TUGAS AKHIR – TK145501

PEMBUATAN KOLAGEN TULANG SAPI (*BOVINE COLLAGEN*) DENGAN METODE EKSTRAKSI SOLVENT SEBAGAI BAHAN ADITIF KOSMETIK

SELVI LUTFIANA PUTRI
NRP. 10411500000002

LELY AYU NINGSIH
NRP. 10411500000041

Dosen Pembimbing
Warlinda Eka Triastuti, S.Si., M.T

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018

TUGAS AKHIR – TK145501

PEMBUATAN KOLAGEN TULANG SAPI (*BOVINE COLLAGEN*) DENGAN METODE EKSTRAKSI SOLVENT SEBAGAI BAHAN ADITIF KOSMETIK

SELVI LUTFIANA PUTRI
NRP. 10411500000002

LELY AYU NINGSIH
NRP. 10411500000041

Dosen Pembimbing :
Warlinda Eka Triastuti., S.Si., M.T.
NIP. 19830308 201012 2 007

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

FINAL PROJECT – TK145501

MAKING OF COW BONE COLLAGEN (BOVINE COLLAGEN) WITH SOLVEN EXTRACTION METHOD AS A COSMETIC ADDITIVE MATERIAL

SELVI LUTFIANA PUTRI
NRP. 10411500000002

LELY AYU NINGSIH
NRP. 10411500000041

Supervisor :
Warlinda Eka Triastuti., S.Si., M.T.
NIP. 19830308 201012 2 007

DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL CHEMICAL ENGINEERING
Faculty of VOCATIONAL
Sepuluh Nopember Instittute of Technology
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :
PEMBUATAN KOLAGEN TULANG SAPI (*BOVINE COLLAGEN*) DENGAN METODE EKSTRAKSI SOLVENT SEBAGAI BAHAN ADITIF KOSMETIK

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Departemen Teknik Kimia Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

Selvi Lutfiana Putri **(NRP 10411500000002)**
Lely Ayu Ningsih **(NRP 10411500000041)**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing

Warlinda Eka Triastuti, S.Si., M.T.
NIP. 19830308 201012 2 007

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Kimia Industri
FV-ITS

Ir. Agung Subyakto, M.S.
NIP. 19580312 198601 1 001

SURABAYA, 24 JULI 2018

LEMBAR REVISI

Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 4 Juli 2018 untuk tugas akhir dengan judul **"Pembuatan Kolagen Tulang Sapi (*Bovine Collagen*) dengan Metode Ekstraksi Solvent Sebagai Bahan Aditif Kosmetik"**, yang disusun oleh :

Selvi Lutfiana Putri **(NRP 10411500000002)**
Lely Ayu Ningsih **(NRP 10411500000041)**

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Prof.Dr.Ir. Soeprijanto, MSc .....
2. Prof.Dr.Ir. Danawati Hari Prajitno, M.Pd. .....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Warlinda Eka Triastuti, S.Si., M.T. .....

SURABAYA, 24 JULI 2018

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga kami dapat melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini. Tugas Akhir ini untuk memperoleh gelar ahli madya. Selama melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini kami telah banyak memperoleh bantuan baik moril maupun materiil, untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT karena atas rahmat dan kehendak-Nya kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini
2. Yang tercinta, Bapak dan Ibu, serta keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi secara moril dan materil serta do'a.
3. Bapak Ir. Agung Subyakto MS., selaku Ketua Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi – ITS.
4. Ibu Warlinda Eka Triastuti, S.Si, MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kami dalam pembuatan laporan tugas akhir.
5. Ibu Prof.Dr.Ir Danawati Hari Prajitno, M.Pd dan Bapak Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, MSc, selaku dosen penguji sidang tugas akhir.
6. Teman-teman Mahasiswa Departemen Teknik Kimia Industri yang tercinta.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kami sangat dan kritik dari semua pihak untuk menyempurnakan laporan ini. Kami selaku penyusun memohon maaf kepada semua pihak.

Surabaya, 23 Juli 2017

Penyusun

PEMBUATAN KOLAGEN TULANG SAPI (*BOVINE COLLAGEN*) DENGAN METODE EKSTRAKSI SOLVEN SEBAGAI BAHAN ADITIF KOSMETIK

Nama Mahasiswa : 1. Selvi Lutfiana Putri 10411500000002
2. Lely Ayu Ningsih 10411500000041
Departemen : Teknik Kimia Industri-Fakultas Vokasi
Dosen Pembimbing : Warlinda Eka Triastuti., S.Si., M.T.

ABSTRAK

Kolagen merupakan salah satu kelompok protein yang tidak larut air, yang keberadaannya mencapai 30% dari seluruh protein penyusun tubuh manusia. Peranan kolagen dalam tubuh manusia sebagai struktur organik pembangun tulang, gigi, sendi, otot dan kulit. Kolagen merupakan salah satu komponen yang terkandung di dalam kosmetik. Hal ini dikarenakan kolagen memiliki kemampuan untuk memberikan sifat elastis pada kulit dan dapat megurangi keriput yang terjadi sebagai efek dari penuaan. Manfaat lain kolagen adalah untuk membuat kulit tetap elastis dan sehat serta menghilangkan bekas luka pada kulit.

Proses pembuatan kolagen dari tulang sapi terdapat 4 tahap. Tahap pertama merupakan tahap degreasing. Tahap degreasing merupakan tahap pembersihan tulang sapi dari kotoran selain tulang seperti lemak atau daging. Mencuci bersih tulang sapi, kemudian didiamkan selama 5-10 menit untuk menghilangkan kadar airnya, Setelah didiamkan, tulang dimasukkan di dalam tangki presto selama 3 jam untuk mengilangkan lemak yang melekat pada tulang. Selanjutnya tulang di demineralisasi untuk menghilangkan mineral (impurities) menggunakan solven asam yaitu asam asetat atau asam sitrat dengan konsentrasi 0,5 N; 0,75 N; 1 N; 1,25 N; dan 1,5 N selama 5 jam menggunakan stirrer pada suhu ruang. Setelah di demineralisasi tulang sapi dinetralkan dengan NaOH 10% air hingga pH netral dan dicuci bersih dengan aquades. Kemudian

tahap berikutnya adalah ekstraksi dengan cara merendam tulang sapi ke dalam larutan asam asetat atau asam sitrat dengan ratio (1:5) pada konsentrasi 0,5 N; 0,75 N; 1 N; 1,25 N; dan 1,5 N selama 5 jam pada suhu operasi 40ºC serta menggunakan stirrer. Setelah itu, memisahkan antara ossein dan ekstraknya (larutan kolagen), kemudian melakukan penetralan dengan NaOH 10% hingga pH netral serta memisahkan larutan kolagen dengan residu. Setelah terpisahkan, memasukkan larutan kolagen ke dalam sentrifuge sehingga terbentuk dua lapisan antara kolagen basah dan solven. Kemudian hasil seluruh kolagen dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 40º C selama 3 hari. Selanjutnya, tahap analisa yang meliputi analisa rendemen, pH, kadar air kolagen, kadar abu, organoleptik, FTIR, GC-MS, dan XRF.

Didapatkan hasil yang paling optimal dengan pelarut asam asetat pada konsentrasi 1,25 N didapatkan rendemen sebesar 9,98% (w/w), kadar air sebesar 8,44% (w/v), kadar abu sebesar 0,74% (w/w), serta pH sebesar 6,66. Sedangkan pada solven asam sitrat pada konsentrasi 1,5 N dengan rendemen sebesar 10,65% (w/w), kadar air sebesar 7,95% (w/v), kadar abu sebesar 0,34% (w/w), serta pH sebesar 6,03.

MAKING OF COW BONE COLLAGEN (BOVINE COLLAGEN) WITH SOLVEN EXTRACTION METHOD AS A COSMETIC ADDITIVE MATERIAL

Student Name : 1. Selvi Lutfiana Putri 10411500000002
2. Lely Ayu Ningsih 10411500000041
Major : Teknik Kimia Industri-Fakultas Vokasi
Supervisor : Warlinda Eka Triastuti., S.Si., M.T.

ABSTRACT

Collagen is one of the groups of water-insoluble proteins, whose presence reaches 30% of all human body building proteins. The role of collagen in the human body as an organic structure builders bones, teeth, joints, muscles and skin. Collagen is one of the components contained in cosmetics. This is because collagen has the ability to provide elastic properties to the skin and can reduce wrinkles that occur as an effect of aging. Another benefit of collagen is to keep skin elastic and healthy and remove scars on the skin.

There are 4 stages of making collagen from bovine bones. The first stage is the degreasing stage. The degreasing stage is the stage of cleansing cow bones from feces other than bones such as fat or meat. Wash off the cow bone, then stand for 5-10 minutes to remove the water content, After being silenced, the bone is inserted in the presto tank for 3 hours to remove the fat attached to the bone. Furthermore, bone is demineralized to remove impurities using acid solvents namely acetic acid or citric acid with a concentration of 0.5 N; 0.75 N; 1 N; 1.25 N; and 1.5 N for 5 hours using a stirrer at room temperature. After demineralization of beef bones neutralized with 10% NaOH solution to neutral pH and washed with distilled water. Then the next step is extraction by soaking the cow bone into a solution of acetic acid or citric acid with a ratio (1: 5) at a concentration of 0.5 N; 0.75 N; 1 N; 1.25 N; and 1.5 N for 5 hours at 40ºC operating temperature and using a stirrer. After

that, separate the ossein and the extract (collagen solution), then neutralize with 10% NaOH solution to neutral pH and separate the collagen solution with residue. Once separated, insert the collagen solution into the centrifuge so as to form two layers between wet collagen and solvent. Then the whole collagen product was dried using oven at 40º C for 3 days. Furthermore, the analysis phase includes yield analysis, pH, collagen water content, ash content, organoleptic, FTIR, GC-MS, and XRF.

The most optimal results obtained with acetic acid solvent at a concentration of 1.25 N obtained a yield of 9.98% (w / w), water content of 8.44% (w / v), ash content of 0.74% (w / w), and pH of 6.66. While in citric acid solvents at a concentration of 1.5 N with a yield of 10.65% (w / w), water content of 7.95% (w / v), ash content of 0.34% (w / w), and pH of 6.03.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL
LEMBAR PENGESAHAN
KATA PENGANTAR i
ABSTRAK ii
ABSTRAC iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR GRAFIK ix
DAFTAR TABEL x
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang I-1
1.2 Perumusan Masalah I-4
1.3 Tujuan Produk I-5
1.4 Pembatasan Masalah I-5
1.5 Manfaat Produk I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Kolagen II-1
2.2 Ekstraksi II-6
2.3 Asam asetat II-11
2.4 Asam sitrat II-12
BAB III METODOLOGI PERCOBAAN
3.1 Bahan yang Digunakan III-1
3.2 Peralatan yang Digunakan III-1
3.3 Variabel yang Dipilih III-2
3.4 Prosedur Pembuatan III-2
3.5 Tempat Pelaksanaan III-7
3.6 Diagram Blok Proses III-8
BAB IV HASIL INOVASI DAN PEMBAHASAN
4.1 Hasil Inovasi IV-1
4.2 Analisis Pengaruh Kosentrasi dan Jenis Solven Pada Ekstraksi Tulang Sapi Terhadap Hasil Rendemen Kolagen Tulang Sapi (*Bovine Collagen*) IV-6

4.3 Analisa Pengaruh Konsentrasi Solven Ekstraksi Terhadap Analisa Proksimat pada Kolagen Tulang Sapi (*Bovine Collagen*) IV-9
4.4 Analisis Perbandingan pH Terhadap Hasil Kolagen Tulang Sapi (*Bovine Collagen*)..... IV-14
4.5 Analisis Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Solven pada Ekstraksi Tulang Sapi Terhadap Kualitas Kolagen Tulang Sapi (*Bovine Collagen)*..... IV-16
BAB V NERACA MASSA
5.1 Neraca Massa dengan Solven Asam Sitrat 1,5 N...V-1
5.2 Neraca Massa dengan Solven Asam Asetat 1,5 N .V-8
BAB VI NERACA PANAS
6.1 Neraca Panas dengan Solven Asam Sitrat 1,5 N.. VI-1
6.2 Neraca Panas dengan Solven Asam Asetat 1,5 N VI-4
BAB VII ESTIMASI BIAYA
7.1 *Fixed Cost* (FC)..... VII-3
7.2 *Variable Cost* (VC) VII-3
7.3 Harga Pokok Penjualan (HPP)..... VII-4
7.4 *Break Even Point* (BEP) VII-5
BAB VIII PENUTUP
8.1 Kesimpulan VIII-1
8.2 Saran VIII-1
DAFTAR NOTASI xi
DAFTAR PUSTAKA xii
LAMPIRAN
- Appendiks A
- Appendiks B
- Appendiks C

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Rangkaian Alat Ekstraksi.....III-1
Gambar 4.1 Hasil Analisa FTIR IV-17

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hasil Rendemen Kolagen dengan Metode Ekstraksi Solven Menggunakan Asam Asetat dan Asam Sitrat.....IV-8
Grafik 4.2 Hubungan Antara Kadar Air dengan Konsentrasi Solven Asam Asetat dan Asam Sitrat IV-11
Grafik 4.3 Hubungan Antara Kadar Abu dengan Konsentrasi Solven Asam Asetat dan Asam Sitrat IV-12
Grafik 4.4 Perbadingan pH Hasil Kolagen IV-15

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Komposisi Tulang Sapi Berongga dan Kompak II-3
Tabel 4.1 Hasil Percobaan Pembuatan *Bovine Collagen* dengan Menggunakan Solven Asam IV-1
Tabel 4.2 Hasil Analisa Organoleptik IV-4
Tabel 4.3 Hasil Rendemen *Bovine Collagen* pada Percobaan IV-7
Tabel 4.4 Hasil Kadar Air dalam *Bovine Collagen* hasil Percobaan IV-10
Tabel 4.5 Hasil Perbandingan pH pada *Bovine Collagen* Hasil Percobaan IV-14
Tabel 7.1 Biaya Investasi Peralatan Per Bulan..... VII-
Tabel 7.2 Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi Per 1 buah VII-1
Tabel 7.3 Biaya Pendukung Utilitas Per Bulan..... VII-2
Tabel 7.4 Biaya Pendukung Lainnya Per Bulan VII-2
Tabel 7.5 Perhitungan Biaya Penjualan VII-3

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kosmetik saat ini menjadi kebutuhan penting bagi manusia. Meskipun bukan merupakan kebutuhan primer, namun kosmetik merupakan salah satu produk yang digunakan rutin dan terus-menerus oleh manusia. Hal ini terlihat dari peningkatan penjualan kosmetik pada tahun 2012 sebanyak 14%, dari sebelumnya Rp 8,5 triliun menjadi Rp 9,76 triliun, berdasarkan data Kementerian Perindustrian. Kosmetik merupakan produk yang diformulasi dari berbagai bahan-bahan aktif dan kimia yang akan bereaksi ketika diaplikasikan pada jaringan kulit. Bahan berbahaya adalah bahan-bahan aktif yang menimbulkan reaksi negatif dan berbahaya bagi kesehatan kulit khususnya dan tubuh umumnya ketika diaplikasikan, baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek *(Lisnawati, 2016).*

Bahan kimia yang terkandung dalam kosmetik memberikan efek samping yang cukup tinggi, terbukti dengan selalu di jumpainya kasus efek samping kosmetik pada praktek seorang dermatologi. Efek samping kosmetik ini salah satunya disebabkan karena penambahan bahan aditif untuk meningkatkan tampilan luar kulit. Selain karena penggunaan jangka panjang pada area yang luas pada tubuh, iklim yang panas dan lembab dapat meningkatkan absorbsi melewati kulit. Reaksi negatif yang ditimbulkan oleh bahan berbahaya yang terkandung dalam kosmetik beragam, mulai dari iritasi ringan hingga berat, alergi, penyumbatan fisik di pori-pori, keracunan lokal atau sistemik.

Kolagen merupakan salah satu komponen yang terkandung di dalam kosmetik. Menurut Rosmawaty (2014), kolagen memiliki kemampuan untuk memberikan sifat elastis pada kulit dan dapat megurangi keriput yang terjadi sebagai efek dari penuaan. Manfaat lain kolagen adalah untuk menghilangkan bekas luka pada kulit.

Kolagen merupakan salah satu kelompok protein yang tidak larut dalam air, yang keberadaannya mencapai 30% dari seluruh protein penyusun tubuh manusia. Peranan kolagen dalam tubuh manusia sebagai struktur organik pembangun tulang, gigi, sendi, otot dan kulit. Secara alamiah sedikitnya 1% kolagen dalam tubuh manusia hilang setiap ta/hun sehingga pada usia 30 tahun manusia kehilangan kolagen sekitar 15-20% dan pada usia 40 tahun manusia tidak memproduksi kolagen lagi sehingga kolagen yang hilang mencapai 35-40%. Penurunan jumlah kolagen juga berkaitan dengan hormon estrogen yang berperan mengubah fibroblas menjadi kolagen.

Kolagen merupakan komponen struktural utama jaringan ikat putih (*white connective tissue*) yang meliputi hampir 30% total protein pada tubuh. Terdapat 19 jenis kolagen, yaitu tipe I sampai XIX. Tipe I, II, III, dan V adalah kolagen fibrous. Kolagen tipe I ditemukan di semua jaringan ikat, termasuk kulit dan tulang. Strukturnya terdiri atas heteropolimer (rantai alfa-1 dan alfa-2) dan *glycine* (tanpa *tryptophan* dan *cysteine*). Peran kolagen tipe I yakni sebagai matrik protein ekstraselular dengan karakteristik peningkatan proliferasi sel sehingga secara langsung mempengaruhi fisiologis dan morfologi sel. Tipe I ini banyak ditemukan pada kulit, tulang, dan tulang sapi, sementara kolagen tipe V

terdapat pada jaringan ikat dalam kulit, tendon, dan otot ikan yang juga mengandung kolagen tipe I (Setyowati, 2015).

Tabel 2. Komposisi asam amino kolagen hasil ekstraksi menggunakan empat jenis larutan asam konsentrasi 5% dengan lama perendaman 24 jam

No.	Asam Amino	Kandungan asam amino ekstrak kolagen (%)			
		Asam Asetat	HCl	Asam Laktat	Asam Sitrat
1.	Aspartat	4,40	15,97	8,29	10,11
2.	Glutamat	9,12	18,94	8,79	11,12
3.	Serin	2,98	6,13	3,04	2,89
4.	Glisin	33,14	24,11	27,98	36,19
5.	Histidin	1,05	2,86	0,92	1,62
6.	Arginin	8,35	10,07	8,12	8,92
7.	Treonin	3,08	6,65	2,86	4,04
8.	Alanin	13,04	16,08	11,35	13,93
9.	Prolin	11,92	11,12	11,03	13,25
10.	Tirosin	1,03	1,92	1,02	1,45
11.	Valin	5,02	9,98	4,08	4,76
12.	Metionin	1,24	3,02	1,11	1,35
13.	Sistein	0,42	0,62	0,27	0,24
14.	Isoleusin	2,23	6,89	2,42	3,06
15.	Leusin	5,06	12,84	4,72	5,15
16.	Penil alanin	1,98	4,82	1,95	3,11
17.	Lisin	5,12	9,01	3,84	4,92

Sumber : Prayitno (2007)

Menurut Prayitno (2007) dari **Tabel 2** menunjukkan bahwa kolagen dari cakar ayarn hasil ekstraksi menggunakan empat jenis asam masing-masing mengandung 17 macam asarn amino, dan komposisi residu asam amino terbesar adalah glisin yaitu sebesar 33, 24; 24,11; 27.98 dan 36,19%. Sedangkan menurut Ika Astiana (2016) kombinasi perlakuan asam asetat dengan konsentrasi 0,3 M selama 3 hari diperoleh tingkat kelarutan yang tinggi. Rendemen kolagen dengan metode asam adalah 18,4±1,49% (bk) dan 5,79±0,47% (bb). Komposisi asam amino yang dominan pada kolagen ASC

adalah glisin, alanin, dan prolin. Dari variasi penggunaan solven memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pada penggunaan solven asam sitrat dan asam asetat mudah didapat dan memiliki hasil kolagen yang relatif lebih besar.

Kolagen yang terdapat pada tulang di dapatkan memalui proses ekstraksi. Pembuatan kolagen dapat dilakukan melalui proses ekstraksi dan ada dua cara ekstraksi yang dapat dilakukan, yaitu ekstraksi konvensional menggunakan solven serta ekstraksi enzimatis menggunakan enzim protease. Metode ekstraksi yang digunakan adalah maserasi yaitu salah satu metode ekstraksi dingin. Ekstraksi maserasi dilakukan dengan cara merendam selama beberapa waktu, dengan menggunakan satu atau campuran pelarut. Maserasi bertujuan untuk menarik zat-zat berkhasiat yang tahan pemanasan maupun yang tidak tahan pemanasan. Diantara keduanya memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Pada ekstraksi solven selain lebih murah, ekstraksi solven lebih menghasilkan rendemen yang tinggi daripada ekstraksi enzimatis *(Hartati, 2010).*

Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang yang ada, maka diperlukan suatu inovasi pembuatan kolagen dari limbah tulang sapi (*Bovine Collagen*) dengan metode ekstraksi menggunakan solvent yang dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan masker.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat disimpulkan permasalahan yang akan dibahas dalam inovasi produk ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh konsentrasi dan jenis solven pada perendaman tulang sapi terhadap rendemen kolagen tulang sapi *(bovine collagen)*?

2. Bagaimanakah pengaruh penambahan kolagen tulang sapi *(bovine collagen)* pada masker yang aman dan alami?

1.3 Tujuan Inovasi Produk

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dalam inovasi produk ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan jenis solven pada perendaman tulang sapi terhadap rendemen kolagen tulang sapi *(bovine collagen).*
2. Membuat produk masker dari kolagen tulang sapi sebagai alternatif bahan pembuatan masker yang aman dan alami.

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam inovasi pembuatan masker dari kolagen tulang sapi ini, dilakukan pembatasan masalah yaitu bahan yang digunakan tulang sapi bagian kaki, jenis solven asam sitrat dan asam asetat, dan jenis ekstraksi yakni ekstraksi solven.

1.5 Manfaat Produk

1. Mendapatkan kolagen dari tulang sapi dengan penggunaan energi yang rendah, serta menghasilkan *rendemen* dan kualitas yang optimum sebagai bahan baku utama dalam pembuatan masker yang aman.
2. Sebagai alternatif masker yang aman.
3. Data hasil penelitian ini akan sangat berguna dalam pengembangan metode dari bahan-bahan yang lain.
4. Data hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi/rujukan dalam produksi kolagen tulang sapi *(bovine collagen)* dalam skala industri.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkon

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA PRODUK

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA PRODUK

2.1 Kolagen

2.1.1 Definisi Kolagen

Kolagen merupakan komponen protein utama yang berlimpah di dalam tubuh binatang, lebih dari sepertiga protein tubuh adalah kolagen terdapat dalam seluruh organisme bertulang belakang, karena kolagen dapat dijumpai pada tuas-tuas tulang belakang jaringan kulit, urat/otot (tendon), jangat dan ossein dan juga di seluruh membran dasar pada tulang. Di dalam tubuh kologen berfungsi sebagai bantalan antar sel, lapisan penguat tendon, seperti penyokong kulit dengan organ-organ dalam kolagen juga merupakan penjaga bentuk dan struktur tubuh kita yang menjaga dan menyambung jaringan halus pada rangka tubuh. Kolagen bercirikan sebuah kandungan tinggi dari asam amino glysin dan dua asam amino yang lain yaitu prolin dan hidroksiprolin yang berfungsi sebagai penstabil struktur kolagen, dimana setiap rantai polipeptida membentuk pilinan ganda tiga dari rangkaian asam yang berulang yaitu glysin, prolin dan hidroksiprolin *(Perwitasari, 2008).*

2.1.2 Tipe Kolagen

Menurut Silvipriya (2015), hampir 28 jenis kolagen telah diidentifikasi sejauh ini terdiri dari 46 rantai polipeptida yang berbeda. Semuanya memiliki heliks *triple* karakteristik namun panjang heliks dan ukuran serta sifat bagian non-heliks bervariasi dari satu jenis lainnya. Di antara 5 hal yang paling umum adalah:

- Kolagen I: Kulit, tulang, gigi, tendon, ligamen, ligatur vaskular, organ (penyusun utama bagian organik tulang)
- Kolagen II: Mata dan tulang rawan (penyusun utama tulang rawan).
- Kolagen III: *Reticulate* (penyusun utama serat retikular), kulit, otot, pembuluh darah.
- Kolagen IV: Membentuk lapisan yang disekresi *epithelium* dari membran basal dan lamina basal.
- Kolagen V: Rambut, permukaan sel dan plasenta. 90% kolagen dalam tubuh tipe I diikuti tipe II dan III. Alasan banyaknya kolagen Tipe I adalah karena prevalensinya yang luas di hampir semua jaringan ikat.

2.1.3 Karakteristik Kolagen

Menurut Silvipriya (2015), mendukung sebagian besar jaringan dalam bentuk matriks ekstraselular dan memberi struktur pada sel. Kolagen memiliki kekuatan tarik yang besar yang ditunjukkan oleh kehadirannya di tendon, tulang, tulang rawan, fasia, dan lain-lain. Selain itu dapat memberikan elastisitas dan kekuatan pada kulit dan membantu perkembangan jaringan dan organ. Kolagen memberikan perlindungan pada kulit dengan menghambat penyerapan racun dan patogen, memiliki peran dalam fungsi biologis sel (kelangsungan hidup sel, proliferasi dan diferensiasi), membantu penyembuhan tulang atau pembuluh darah yang rusak dan mempertahankan integritas struktural.

2.1.4 Sumber Kolagen

2.1.4.1 *Bovine*

Menurut Silvipriya (2015), kolagen ini terbuat dari pemanfaatan kulit dan tulang sapi. Ini adalah salah satu sumber utama industri kolagen. *Bovine Achilles* tendon digunakan secara industri untuk mendapatkan kolagen tipe I. Tipe IV diperoleh dari *villi plasenta* dan tipe II dari tulang rawan hidung atau artikular. *Bovine* digunakan dalam berbagai tahap perkembangan seperti dermatitis *fet al bovine* yang digunakan untuk penguatan tendon, penyembuhan kulit dan luka (dalam bentuk matriks kolagen); neonatal dermis sapi digunakan untuk perbaikan hernia, bedah plastik dan rekonstruktif; perikardium sapi dewasa untuk perbaikan hernia dan penguatan *flap* otot.

Tabel 2.1 Perbandingan Komposisi Tulang Sapi Berongga dan Kompak

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

Sumber : Johns (1977)

2.1.4.2 *Porcine*

Menurut Silvipriya (2015), kulit dan tulang babi dimanfaatkan. Sumber ini banyak digunakan untuk mendapatkan kolagen sebagai tujuan industri. Karena

kolagen babi hampir mirip dengan kolagen manusia maka tidak banyak menimbulkan respon alergi saat digunakan. Tapi seperti *bovine*, kemunduran zoonosis menimbulkan risiko kontaminasi dan babi dilarang karena kendala agama. *Dermins* dewasa dan mukosa usus kecil digunakan untuk penguatan tendon, perbaikan hernia, penyembuhan kulit dan luka, operasi plastik dan rekonstruksi.

2.1.4.3 *Marine*

Menurut Silvipriya (2015), sumber laut ditemukan sebagai sumber teraman untuk mendapatkan kolagen saat ini. Alasan lain untuk menyetujui sumber ini adalah karena kepercayaan bahwa "kehidupan berasal dari laut". Ekstraksi kolagen dari sumber hewani bersifat kompleks, memakan waktu dan mahal. Hasil yang diperoleh juga lebih rendah bila dibandingkan dengan sumber lain (sekitar 12 g kolagen per 1 kg bahan baku yang digunakan). Karena kekhawatiran atas inflamasi dan kekebalan yang merugikan dan prevalensi berbagai penyakit di antara hewan darat yang menyebabkan komplikasi kesehatan, sumber-sumber kelautan mulai diteliti.

Sumber laut memiliki keuntungan yang cukup besar dibandingkan sumber hewan darat seperti:

1. Bebas zoonosis seperti BSE, TSE dan FMD
2. Kandungan kolagen yang tinggi
3. Ramah lingkungan
4. Memiliki suhu tubuh lebih rendah daripada
5. hewan sehingga membantu penyerapan yang lebih besar
6. Penyerapan yang lebih besar karena berat molekul rendah.
7. Kendala religius dan etika yang kurang

signifikan
8. Masalah pengendalian regulasi dan pengendalian ringan
9. Adanya kontaminan biologis dan toksin diabaikan
10. Respons peradangan rendah
11. Kurang imunogenik mencakup penggunaan invertebrata laut dan vertebrata seperti ikan, ikan bintang, ubur-ubur, spons, landak laut, gurita, cumi-cumi, sotong, anemon laut dan udang.

2.1.4.4 Ikan

Menurut Silvipriya (2015), Tulang, kulit, sirip, sisik ikan air tawar atau garam biasanya digunakan untuk tujuan ini. Hal ini pada gilirannya membantu mengurangi pencemaran lingkungan karena hal ini dianggap sebagai limbah selama ini pengolahan ikan. Studi kolagen dari asal laut terdiri dari vertebrata laut dan invertebrata. Vertebrata terutama mencakup ikan. Kolagen terutama tipe I diperoleh dari :

- **Kulit :**
  1. Gadus *morhua*
  2. Ikan mas *hipofarmal hipertrofi michthysmolitrix*
  3. Ikan bass laut Jepang,
  4. *Chub* ikan tenggiri kerang tenggorokan,
  5. Ikan tunggal
- **Tulang :**
  1. *Thunnus obesus*
  2. Cakalang ikan tuna,
  3. Ikan *bass* laut Jepang,
  4. Ikan laut biru laut,
  5. Macan kuda; sirip

6. *Pagrus mayor*
7. *Oreochromis niloticas*
8. *Carp*

2.1.4.5 Kolagen dari Sumber Hewan Lain

Ini termasuk ayam, ekor kanguru, tendon tikus ekor, kaki bebek, tendon kuda (kuda), aligator tulang dan kulit, kaki burung, kulit domba (sumber telur), kulit kodok dan bahkan dari manusia. Kolagen manusia rekombinan digunakan yang menurunkan kekebalan tubuh dibandingkan dengan sumber lainnya. Perikardium equine dewasa digunakan untuk penguatan tendon, penyembuhan luka kulit dan luka dan perbaikan hernia. Kolagen tipe I dan II diisolasi dari kulit kuda, tulang rawan artikular dan tendon fleksor. Kolagen tipe I, II, III dan V diperoleh dari leher ayam dimana tipe I dominan. Kaki ayam adalah sumber kolagen yang melimpah. Tipe IX juga ditemukan pada kartilago stigma ayam buritan dan tipe I dan III dari kulitnya, tipe IV dari jaringan muskularnya. Kolagen tipe I juga diperoleh dari tuba falopi katak banteng. Dari jaringan *invertebrata Archaeogastropoda, Neritacrepidularia,* kolagen *gastropoda (Silvipriya, 2015).*

2.2 Ekstraksi

2.2.1 Definisi

Ekstraksi adalah suatu metode pemisahan suatu komponen solut dari campurannya dengan menggunakan sejumlah massa pelarut. Proses ekstraksi dipilih terutama jika umpan yang akan dipisahkan terdiri dari komponen-komponen yang mempunyai titik didih yang berdekatan, sensitif terhadap panas dan merupakan campuran azeotrop. Proses ekstraksi padat cair banyak digunakan pada industri

bahan makanan, obat-obatan dan ekstraksi minyak nabati. Pelarut organik yang banyak digunakan dalam ekstraksi padat-cair adalah heksan, alkohol, kloroform dan aseton *(Hartati, 2012).*

2.2.2 Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses ekstrasi

Menurut Hartati (2012), proses ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni:

1. Jenis pelarut Jenis pelarut sangat berpengaruh terhadap jumlah solut yang terekstrak serta mempengaruhi laju ekstraksi. Secara umum etanol, air dan campuran keduanya merupakan pelarut yang sering dipilih dalam proses ekstraksi produk farmasi karena dapat diterima oleh konsumen.
2. Temperatur Secara umum, temperatur yang lebih tinggi akan meningkatkan kelarutan solut didalam pelarut. Temperatur dibatasi oleh titik didih pelarut yang digunakan.
3. Rasio pelarut-bahan baku Rasio pelarut-bahan baku yang semakin besar akan memperbesar konsentrasi solut yang terlarut pada permukaan partikel, sehingga akan memperbesar gradien konsentrasi didalam dan di permukaan patikel padatan. Akibatnya laju ekstraksi akan semakin meningkat. Namun demikian, semakin banyak pelarut yang digunakan maka proses hilirnya akan semakin mahal.
4. Ukuran partikel Secara umum, laju ekstraksi akan meningkat bila ukuran partikel umpan pada proses ekstraksi semakin kecil.

2.2.3 Macam-Macam Metode yang Banyak Digunakan Untuk Ekstraksi Bahan Alam

2.2.3.1 Ekstraksi Pelarut (*Solvent Extraction)*

Ekstraksi pelarut atau disebut juga ekstraksi air merupakan metode pemisahan yang paling baik. Alasan utamanya adalah pemisahan ini dapat dilakukan baik dalam tingkat makro ataupun mikro. Prinsip metode ini didasarkan pada distribusi zat pelarut dengan perbandingan tertentu antara dua pelarut yang tidak saling bercampur, seperti benzen, karbon tetraklorida atau kloroform. Batasannya adalah zat terlarut dapat ditransfer pada jumlah yang berbada dalam kedua fase pelarut. Ekstraksi pelarut umumnya digunakan untuk memisahkan sejmlah gugus yang diinginkan dan mungkin merupakan gugus pengganggu dalam analisis secara keseluruhan. Terkadang gugus-gugus pengganggu ini diekstraksi secara selektif (Harborne, 1996).

2.2.3.2 Ekstraksi Secara Soxhletasi

Ekstraksi dengan cara ini pada dasarnya ekstraksi secara berkesinambungan. Cairan dipanaskan sampai mendidih. Uap akan naik melalui pipa samping, kemudian diembunkan lagi oleh pendingin tegak. Cairan turun untuk mencari zat aktif dalam simplisia. Selanjutnya bila cairan penyari mencapai sifon, maka seluruh cairan akan turun ke labu alas bulat dan terjadi proses sirkulasi. Demikian seterusnya sampai zat aktif yang terdapat dalam simplisia tersari seluruhnya yang ditandai jernihnya cairan yang lewat pada tabung sifon *(Harborne, 1996).*

2.2.3.3 Ekstraksi Secara Perklorasi

Perkolasi dilakukan dengan cara dibasahkan 10 bagian simplisia dengan derajat halus yang cocok, menggunakan 2,5 bagian sampai 5 bagian cairan penyari dimasukkan dalam bejana tertutup sekurangkurangnya 3 jam.

Massa dipindahkan sedikit demi sedikit ke dalam perkolator, ditambahkan cairan penyari. Perkolator ditutup dibiarkan selama 24 jam, kemudian kran dibuka dengan kecepatan 1 ml permenit, sehingga simplisia tetap terendam. Filtrat dipindahkan ke dalam bejana, ditutup dan dibiarkan selama 2 hari pada tempat terlindung dari cahaya *(Harborne, 1996).*

2.2.3.4 Ekstraksi Maserasi

Maserasi dilakukan dengan cara memasukkan 10 bagian simplisia dengan derajat yang cocok ke dalam bejana, kemudian dituangi dengan penyari 75 bagian, ditutup dan dibiarkan selama 5 hari, terlindung dari cahaya sambil diaduk sekali-kali setiap hari lalu diperas dan ampasnya dimaserasi kembali dengan cairan penyari. Penyarian diakhiri setelah pelarut tidak berwarna lagi, lalu dipindahkan ke dalam bejana tertutup, dibiarkan pada tempat yang tidak bercahaya, setelah dua hari lalu endapan dipisahkan *(Harborne, 1996).*

2.2.3.5 Ekstraksi Secara Refluks

Ekstraksi dengan cara ini pada dasarnya adalah ekstraksi berkesinambungan. Bahan yang akan diekstraksi direndam dengan cairan penyari dalam labu alas bulat yang dilengkapi dengan alat pendingin tegak, lalu dipanaskan sampai mendidih. Cairan penyari akan menguap, uap tersebut akan diembunkan dengan pendingin tegak dan akan kembali menyari zat aktif dalam simplisia tersebut, demikian seterusnya. Ekstraksi ini biasanya dilakukan 3 kali dan setiap kali diekstraksi selama 4 jam *(Harborne, 1996).*

2.2.3.6 Ekstraksi Secara Penyulingan

Penyulingan dapat dipertimbangkan untuk menyari serbuk simplisia yang mengandung komponen kimia yang mempunyai titik didih yang tinggi pada tekanan udara normal, yang pada pemanasan biasanya terjadi kerusakan zat

aktifnya. Untuk mencegah hal tersebut, maka penyari dilakukan dengan penyulingan *(Harborne, 1996).*

2.2.4 Macam-Macam Ekstraksi

2.2.4.1 Ekstraksi Konvensional

Ekstraksi Konvensional Secara sederhana proses pemisahan dengan cara ekstraksi terdiri dari tiga langkah dasar: 1. Proses penyampuran pelarut dan umpan. 2. Proses perpindahan massa dari umpan ke pelarut. 3. Proses pemisahan fasa, antara ekstrak dan rafinat. Sebagai zat pemisah, solven harus dipilih sedemikian hingga kelarutannya terhadap komponen selain solut (diluen) adalah terbatas atau bahkan sama sekali tidak saling melarutkan. Karenanya, dalam proses ekstraksi akan terbentuk dua fasa cairan yang saling bersinggungan dan selalu mengadakan kontak. Fasa yang banyak mengandung diluen disebut fasa rafinat (R) sedang fasa yang banyak mengandung solven disebut fasa ekstrak (E). Proses ekstraksi padat-cair dipengaruhi oleh pelarut, temperatur, ukuran bahan dan waktu pengontakan, sedangkan tekanan tidak berpengaruh. Pada ekstraksi konvensional, biasanya digunakan senyawa organik sebagai solven *(Hartati, 2010).*

2.2.4.2 Ekstraksi Enzimatis

Ekstraksi Enzimatis Ekstraksi enzimatis pada prinsipnya sama dengan ekstraksi konvensional. Hanya saja disini digunakan enzim yang berfungsi mengambil zat yang akan diekstrak. Dengan demikian tidak diperlukan lagi pelarut khusus (solvent) dalam proses ekstraksi. Pelarut yang biasanya ditambahkan dalam ekstraksi enzimatis adalah air. Cara ekstraksi enzimatis ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan ekstraksi konvensional, diantaranya: Tidak menggunakan solvent organik, sehingga dampaknya

terhadap lingkungan minimal Kolagen yang dihasilkan aman untuk konsumsi manusia karena tidak mengandung bahan kimia Kualitas produk dan rendemen yang dihasilkan lebih tinggi Pada ekstraksi enzimatis, digunakan enzim yang berfungsi memecah protein. Enzim protease adalah enzim yang berfungsi memecah protein dengan cara menghidrolisa ikatan peptida yang menghubungkan asam–asam amino dalam rantai polipeptida. Enzim protease berada secara alami di semua makhluk hidup. Dalam tubuh manusia, enzim ini berfungsi pada berbagai proses tubuh mulai dari proses sederhana seperti pencernaan protein sampai pada proses tubuh yang rumit seperti pembekuan aliran darah Kelompok enzim protease memecah protein dengan dua cara. Cara yang pertama adalah dengan merusak asam amino yang berada di ujung rantai sedangkan cara kedua dengan merusak ikatan peptida yang ada di dalam protein *(Hartati, 2010).*

2.3 Asam asetat (CH_3COOH)

Asam asetat adalah senyawa organik yang termasuk dalam golongan *carboxylic acid* dengan gugus fungsinya (RCOOH) dan rumus kimia (CH_3COOH). Asam asetat dapat dibuat dari substrat yang mengandung alkohol. Asam asetat merupakan sumber utama dalam pembuatan garam derivate, dan ester asam asetat. Asam asetat dapat digunakan sebagai pelarut zat organik yang baik dan untuk membuat selulosa yang dibutuhkan untuk pembuatan film, rayon, dan selofan. Asam asetat merupakan salah satu produk industri yang banyak dibutuhkan di Indonesia. Asam asetat dapat dibuat dari substrat yang mengandung alkohol, yang diperoleh dari berbagai macam bahan seperti buah-buahan, kulit nanas, pulp kopi, dan air kelapa *(Agum Mahatma Budi, 2017).*

2.4 Asam sitrat

Asam sitrat (2-*dihidroxypane*-1,2,3-*tricarboxylic acid*) merupakan asam organik lemah yang ditemukan pada daun dan tumbuhan bergenus Citrus. Asam sitrat mudah larut dalam air, alkohol, dan etanol. Asam sitrat tidak berbau dan terasa asam. Penggunaan dari asam sitrat ini cukup luas di dunia industri, misalnya digunakan sebagai bahan tambahan dalam industri makanan, juga digunakan sebagai pelarut aspirin dan bahan pengisi untuk multivitamin dalam industry farmasi. Asam sitrat ini juga dapat digunakan sebagai bahan pengawet alami pada keju dan sirup *(Bontor Onikayanti S, 2015).*

BAB III
METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

BAB III

METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

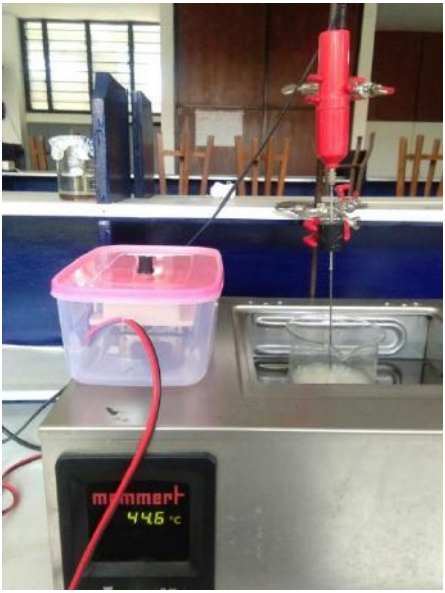
3.1 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu asam asetat, asam sitrat, tulang sapi**,** aquades**,** NaOH**,** nipagin, nipasol, dan gliserin.

3.2 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini antara lain presto, *beaker glass*, gelas ukur, kaca arloji, thermometer, cawan, oven, viscometer oswalt**,** pH-meter**,** kaca transparan, dan neraca analitik.

Rangkaian Alat Demineralisasi dan Ekstraksi:



Gambar 3.1 Rangkaian Alat Ekstraksi

3.3 Variabel yang Dipilih

Variabel yang digunakan dalam percobaan ini yaitu untuk pelarut asam menggunakan variabel pelarut asam asetat dan asam sitrat dengan konsentrasi 0,5 N; 0,75 N; 1 N; 1,25 N; dan 1,5 N Variabel untuk lama perendaman yaitu 5 jam dengan suhu ekstraksi yang digunakan adalah 40ºC.

3.4 Prosedur Pembuatan Kolagen

3.4.1 Tahap proses pembuatan produk *bovine collagen*

1. Tahap *degreasing*
   a. Mencuci bersih tulang sapi
   b. Didiamkan selama 5-10 menit. Untuk mengurangi kadar air hasil pencucian.
   c. Setelah didiamkan, tulang dimasukkan di dalam tangki presto selama 3 jam untuk mengilangkan lemak yang melekat pada tulang.
2. Tahap demineralisasi
   a. Merendam tulang sapi yang sudah melalui proses *degreasing* sebanyak 100gr pada larutan asam asetat atau asam sitrat dengan konsentrasi 0,5 N; 0,75 N; 1 N; 1,25 N; dan 1,5 N selama 5 jam menggunakan *stirrer* pada suhu ruang.
   b. Setelah di demineralisasi tulang sapi dinetralkan dengan NaOH 10% hingga pH netral.
   c. Kemudian tulang sapi dicuci dengan Aquades.
3. Proses Ekstraksi Kolagen
   a. Merendam tulang sapi ke dalam larutan asam asetat atau asam sitrat dengan ratio (1:5) pada konsentrasi 0,5 N; 0,75 N; 1 N; 1,25 N; dan 1,5 N selama 5 jam pada suhu operasi 40ºC serta menggunakan *stirrer*.
   b. Memisahkan antara ossein dan ekstraknya (larutan kolagen).

c. Melakukan penetralan dengan NaOH 10% hingga pH netral kemudian memisahkan larutan kolagen dengan residu.

d. Setelah terpisahkan, masukkan larutan kolagen ke dalam sentrifuge sehingga terbentuk dua lapisan antara kolagen basah dan solven.

4. Tahap pengeringan

a. Kolagen yang masih basah dikeluarkan dari sentrifuge kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen.

b. Mengeringkan kolagen basah ke dalam oven denga suhu operasi 40ºC selama 3 hari.

3.4.2 Tahap analisa pembuatan produk kolagen tulang sapi :

1. Analisa rendemen

a. Menimbang kolagen basah

b. Menimbang kolagen kering

c. Menghitung perbandingan berat kering kolagen yang dihasilkan dengan berat bahan besar rendemen dapat dihitung sebagai berikut

$$\textbf{Rendemen} = \frac{\textbf{berat kolagen kering}}{\textbf{berat tulang sapi}} \textbf{ x 100\%}$$

2. Analisa pH

a. Memasukkan larutan kolagen dari tulang sapi dalam beaker glass

b.Mengukur pH dari kolagen dengan menggunakan pH meter

3. Analisa kadar air kolagen berdasarkan SNI-01-2354-1-2006

a. Menimbang cawan kosong kemudian dimasukkan kedalam oven minimal 2 jam.

b. Memasukkan kolagen padat dalam cawan 2gr

c. Menimbang cawan yang berisi kolagen padat

d. Memasukkan cawan yang yang telah berisi kolagen padat dalam oven pada suhu 50˚C selama 24 jam

e. Setelah di oven, menimbang cawan dan kolagen padat tersebut.

f. Menghitung kadar air pada kolagen

$$\textbf{Kadar Air} = \frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)} \times 100\%$$

Keterangan :

W_0 = Berat cawan kosong (gram)

W_1 = Berat cawan dan sampel (gram)

W_2=Berat cawan dan sampel setelah dioven (gram)

4. Analisa kadar abu berdasarkan SNI-01-2354-1-2006

a. Menimbang sampel sebanyak 2 gram dalam cawan.

b. Memasukkan sampel dalam furnace pada suhu 500˚C selama 1 hari atau sampai berat konstan.

c. Menghitung kadar abu

$$\textbf{Kadar Abu} = \frac{berat\ abu}{berat\ sampel\ awal} \times 100\%$$

5. Analisa organoleptik

a. Menganalisa warna

b. Menganalisa bau

6. Analisa FTIR

Analisis FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi-gugus fungsi khas dari campuran senyawa kolagen yang telah dipreparasi. Cuplikan diperoleh dari film gelatin dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Spektra FTIR diperoleh dari kepingan yang berisi 1 mg sampel dalam 100 mg kalium bromida (KBr). Sampel dibaca dari range 4000-400 cm-1.

7. Analisa GC-MS

Dasar pemisahan menggunakan kromatografi gas adalah penyebaran cuplikan pada fase diam sedangkan

gas sebagai fase gerak mengelusi fase diam. Cara kerja dari GC adalah suatu fase gerak yang berbentuk gas mengalir di bawah tekanan melewati pipa yang dipanaskan dan disalut dengan fase diam cair atau dikemas dengan fase diam cair yang disalut pada suatu penyangga padat. Analit tersebut dimuatkan ke bagian atas kolom melalui suatu portal injeksi yang dipanaskan. Suhu oven dijaga atau diprogram agar meningkat secara bertahap. Ketika sudah berada dalam kolom, terjadi proses pemisahan antar komponen. Pemisahan ini akan bergantung pada lamanya waktu relatif yang dibutuhkan oleh komponenkomponen tersebut di fase diam. Seiring dengan perkembangan teknologi maka instrument GC digunakan secara bersama-sama dengan instrumen lain seperti *Mass-Spectrometer* (MS). Spektrometer massa diperlukan untuk identifikasi senyawa sebagai penentu bobot molekul dan penentuan rumus molekul. Prinsip dari MS adalah pengionan senyawa-senyawa kimia untuk menghasilkan molekul bermuatan atau fragmen molekul dan mengukur rasio massa/muatan. Molekul yang telah terionisasi akibat penembakan elektron berenergi tinggi tersebut akan menghasilkan ion dengan muatan positif, kemudian ion tersebut diarahkan menuju medan magnet dengan kecepatan tinggi. Medan magnet atau medan listrik akan membelokkan ion tersebut agar dapat menentukan bobot molekulnya dan bobot molekul semua fragmen yang dihasilkan.

8. Analisa XRF

   Analisis menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-X yang terjadi dari peristiwa efekfotolistrik. Efekfotolistrik terjadi karena elektron dalam atom target (sampel)

terkena berkas berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar-X). Bila energi sinar tersebut lebih tinggi dari pada energi ikat elektron dalam orbit K, L, atau M atom target, maka elektron atom target akan keluar dari orbitnya. Dengan demikian atom target akan mengalami kekosongan elektron. Kekosongan elektron ini akan diisi oleh elektron dari orbital yang lebih luar diikuti pelepasan energi yang berupa sinar-X. Spektrometri XRF memanfaat-kan sinar-X yang dipancarkan oleh bahan yang selanjutnya ditangkap detektor untuk dianalisis kandungan unsur dalam bahan. Bahan yang dianalisis dapat berupa padat massif, pelet, maupun serbuk. Analisis unsur dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kualitatif menganalisis jenis unsur yang terkandung dalam bahan dan analisis kuantitatif dilakukan untuk menentukan konsetrasi unsur dalam bahan. Sinar-X yang dihasilkan dari peristiwa seperti peristiwa tersebut diatas ditangkap oleh oleh detektor semi konduktor Silikon Litium (SiLi).

3.4.3 Tahap pembuatan produk masker

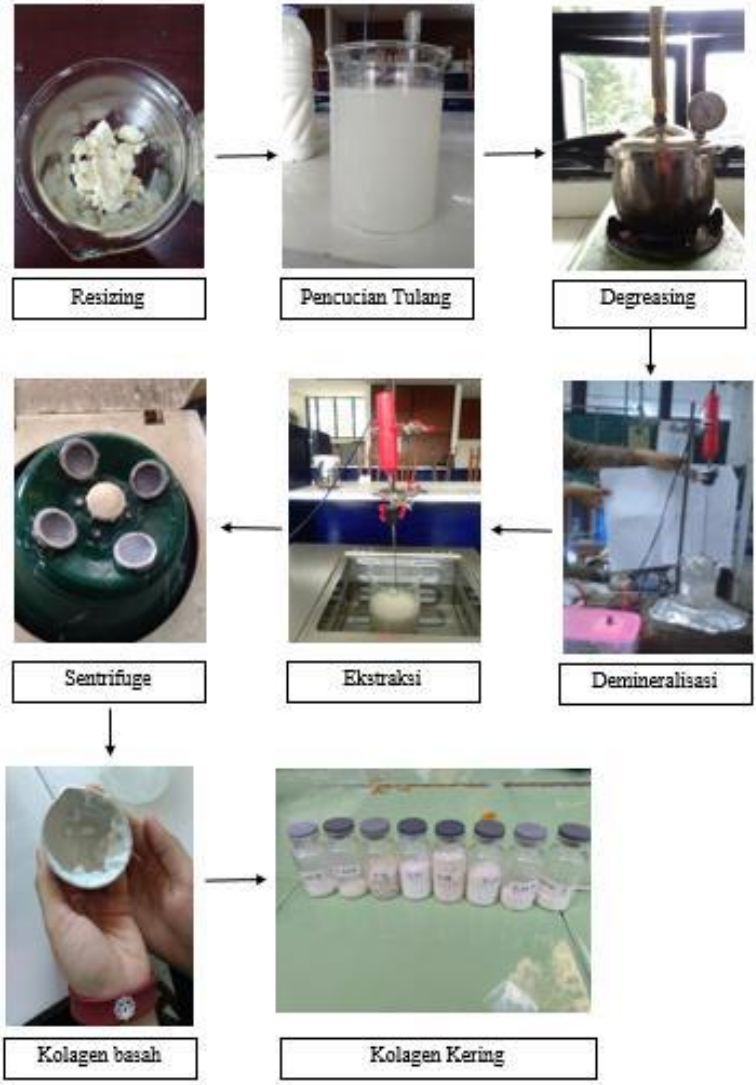
1. Menyiapkan gliserin, nipagin, nipasol, *bovine collagen*, *fragrance*, dan tisu sutra.
2. Melarutkan nipagin, nipasol, *bovine collagen* dalam gliserin.
3. Menuangkan bahan yang sudah terlarut keatas tisu sutra sebagai media *sheet mask*.
4. Analisa masker wajah.

3.5 Tempat Pelaksanaan

Percobaan tugas akhir dengan judul "Pembuatan Kolagen Tulang Sapi (*Bovine Collagen*) Dengan Metode Ekstraksi Solven Sebagai Bahan Aditif Kosmetik" dilaksanakan di laboratorium lantai 2 yaitu laboratorim Teknologi Pengolahan Limbah dan di laboratorium lantai 3 yaitu laboratorium kimia fisika, kampus Departemen Teknik Kimia Industri – Fakultas Vokasi.

3.6 Diagram Alir Proses

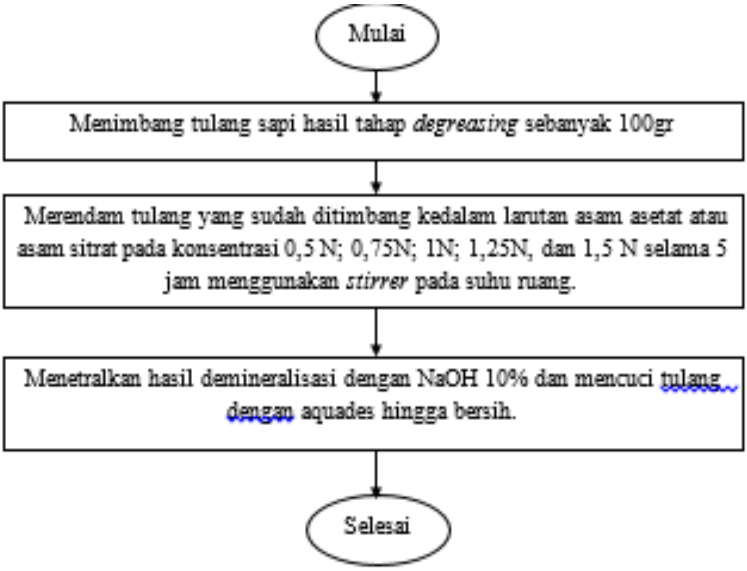
3.6.1 Diagram Block Proses Pembuatan *Bovine Collagen*



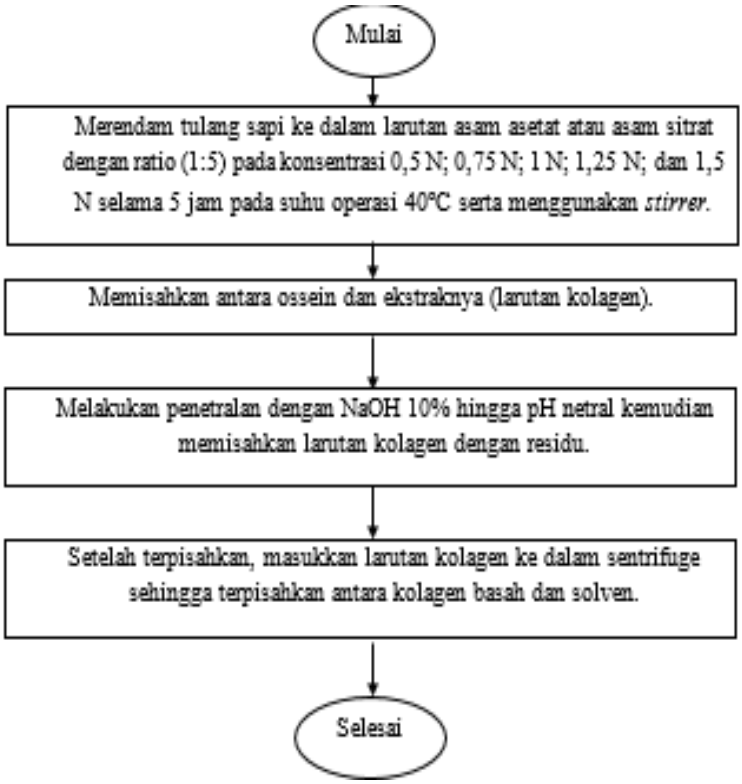
3.6.2 Diagram Alir Proses Pembuatan *Bovine Collagen*

3.6.2.1 Tahap *Degreasing*

3.6.1.2 Tahap Demineralisasi



3.6.1.3 Proses Ekstraksi Kolagen



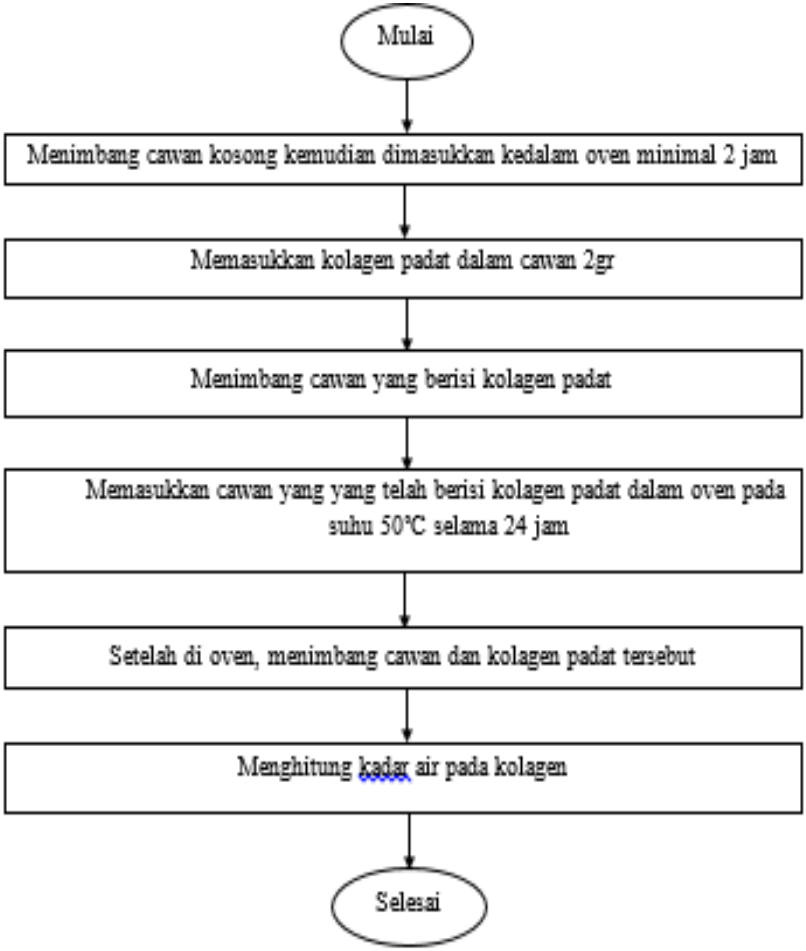
3.6.1.4 Tahap pengeringan

3.6.2 Proses Analisa Produk *Bovine Collagen*

3.6.2.1. Analisa rendemen

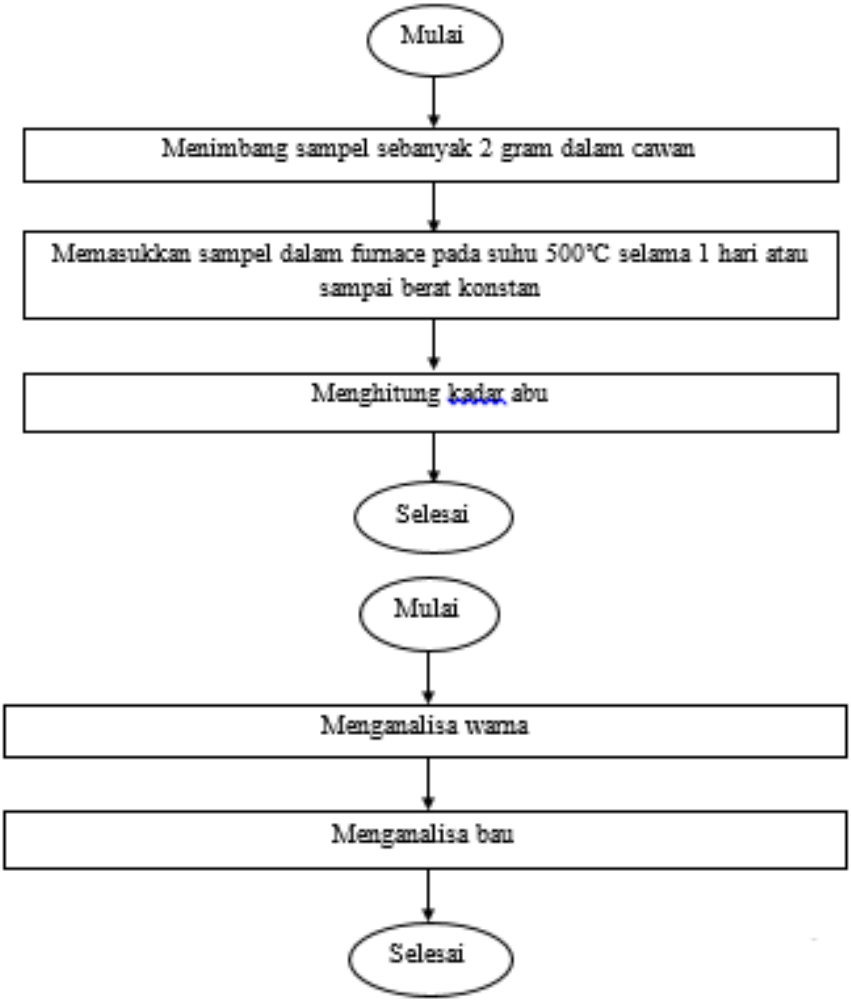
3.6.2.2. Analisa pH

3.6.2.3. Analisa kadar air kolagen berdasarkan SNI-01-2354-1-2006

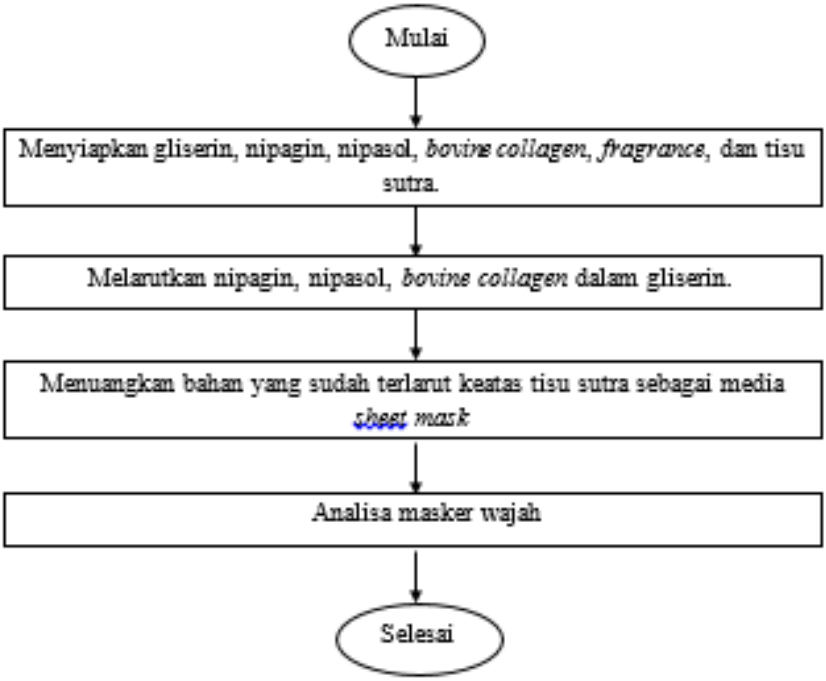


3.6.2.4. Analisa kadar abu berdasarkan SNI-01-2354-1-2006

3.6.2.5. Analisa organoleptik



3.6.3 Tahap pembuatan produk masker



Halaman Ini Sengaja Dikosongkon

BAB IV

HASIL INOVASI DAN PEMBAHASAN

BAB IV

HASIL INOVASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Inovasi

Dari hasil ekstraksi dengan menggunakan solven berupa asam asetat dan asam sitrat didapatkan hasil berupa kolagen pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Pembuatan *Bovine Collagen* dengan Menggunakan Solven Asam Asetat dan asam sitrat

No	Variabel	Gambar
1	Konsentrasi Asam Asetat 0,5 N; Temperatur Ekstraksi 40ºC; Lama Ekstraksi 5 Jam	
2	Konsentrasi Asam Asetat 0,75 N; Temperatur Ekstraksi 450ºC; Lama Ekstraksi 5 Jam	
3	Konsentrasi Asam Asetat 1 N; Temperatur Ekstraksi 40ºC; Lama Ekstraksi 5 Jam	

4	Konsentrasi Asam Asetat 1,25 N; Temperatur Ekstraksi 40ºC; Lama Ekstraksi 5 Jam	
5	Konsentrasi Asam Asetat 1,5 N; Temperatur Ekstraksi 40ºC; Lama Ekstraksi 5 Jam	
6	Konsentrasi Asam Sitrat 0,5 N; Temperatur Ekstraksi 40ºC; Lama Ekstraksi 5 Jam	
7	Konsentrasi Asam Sitrat 0,75 N; Temperatur Ekstraksi 40ºC; Lama Ekstraksi 5 Jam	

8	Konsentrasi Asam Sitrat 1 N; Temperatur Ekstraksi 40ºC; Lama Ekstraksi 5 Jam	
9	Konsentrasi Asam Sitrat 1,25 N; Temperatur Ekstraksi 40ºC; Lama Ekstraksi 5 Jam	
10	Konsentrasi Asam Sitrat 1,5 N; Temperatur Ekstraksi 40ºC; Lama Ekstraksi 5 Jam	

Tabel 4.2 Hasil Analisa Organoleptik

Jenis Solven	Konsentrasi (N)	Bau	Warna	Tekstur
Asam Asetat	0,50	Agak Amis	Putih	Serbuk halus
	0,75	Tidak berbau	Putih	Serbuk kasar
	1,00	Agak Amis	Putih agak kusam	Serbuk kasar
	1,25	Amis agak asam	Putih	Serbuk kasar
	1,50	Amis agak asam	Putih	Serbuk kasar
Asam Sitrat	0,50	Tidak berbau	Putih agak kusam	Serbuk agak kasar
	0,75	Agak Amis	Putih	Serbuk halus
	1,00	Agak Amis	Putih agak kusam	Serbuk agak kasar
	1,25	Amis agak asam	Putih	Serbuk kasar
	1,50	Amis agak asam	Putih	Serbuk halus

Bovine collagen merupakan kolagen yang terbuat dari tulang sapi. Kolagen merupakan komponen struktural utama dari jaringan ikat putih (*white connetive tissue*) yang meliputi hampir 30% dari total protein hewan. Tulang sapi yang dipilih meruakan tulang sapi kompak yang dipotong-potong menggunakan bantuan grinder supaya lebih mudah untuk diproses menjadi kolagen. Lemak yang masih terdapat pada tulang sapi di bersihkan yaitu melalui proses *degreasing* menggunakan tangka presto. Selanjutnya tulang yang sudah melewati tahap *degreasing* dilanjutkan demineralisasi dilakukan dengan *stirrer* dalam larutan asam asetat dan asam sitrat pada suhu dan tekanan ruang. Setelah melalui proses demineralisasi, tulang di ekstraksi untuk mendapatkan kolagennya. Sama seperti proses demineralisasi, kolagen yang melalui proses ekstraksi dilakukan dengan bantuan *stirrer* namun bedanya pada proses ekstraksi dilakukan pada suhu 40ºC. Proses ekstraksi yang digunakan adalah jenis ekstraksi solven, solven yang digunakan adalah asam asetat dan asam sitrat. Konsentrasi yang digunakan adalah 0,5 N; 0,75 N; 1 N; 1,25 N; dan 1,5 N.

Pada tahap demineralisasi terjadi perubahan materi secara kimia. Materi yang bereaksi adalah protein kolagen (satu dari tiga asam amino yang terkandung dalam rantai peptidanya adalah glisin) dengan CH_3COOH, sebelum terjadi reaksi, asam amino yang dikandung dalam kolagen (glisin dan prolin) memiliki daya regang yang kuat. Kolagen yang membentuk heliks disebut kelompok kolagen (Hart, 1983). Setelah tulang direndam dalam solven, terjadi reaksi yang mengakibatkan pilinan heliks menjadi regang sehingga kulit dapat mengikat air. Hal ini ditandai dengan struktur tulang yang semula kering menjadi terkesan terdapat air dan warna tulang menjadi putih pucat. Demineralisasi bertujuan

untuk menghilangkan senyawa kimia pembentukan kulit dan protein non kolagen.

Tulang sapi yang hasil proses demineralisasi kemudian diekstraksi dengan solven asam. Asam yang digunakan sebagai larutan pengekstrak yaitu asam asetat dan asam sitrat dengan konsentrasi 0,5 N; 0,75 N; 1 N; 1,25 N; dan 1,5 N. Proses ekstraksi dilakukan selama 5 jam dan dilakukan pada suhu 40ºC. Dalam hal ini perubahan materi yang terjadi adalah perubahan kimia. Adanya reaksi kimia, pilinan helik rantai kolagen akan terurai dari yang semula membentuk
heliks tiga rantai menjadi rantai heliks yang lebih sederhana. Hal ini ditandai dengan perubahan ukuran tulang menjadi semakin tebal. Kolagen dapat mengalami penyusutan jika dipanaskan di atas suhu penyusutan. Suhu penyusutan kolagen pada umumnya berkisar antara 60-70ºC, dimana serat kolagen akan menjadi lebih pendek sepertiga atau seperempat dari panjang asalnya. Jika suhu dinaikan sampai 80ºC maka terjadi denaturasi protein dari *triple helix* meregang menjadi pilinan-pilinan yang lebih sederhana (perubahan fasa dari gel menjadi sol) sehingga kolagen akan berubah menjadi gelatin. Pemecahan struktur kolagen menjadi lilitan acak yang larut dalam air yang disebut gelatin. Konversi kolagen menjadi gelatin biasanya didasarkan pada pengaturan suhu ekstraksi, yang dilakukan untuk mencegah kerusakan protein pada suhu tinggi *(Benget,2013)*.

4.2. Analisis pengaruh konsentrasi dan jenis solven pada ekstraksi tulang sapi terhadap hasil *rendemen* kolagen tulang sapi *(bovine collagen)*

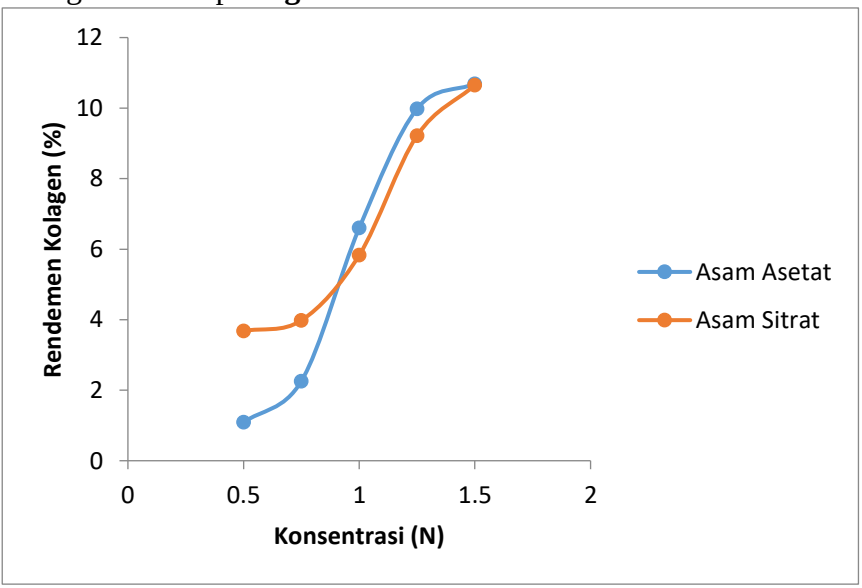
Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk membandingkan variasi dua jenis solven dalam proses

ekstraksi tulang sapi, yaitu perbandingan antara solven asam asetat dan asam sitrat. Asam asetat dan asam sitrat dipilih karena meduanya merupakan asam organik. Ekstraksi dapat menggunakan solven berupa asam kuat atau asam lemah. Pada proses ekstraksi menggunakan, tulang sapi yang sudah di cacah dan melalui proses demineralisasi diambil sebanyak 100 gram kemudian ditambahkan solven berupa asam asetat atau asam sitrat sebanyak 500 ml dan dilakukan proses ekstraksi menggunakan *stirrer* yang di modifiksi dengan dimmer. Proses ekstraksi selama 5 jam dengan suhu operasi 40ºC dengan tekanan 1 atm.

Tabel 4.3 Hasil Rendemen *Bovine Collagen* pada Percobaan

Jenis Solven	Konsentrasi (N)	Berat Awal (gr)	Berat Kering (gr)	Rendemen (%)
Asam Asetat	0,50	100	1,09	1,09
	0,75	100	2,26	2,26
	1,00	100	6,60	6,60
	1,25	100	9,98	9,98
	1,50	100	10,69	10,69
Asam Sitrat	0,50	100	3,68	3,68
	0,75	100	3,98	3,98
	1,00	100	5,83	5,83
	1,25	100	9,22	9,22
	1,50	100	10,65	10,65

Dari hasil ekstraksi solven menggunakan *stirrer* didapatkan hasil berupa kolagen pada **Tabel 4.3**. Nilai rendemen paling tinggi ditunjukkan pada penggunaan solven asam asetat sebesar 1,5 N yaitu sebesar 10,69 % yaitu 10,69 gr. Sedangkan rendemen meningkat secara signifikan dari 2,26 % ke 6,6 % pada penggunaan solven asam asetat. Untuk mengetahui perbandingan hasil rendemen antara solven asam asetat dan asam sirat pada ekstraksi kolagen akan digambarkan pada **grafik 4.1**.



Grafik 4.1 Hasil Rendemen Kolagen dengan Metode Ekstraksi Solven Menggunakan Asam Asetat dan Asam Sitrat

Terlihat bahwa pada **grafik 4.1** nilai Rendemen (%) pada Solven asam asetat cenderung lebih tinggi dari solven asam sitrat. Nilai *rendemen* optimum pada Solven asam asetat didapatkan pada konsentrasi 1 N yaitu sebesar 6,6 (%).

Sedangkan pada solven asam sitrat *rendemen* optimum diperoleh pada konsentrasi 1,25 N yaitu sebesar 9,22 (%). Hal ini menunjukkan bahwa pada penggunaan solven asam sitrat dapat mencapai titik optimum ekstraksi lebih cepat jika dibandingkan penggunaan solven asam sitrat.

Menurut Zhou dan Joe (2005), konsentrasi asam yang diterapkan dalam proses produksi ekstrak kolagen dapat meningkatkan nilai rendemen. Kecepatan proses hidrolisis yang semakin cepat mampu meningkatkan jumlah molekul serabut kolagen yang terkonversi menjadi produk kolagen sederhana. Sedangkan menurut Naro (2013), berdasarkan proses ekstraksi sampel yang menggunakan konsentrasi asam asetat mendapatkan kesimpulan makin tinggi kosentrasi larutan asam asetat yang digunakan, makin banyak kolagen yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa faktor konsentrasi larutan asam asetat memberikan pengaruh signifikan terhadap ekstrasi protein kolagen.

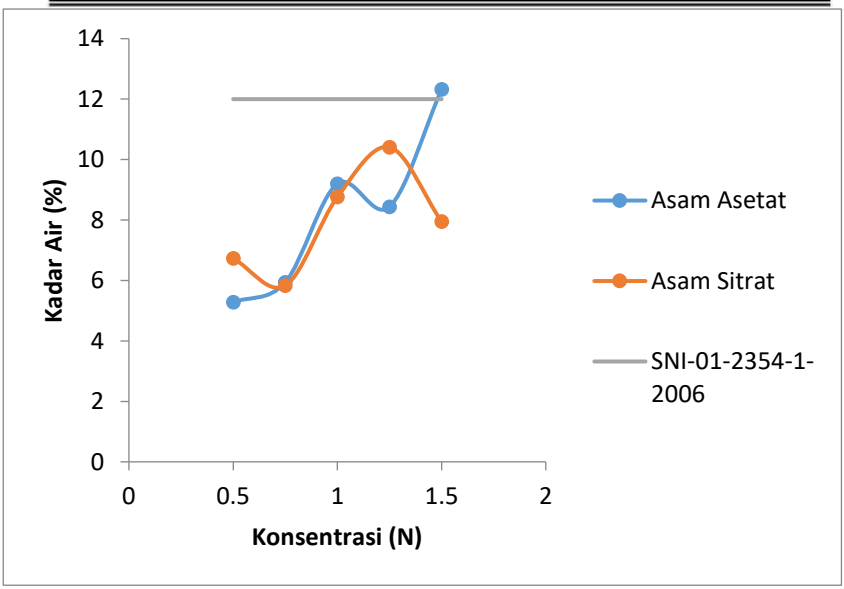
4.3. Analisis Pengaruh Konsentrasi Solven Ekstraksi Terhadap Analisa Proksimat pada Kolagen Tulang Sapi *(Bovine collagen)*

Analisa proksimat dilakukan untuk mengetahui kadar air dan kadar abu yang terkandung dalam suatu sampel. Air merupakan kandungan penting dalam suatu bahan pangan. Air dapat berupa komponen intraseluler dan atau ekstraseluler dari suatu produk. Sedangkan abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kadar abu merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan pangan. Pada **Tabel 4.4** dipaparkan hasil analisa kadar air dan kadar abu dari kolagen hasil percobaan.

Tabel 4.4 Hasil Kadar Air dalam *Bovine Collagen* Hasil Percobaan

Jenis Solven	Konsentrasi (N)	Berat Awal (gr)	Berat Kering (gr)	Kadar Air (%)	Berat Abu (gr)	Kadar Abu (%)
Asam Asetat	0,50	2	1,89	5,28	1,97	1,23
	0,75	2	1,89	5,94	1,98	0,97
	1,00	2	2,01	9,20	1,97	1,16
	1,25	2	1,83	8,44	1,98	0,74
	1,50	2	1,75	12,32	1,98	0,62
Asam Sitrat	0,50	2	1,86	6,73	1,97	1,26
	0,75	2	1,88	5,83	1,96	1,76
	1,00	2	1,82	8,76	1,98	0,78
	1,25	2	1,79	10,41	1,99	0,44
	1,50	2	1,84	7,95	1,99	0,34

Tabel 4.4 dipaparkan hasil uji proksimat kadar air dari kolagen. Pengujian kadar air dilakukan berdasarkan SNI No 01-2354-1-2006, dalam SNI tersebut dijelaskan bagaimana cara uji kadar air pada produk. Untuk batas maksimal SNI dari kadar air adalah 12%. **Grafik 4.2** menggambarkan tentang perbandingan hasil kadar air pada sampel dan SNI.

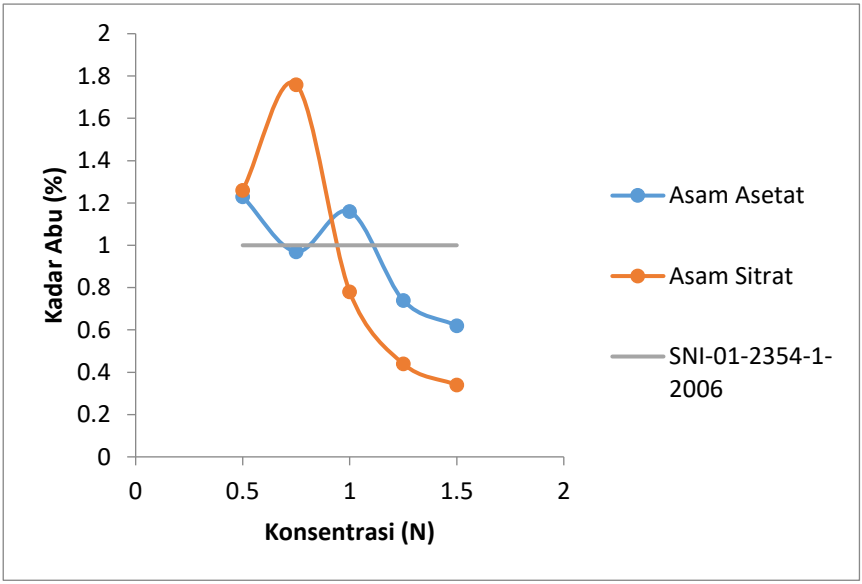


Grafik 4.2 Hubungan Antara Kadar Air dengan Konsentrasi Solven Asam Asetat dan Asam Sitrat

Terlihat pada **Grafik 4.2** bahwa kadar air pada solven asam sitrat dan asam asetat fluktuatif namun cenderung naik. Hal ini terjadi pada konsentrasi 1,25 N pada asam asetat, dan konsentrasi 1,5 N pada asam sitrat. Untuk hasil yang tidak sesuai dengan SNI No 01-2354-1-2006 adalah kolagen yang menggunakan solven asam asetat. Di dalam SNI dijelaskan bahwa batas maksimum untuk kadar air adalah 12% sedangkan pada variabel asam asetat 1,5 N adalah 12,33%.

Jaswir *et al*. (2011) mengatakan bahwa penggunaan asam membantu peningkatan H^+ yang menyebabkan air lebih mudah masuk ke dalam serat kolagen. Masuknya air disebabkan oleh gaya elektrostatik antara gugus polar pada serat kolagen dengan H^+ dari asam atau terbentuknya ikatan hidrogen antara gugus nonpolar pada serat kolagen dengan

H^+ dari asam, sehingga dapat mendukung rusaknya struktur serat kolagen melalui terganggunya ikatan nonkovalen dan pada akhirnya memudahkan ekstraksi dan kelarutan kolagen.



Grafik 4.3 Hubungan Antara Kadar Abu dengan Konsentrasi Solven Asam Asetat dan Asam Sitrat

Terlihat pada **Grafik 4.3** bahwa kadar abu pada solven asam sitrat dan asam asetat fluktuatif namun cenderung turun. Hal ini terjadi pada konsentrasi 0,75 N pada asam asetat, dan asam sitrat. Untuk hasil yang tidak sesuai dengan SNI No 01-2354-1-2006 adalah kolagen yang menggunakan solven asam asetat 0,5 N dan 1 N yaitu 1,23% dan 1,16%, kemudian untuk asam sitrat adalah pada saat konsentrasi 0,5 N dan 0,75 N yaitu 1,26% dan 1,76%. Di dalam SNI dijelaskan bahwa batas maksimum untuk kadar abu adalah 1%.

Kadar abu yang dihasilkan dari konsentrasi tertinggi mempunyai nilai abu yang terendah, dikarenakan pada saat ekstraksi kimia konsentrasi tertingi tersebut banyak mengekstrak protein sehingga yang paling banyak terekstrak adalah kadar protein, sedangkan kadar abu yang ada didalam bahan pangan tersebut tidak ikut masuk kedalam produk kolagen. Kadar abu yang didapatkan dapat menunjukan total mineral dalam suatu bahan pangan, apabila dalam suatu bahan pangan memiliki total mineral yang tinggi maka kualitas bahan pangan tersebut tidak baik, dan sebaliknya apabila memiliki nilai kadar abu yang sedikit maka bahan pangan tersebut aman untuk digunakan. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka nilai kadar abu akan semakin kecil, karena konsentrasi tersebut berpengaruh terhadap kadar abu *(Purnomo,1991).*

Kolagen kering yang dihasilkan mengandung mineral karena sebelum proses pengeringan tidak dilakukan pemisahan mineral. Mineral yang terkandung di dalam kolagen ketika diabukan tidak akan hilang tetapi ikut menjadi abu sehingga akan menyumbang kadar abu *(Astawan, 2002).*

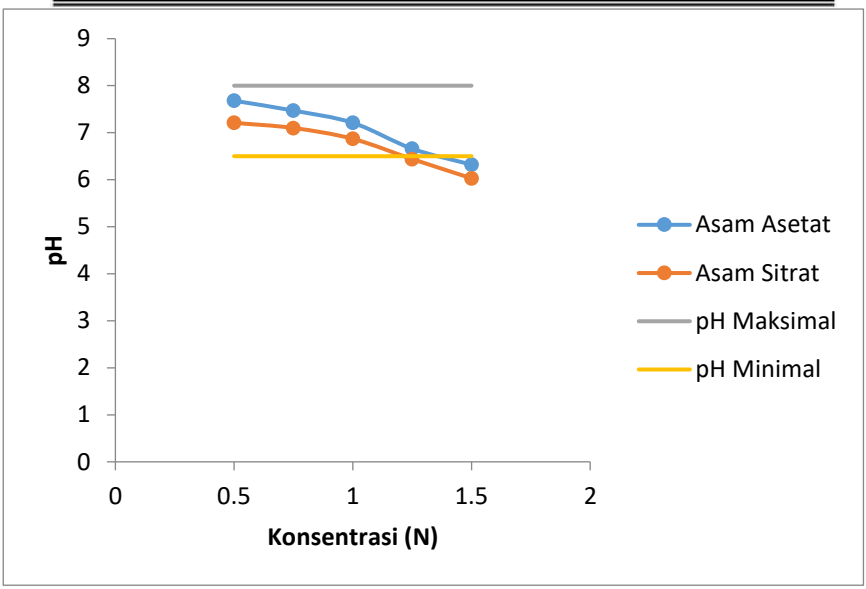
4.4. Analisis perbandingan pH terhadap hasil kolagen tulang sapi *(bovine collagen)*

Berdasarkan analisa pH terhadap kolagen yang telah dilakukan, maka di dapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 4.5 Hasil perbandingan pH pada *Bovine Collagen* hasil Percobaan

Jenis Solven	Konsentrasi (N)	Nilai pH
Asam Asetat	0,50	7,68
	0,75	7,47
	1,00	7,21
	1,25	6,66
	1,50	6,32
Asam Sitrat	0,50	7,21
	0,75	7,10
	1,00	6,87
	1,25	6,44
	1,50	6,03

Tabel 4.5 menyajikan data hasil analisa pH dari produk kolagen yang di dapatkan dari berapa variabel. Berdasarkan SNI No 8076-2014 nilai pH maksimal untuk kolagen adalah 8 dan pH minimalnya adalah 6,5. pH merupakan salah satu parameter penting dalam standar mutu kolagen. Hal ini disebabkan karena pH berpengaruh pada pengaplikasian produk kolagen dalam produk. Apabila kolaen bersifat netral, maka penggunaannnya akan lebih luas.



Grafik 4.4 Perbandingan pH hasil Kolagen

Pada **grafik 4.4** dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi solven, maka semakin rendah pHnya. Pada kedua jenis solven, pH paling rendah terdapat pada konsentrasi 1,75 N, dan pH paling tinggi dan optimal berada pada kosentrasi 0,5 N. Perbedaan nilai pH ini bergantung pada proses penetralan dengan menambahkan basa pada solven. Berdasarkan grafik **grafik 4.4** dapat disimpulkan bahwa terdapat 3 titik yang tidak sesuai dengan SNI yaitu pada variabel asam asetat 1,75 N; variabel asam sitrat 1,5 N; dan 1,75 N. Nilai dari variabel tersebut tidak berada pada rentang 6,5-8 sesuai dengan SNI No 8076-2014.

Menurut Alhana (2015), Perbedaan nilai pH kolagen dapat disebabkan perbedaan jenis dan konsentrasi asam atau basa yang digunakan selama proses hidrolisis. Netralisasi mempengaruhi pH akhir kolagen karena proses tersebut

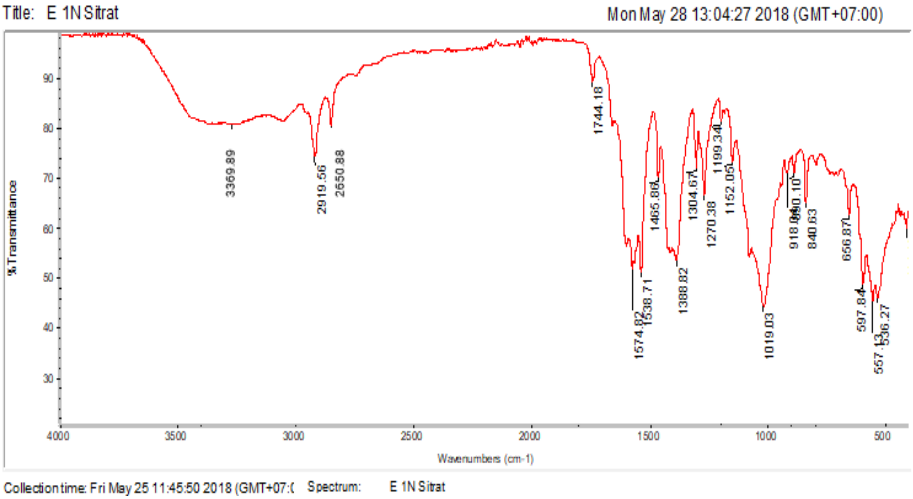
dapat mengurangi residu asam maupun basa setelah proses pretreatment dan hidrolisis. Proses penetralan yang baik menghasilkan pH akhir yang mendekati pH netral.

4.5. Analisis pengaruh konsentrasi dan jenis solven pada ekstraksi tulang sapi terhadap kualitas kolagen tulang sapi *(bovine collagen)*

Banyak parameter yang menentukan baik atau buruknya kualitas kolagen. Salah satu parameter yang biasanya digunakan dalam penentuan kualitas kolagen tersebut adalah kandungan dan kadar yang terdapat di dalam produk kolagen. Penentuan kualitas kolagen, ditandai dengan kandungan gugus fungsi protein dalam produk tersebut.

FTIR atau *fourier transform infrared spectroscopy* merupakan teknik yang digunakan untuk mendapatkan spektrum infra merah dari absorbansi, emisi, fotokonduktivitas dari sampel. Fungsi dari analisa FTIR adalah untuk melihat ada atau tidaknya gugus fungsi penyusun kolagen.

Dari hasil pengujian yang dilakukan di unit layanan pengujian di Departemen Material Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember didapatkan hasil pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil analisa FTIR

Dari **Gambar 4.1** menurut Skoog menunjukkan adanya gelombang gugus fungsi N-H *stretching* pada daerah bilangan gelombang 3300-3500, ditunjukkan oleh puncak 3369,89 cm^{-1}. Spetra C=O pada daerah bilangan gelombang 1690-1760, ditunjukkan oleh puncak 1744,18 cm^{-1}. Spektra O-H ditunjukkan oleh puncak 2650,88 cm^{-1} yang mana daerah bilangan 2500-2700 cm^{-1} Spektra senyawa yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan gugus fungsi yang terdapat pada struktur kolagen. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa senyawa yang diperoleh dari penelitian ini adalah kolagen.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkon

BAB V

NERACA MASSA

BAB V
NERACA MASSA

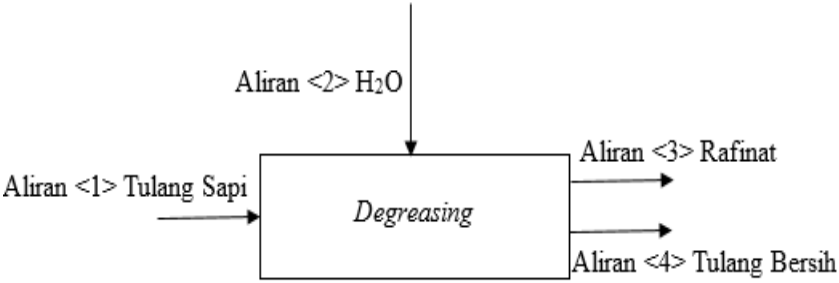
Kapasitas : 1000 kg/hari
Operasi : 300 hari/tahun; 24 jam/hari
Satuan massa : kg
Basis waktu : 1 hari
Menurut Ward (1977), komposisi tulang sapi adalah sebagai berikut :

No.	Komposisi	Kadar (%)	Massa (kg)
1	$Ca_3(PO_4)_2$	58,3	583
2	$CaCO_3$	1	10
3	$Mg_3(PO_4)_2$	2,1	21
4	$CaCl_2$	1,5	15
5	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	24,0	240
6	Protein Non Kolagen	13,1	131

5.1 Neraca Massa dengan Solven Asam Sitrat 1,5 N

5.1.1 Neraca Massa Pada Proses *Degreasing* pada Solven Asam Sitrat 1,5 N

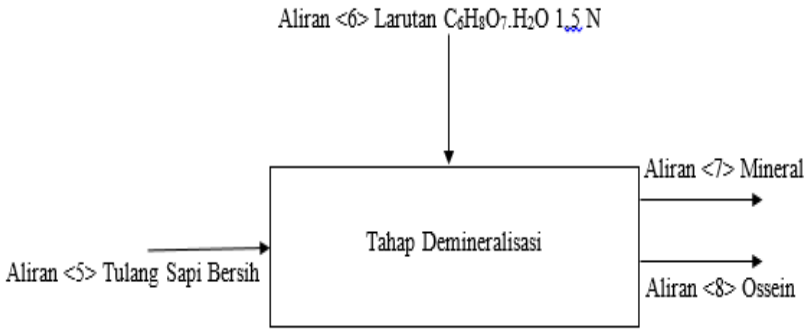
Fungsi : Menghilangkan lemak dan pengotor yang menempel pada tulang sapi.



Masuk		Keluar	
Aliran 1. Tulang Sapi	**Massa (kg)**	**Aliran 3. Rafinat**	**Massa (kg)**
$Ca_3(PO_4)_2$	583	Air Pencucian	6000
CaCO3	10	Protein Non Kolagen	131
$Mg_3(PO_4)_2$	21	**Aliran 4. Tulang Bersih**	
$CaCl_2$	15	$Ca_3(PO_4)_2$	583
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240	$CaCO_3$	10
Protein Non Kolagen	131	$Mg_3(PO_4)_2$	21
Aliran 2. H2O		$CaCl_2$	15
H_2O	6000	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240
TOTAL	**7000**	**TOTAL**	**7000**

5.1.2 Neraca Massa Pada Proses Demineralisasi Solven Asam Sitrat 1,5 N

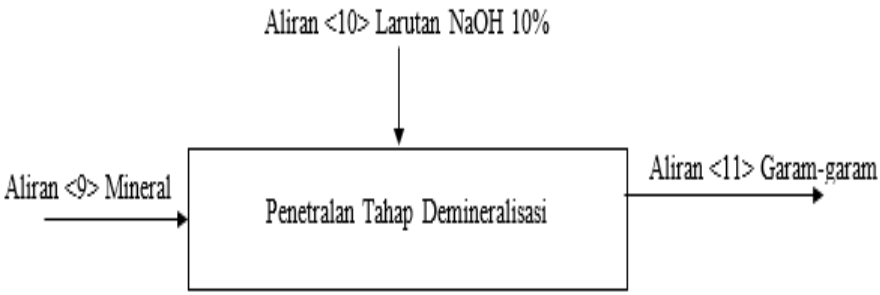
Fungsi : Mengkonversi kolagen menjadi bentuk yang sesuai untuk ekstraksi.



Masuk		Keluar	
Aliran 5. Tulang Sapi Bersih	**Massa (kg)**	**Aliran 7. Mineral**	**Massa (kg)**
$Ca_3(PO4)_2$	583,00	H_3PO_4	384,32
$CaCO_3$	10,00	H_2CO_3	6,20
$Mg_3(PO4)_2$	21,00	HCl	9,87
$CaCl_2$	15,00	H_2O	8,16
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	**Aliran 8. Ossein**	
Aliran 6. Larutan $C_6H_8O_7.H_2O$ 1,5 N		$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59
$C_6H_8O_7.H_2O$ 1.5 N	856,45	$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07
H_2O	8,16	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
		H_2O terikut reaksi	73,41
TOTAL	**1733,61**	**TOTAL**	**1733,61**

5.1.3 Neraca Massa Pada Proses Neutralisasi Solven Asam Sitrat 1,5 N

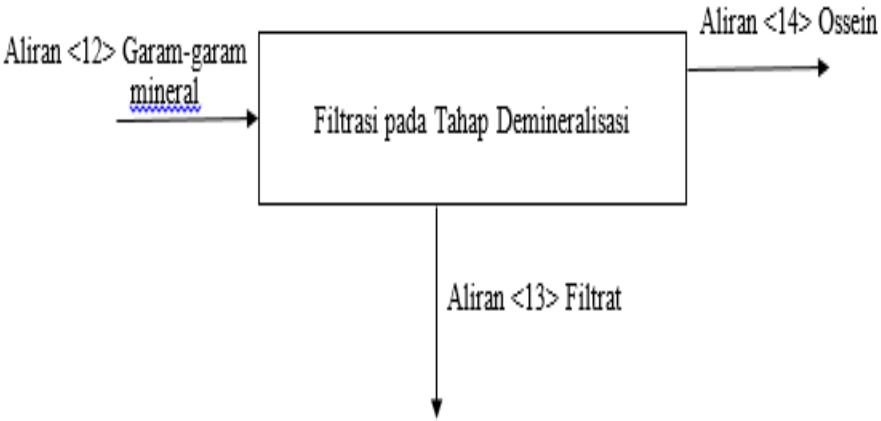
Fungsi : Menetraliasasi agar pH menjadi 7 sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya.



Masuk		Keluar	
Aliran 9. Mineral	**Massa (kg)**	**Aliran 11. Garam-garam Mineral**	**Massa (kg)**
H_3PO_4	384,32	Na_3PO_4	643,14
H_2CO_3	6,20	Na_2CO_3	10,60
HCl	9,87	NaCl	15,81
Aliran 10. Larutan NaOH 10%		H_2O	4624,85
NaOH	489,40		
H_2O	4404,62		
TOTAL	**5294,41**	**TOTAL**	**5294,41**

5.1.4 Neraca Massa Filtrasi Pada Proses Demineralisasi Solven Asam Sitrat 1,5 N

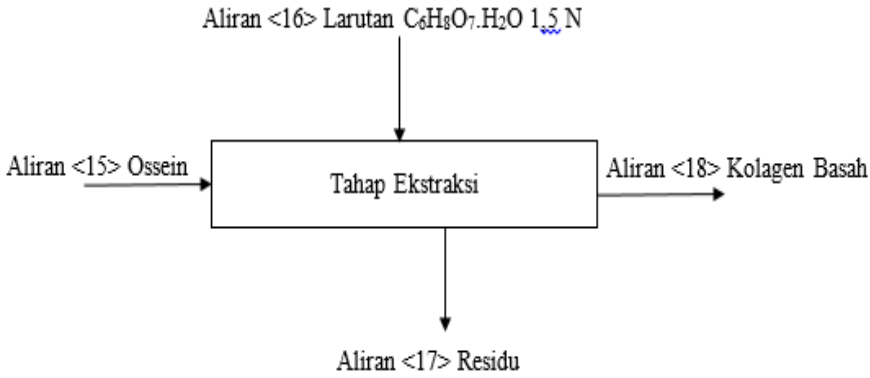
Fungsi : Memisahkan ossein dengan filtrat.



Masuk		Keluar	
Aliran 12. Garam-garam mineral	**Massa (kg)**	**Aliran 13. Filtrat**	**Massa (kg)**
Na_3PO_4	643,14	Na_3PO_4	643,14
Na_2CO_3	10,60	Na_2CO_3	10,60
NaCl	15,81	NaCl	15,81
H_2O	220,23	H_2O	220,23
Ossein		**14. Ossein**	
$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59	$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59
$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07	$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL	**2141,45**	**TOTAL**	**2141,45**

5.1.5 Neraca Massa Pada Proses Ekstraksi Solven Asam Sitrat 1,5 N

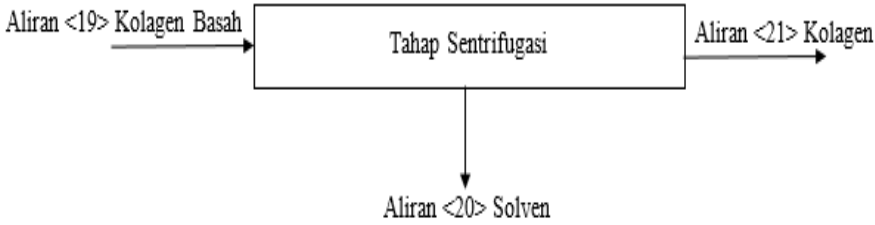
Fungsi : Mengkonversi ossein menjadi kolagen.



Masuk		Keluar	
Aliran 15. Ossein	**Massa (kg)**	**Aliran 17. Residu**	**Massa (kg)**
$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59	$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59
$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07	$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	$C_6H_5O_7(NH_2)_3$	23,55
Aliran 16. Larutan $C_6H_8O_7.H_2O$ 1,5 N		H_2O	4,97
$C_6H_8O_7.H_2O$	20,87	**Aliran 18. Kolagen Basah**	
H_2O	4,97	Kolagen Basah	237,37
TOTAL	**1277,50**	**TOTAL**	**1277,50**

5.1.6 Neraca Massa Pada Proses Sentrifugasi Solven Asam Sitrat 1,5 N

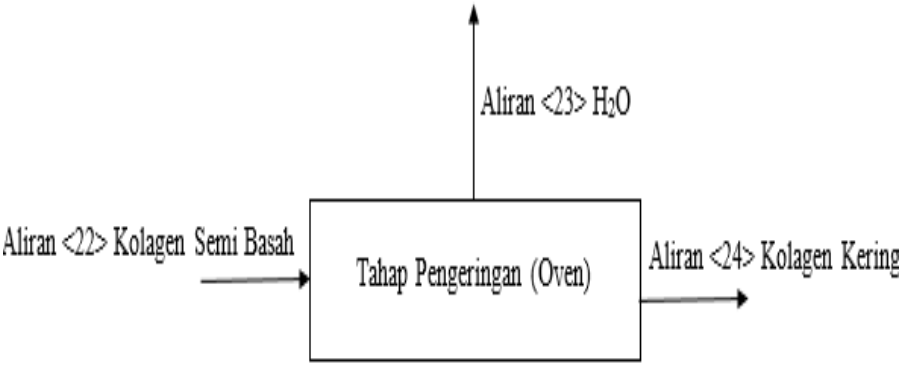
Fungsi : Memisahkan larutan menjadi 2 lapisan : kolagen dan solven berdasarkan massa jenis



Masuk		Keluar	
Aliran 19. Kolagen Basah	**Massa (kg)**	**Aliran 20. Solven**	**Massa (kg)**
Kolagen Basah	237,32	Solven	64,00
		Aliran 21. Kolagen semi basah	
		Kolagen semi basah	173,32
TOTAL	**237,32**	**TOTAL**	**237,32**

5.1.7 Neraca Massa Pada Proses Pengeringan Solven Asam Sitrat 1,5 N

Fungsi : Untuk menguapkan air yang terkandung dalam kolagen

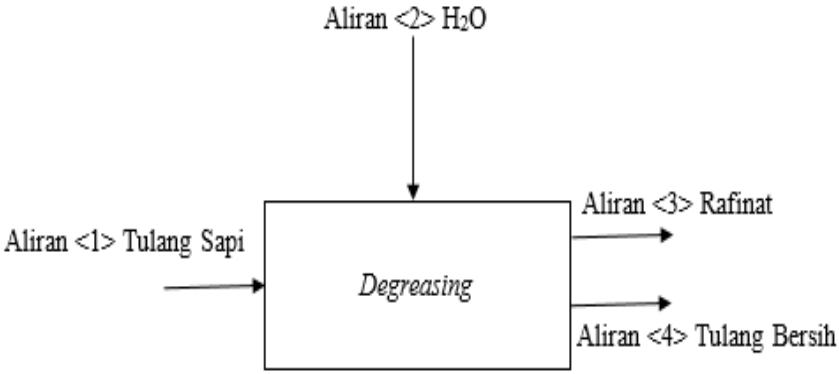


Masuk		Keluar	
Aliran 22. Kolagen Semi Basah	**Massa (kg)**	**Aliran 23. H_2O**	**Massa (kg)**
Kolagen Semi Basah	173,32	H_2O	30,00
		Aliran 24. Kolagen Kering	
		Kolagen Kering	143,32
TOTAL	**173,32**	**TOTAL**	**173,32**

5.2.1 Neraca Massa dengan Solven Asam Asetat 1,5 N

5.2.1 Neraca Massa Pada Proses *Degreasing* pada Solven Asam Asetat 1,5 N

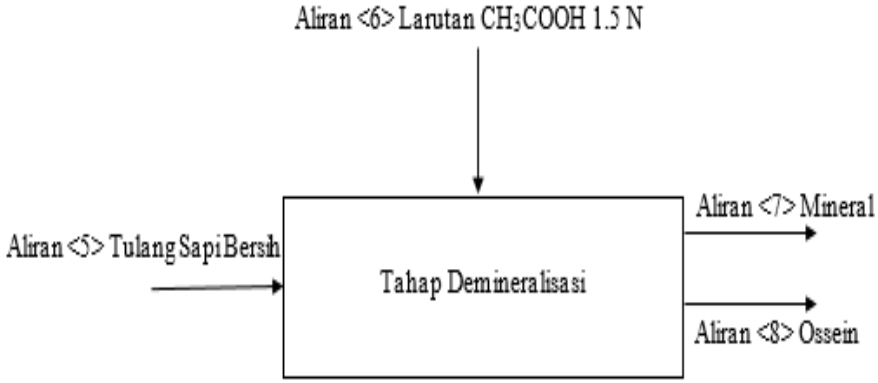
Fungsi : Menghilangkan lemak dan pengotor yang menempel pada tulang sapi.



Masuk		Keluar	
Aliran 1. Tulang Sapi	**Massa (kg)**	**Aliran 3. Rafinat**	**Massa (kg)**
$Ca_3(PO_4)_2$	583	Air Pencucian	6000
CaCO3	10	Protein Non Kolagen	131
$Mg_3(PO_4)_2$	21	**Aliran 4. Tulang Bersih**	
$CaCl_2$	15	$Ca_3(PO_4)_2$	583
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240	$CaCO_3$	10
Protein Non Kolagen	131	$Mg_3(PO_4)_2$	21
Aliran 2. H2O		$CaCl_2$	15
H_2O	6000	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240
TOTAL	**7000**	**TOTAL**	**7000**

5.2.2 Neraca Massa Pada Proses Demineralisasi Solven Asam Asetat 1,5 N

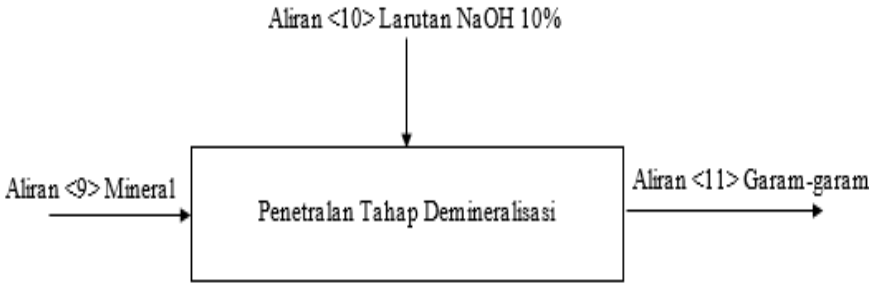
Fungsi : Mengkonversi kolagen menjadi bentuk yang sesuai untuk ekstraksi.



Masuk		Keluar	
Aliran 5. Tulang Sapi Bersih	**Massa (kg)**	**Aliran 7. Mineral**	**Massa (kg)**
$Ca_3(PO_4)_2$	583,00	H_3PO_4	384,32
$CaCO_3$	10,00	H_2CO_3	6,20
$Mg_3(PO_4)_2$	21,00	HCl	9,87
$CaCl_2$	15,00	H_2O	7457,56
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	**Aliran 8. Ossein**	
Aliran 6. Larutan CH_3COOH 1.5 N		$(CH_3COO)_2Ca$	928,58
CH_3COOH 1.5 N	734,10	$(CH_3COO)_2Mg$	34,15
H_2O	7457,56	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL	**9060,66**	**TOTAL**	**9060,66**

5.2.3 Neraca Massa Pada Proses Neutralisasi Solven Asam Asetat 1,5 N

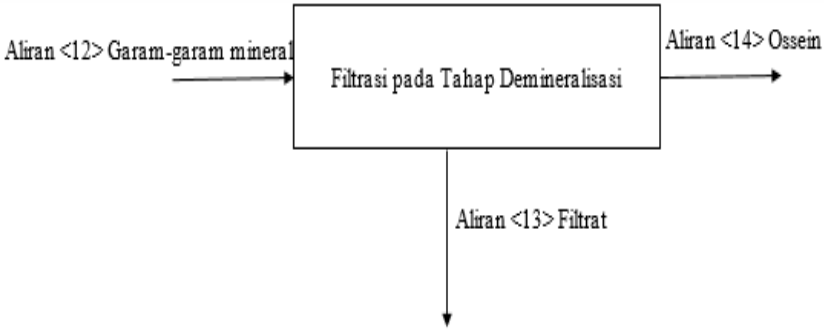
Fungsi : Menetraliasasi agar pH menjadi 7 sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya.



Masuk		Keluar	
Aliran 9. Mineral	**Massa (kg)**	**Aliran 11. Garam-garam Mineral**	**Massa (kg)**
H_3PO_4	384,32	Na_3PO_4	643,14
H_2CO_3	6,20	Na_2CO_3	10,60
HCl	9,87	NaCl	15,81
Aliran 10. Larutan NaOH 10%		H_2O	4624,62
NaOH	489,40		
H_2O	4404,62		
TOTAL	**5294,40**	**TOTAL**	**5294,40**

5.2.4 Neraca Massa Filtrasi Pada Proses Demineralisasi Solven Asam Asetat 1,5 N

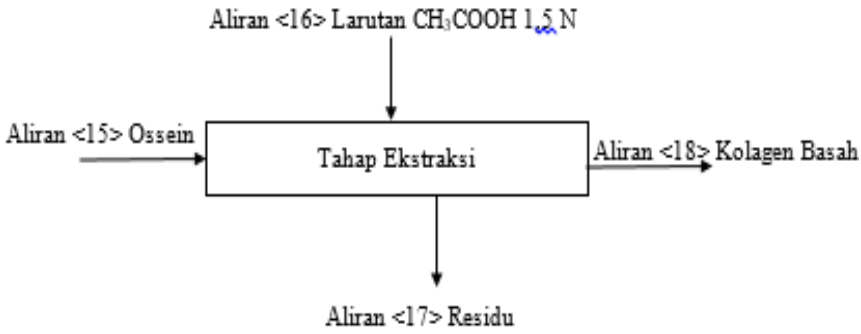
Fungsi : Memisahkan ossein dengan filtrat.



Masuk		Keluar	
Aliran 12. Garam-garam mineral	**Massa (kg)**	**Aliran 13. Filtrat**	**Massa (kg)**
Na_3PO_4	643,14	Na_3PO_4	643,14
Na_2CO_3	10,60	Na_2CO_3	10,60
NaCl	15,81	NaCl	15,81
H_2O	220,23	H_2O	220,23
Aliran 12. Ossein		**14. Ossein**	
$(CH_3COO)_2Ca$	928,58	$(CH_3COO)_2Ca$	928,58
$(CH_3COO)_2Mg$	34,15	$(CH_3COO)_2Mg$	34,15
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL	**2092,51**	**TOTAL**	**2092,51**

5.2.5 Neraca Massa Pada Proses Ekstraksi Solven Asam Asetat 1,5 N

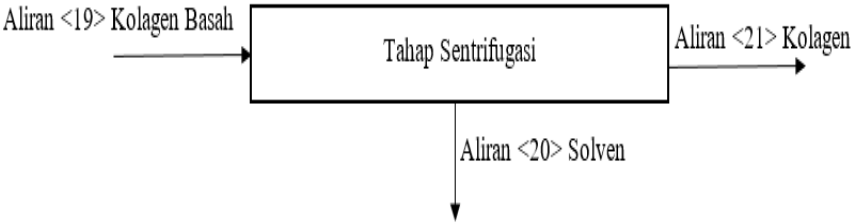
Fungsi : Mengkonversi ossein menjadi kolagen.



Masuk		Keluar	
Aliran 15. Ossein	**Massa (kg)**	**Aliran 17. Residu**	**Massa (kg)**
$(CH_3COO)_2Ca$	928,58	$(CH_3COO)_2Ca$	928,58
$(CH_3COO)_2Mg$	34,15	$(CH_3COO)_2Mg$	34,15
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	CH_3COONH_3	7,55
Aliran 16. Larutan CH_3COOH 1,5 N		H_2O	302,87
CH_3COOH	5,96	**Aliran 18. Kolagen Basah**	
H_2O	302,87	Kolagen Basah	238,41
TOTAL	**1511,55**	**TOTAL**	**1511,55**

5.2.6 Neraca Massa Pada Proses Sentrifugasi Solven Asam Asetat 1,5 N

Fungsi : Memisahkan larutan menjadi 2 lapisan : kolagen dan solven berdasarkan massa jenis



Masuk		Keluar	
Aliran 19. Kolagen Basah	**Massa (kg)**	**Aliran 20. Solven**	**Massa (kg)**
Kolagen Basah	238,41	Solven	45,00
		Aliran 21. Kolagen semi basah	
		Kolagen semi basah	193,41
TOTAL	**238,41**	**TOTAL**	**238,41**

5.1.7 Neraca Massa Pada Proses Pengeringan Solven Asam Sitrat 1,5 N

Fungsi : Untuk menguapkan air yang terkandung dalam kolag

Masuk		Keluar	
Aliran 22. Kolagen Semi Basah	**Massa (kg)**	**Aliran 23. H_2O**	**Massa (kg)**
Kolagen Basah	193,41	H_2O	55,00
		Aliran 24. Kolagen Kering	
		Kolagen Kering	138,41
TOTAL	**193,41**	**TOTAL**	**193,41**

BAB VI

NERACA PANAS

BAB VI

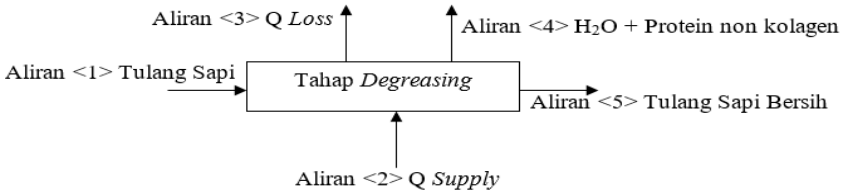
NERACA PANAS

Kapasitas : 1000 kg/hari
Operasi : 300 hari/tahun; 24 jam/hari
Satuan : kcal
Basis Waktu : 1 hari
Suhu Referensi : 25◦C

6.1 Neraca Panas dengan Solven Asam Sitrat 1,5 N

6.1.1 Neraca Panas Pada Proses *Degreasing* pada Solven Asam Sitrat 1,5 N

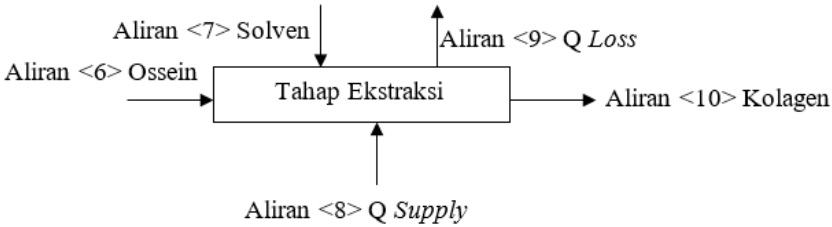
P (Daya *Heater*) = 1.020 KW
= 1.020.000 W
T kondisi operasi = 100◦C
Fungsi : Menghilangkan lemak dan pengotor yang terdapat pada tulang sapi



Masuk		Keluar	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 1		**Aliran 4**	
$Ca_3(PO_4)_2$	807,81	H_2O	449550,00
$CaCO_3$	13,87	Protein Non Kolagen	5698,50
$Mg_3(PO4)_2$	34,33	**Aliran 5**	
$CaCl_2$	22,70	$Ca_3(PO_4)_2$	7501,06
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	566,17	$CaCO_3$	128,83
Protein Non Kolagen	531,86	$Mg_3(PO_4)_2$	318,78
H2O	41958,00	$CaCl_2$	210,81
Aliran 2. Q *Supply*	2632824,00	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	5257,30
		Aliran 3. Q *loss*	2208093,46
TOTAL	**2676758,74**	**TOTAL**	**2676758,74**

6.1.2 Neraca Panas Pada Proses Ektrasi dengan Solven Asam Sitrat 1,5 N

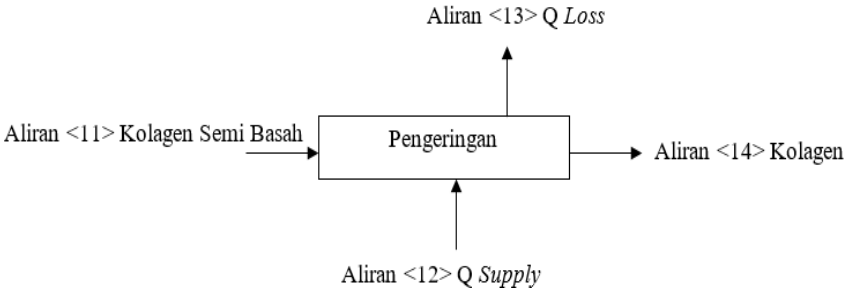
P (Daya *Heater*) = 2.000 KW
= 2.000.000 W
T kondisi operasi = 40◦C
Fungsi : Mengkorversi ossein menjadi kolagen



Masuk		Keluar	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 6		**Aliran 10**	
$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	1634,61	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	1213,22
$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	66,88	H_2O	4533,87
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	566,17		
Aliran 7		**Aliran 9**	
$C_6H_8O_7.H_2O$	84,73	Q *loss*	8600640,04
H_2O	34,75		
Aliran 8			
Q *supply*	8604000,00		
TOTAL	**8606387,14**	**TOTAL**	**8606387,14**

6.1.3 Nerasa Panas Pada Proses Pengeringan

P = 500 KW
= 500.000 W
T kondisi operasi = 40◦C
Fungsi : Mengetahui berat kolagen kering.

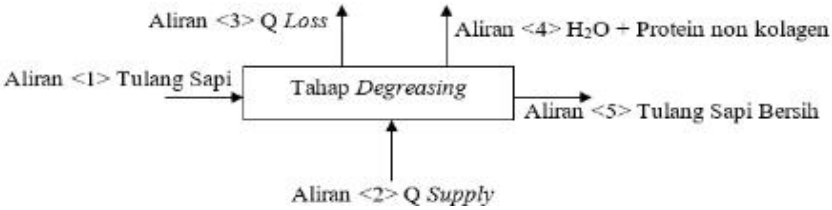


Masuk		Keluar	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 11		**Aliran 13**	
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	338,09	Q *loss*	30974223,40
H_2O	209,79	**Aliran 14**	
Aliran 12		Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	724,48
Q *Supply*	30974400,00		
TOTAL	**30974947,88**	**TOTAL**	**30974947,88**

6.2 Neraca Panas dengan Solven Asam Asetat 1,5 N

6.2.1 Neraca Panas Pada Proses *Degreasing* pada Solven Asam Asetat 1,5 N

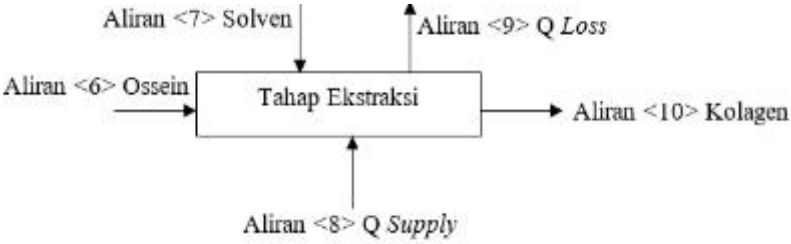
P (Daya *Heater*) = 1.020 KW
= 1.020.000 W
T kondisi operasi = 100◦C
Fungsi : Menghilangkan lemak dan pengotor yang terdapat pada tulang sapi



Masuk		Keluar	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 1		**Aliran 4**	
$Ca_3(PO_4)_2$	807,81	H_2O	449550,00
$CaCO_3$	13,87	Protein Non Kolagen	5698,50
$Mg_3(PO_4)_2$	34,33	**Aliran 5**	
$CaCl_2$	22,70	$Ca_3(PO_4)_2$	7501,06
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	566,17	$CaCO_3$	128,83
Protein Non Kolagen	531,86	$Mg_3(PO_4)_2$	318,78
H_2O	41958,00	$CaCl_2$	210,81
Aliran 2. Q *Supply*	2632824,00	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	5257,30
		Aliran 3. Q *loss*	2208093,46
TOTAL	**2676758,74**	**TOTAL**	**2676758,74**

6.2.2 Neraca Panas Pada Proses Ektrasi dengan Solven Asam Asetat 1,5 N

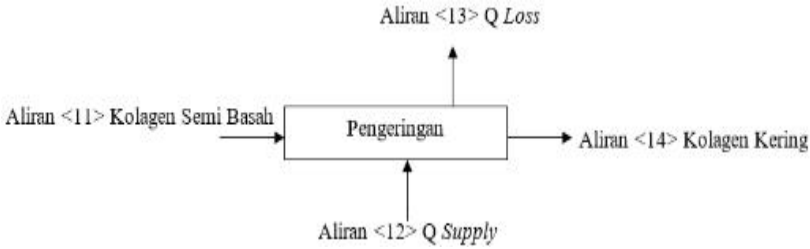
P (Daya *Heater*) = 2.000 KW
= 2.000.000 W
T kondisi operasi = 40◦C
Fungsi : Mengkorversi ossein menjadi kolagen



Masuk		Keluar	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 6		**Aliran 10**	
$(CH_3COO)_2Ca$	1777,23	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	1213,22
$(CH_3COO)_2Mg$	72,71	H_2O	4533,87
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	566,17		
Aliran 7		**Aliran 9**	
CH_3COOH	24,18	Q *loss*	8602809,01
H_2O	2115,81		
Aliran 8			
Q *supply*	8604000,00		
TOTAL	**8608556,10**	**TOTAL**	**8608556,10**

6.2.3 Nerasa Panas Pada Proses Pengeringan

P = 500 KW
= 500.000 W
T kondisi operasi = 40◦C
Fungsi : Mengetahui berat kolagen kering



Masuk		Keluar	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 11		**Aliran 13**	
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	326,52	Q *loss*	30974285,07
H_2O	384,62	**Aliran 14**	
Aliran 12		Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	826,06
Q *Supply*	30974400,00		
TOTAL	**30975111,13**	**TOTAL**	**30975111,13**

BAB VII

ESTIMASI BIAYA

BAB VII

ESTIMASI BIAYA

Basis produksi di *scale up* untuk komersil dengan kapasitas produksi per bulan adalah 15000 *sheet mask* dengan masing-masing kemasan berisi 1 sheet mask. Berikut adalah estimasi anggaran biaya :

Tabel 7.1. Biaya Investasi Peralatan Per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga Per unit (IDR)	Lifetime (Bulan)	Biaya (IDR/Bulan)
1	Cawan porselen	20	150.000	12	250.000
2	Timbangan digital	4	960.000	12	320.000
3	Oven	2	24.000.000	12	4.000.000
4	Timba Plastik	10	90.000	12	75.000
5	Termometer	10	60.000	6	100.000
6	Tangki Stainless steel	5	3.000.000	12	1.250.000
7	Stirer	5	960000	12	400.000
8	Heater	5	4.800.000	12	2.000.000
9	Grinder	2	180.000	6	60.000
10	Sentrifuge	2	2.850.000	12	475.000
11	Tangki Presto Stainless steel	2	1.200.000	12	200.000
TOTAL					**9.130.000**

Tabel 7.2. Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi Per 1 buah

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (IDR)	Biaya (IDR)
1	Tulang sapi	0,02 kg	8.000	160
2	Asam Asetat	0,0028 Lt	400.000	1.120
3	Aquades	0,4 lt	3.500	1.400
4	NaOH	0.016 kg	30.000	480
5	Nipagin	0,0002	300.000	60
6	Nipasol	0,0001	400.000	40
7	Tisu masker	1	500	500
8	Packaging	1	1000	1.000
TOTAL				**4.760**

Tabel 7.3. Biaya Pendukung Utilitas Per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (IDR)	Biaya (IDR)
1	Air	120 m^3	5.000	600.000
2	Listrik	300 kwh	1.500	450.000
TOTAL				**1.050.000**

Tabel 7.4. Biaya Pendukung Lainnya Per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (IDR)	Biaya (IDR)
1	Gaji Karyawan	4	2.500.000	10.000.000
2	Sewa Bangunan	-	5.000.000	5.000.000
3	Maintenance peralatan	1	1.000.000	1.000.000
TOTAL				**16.000.000**

7.1. *Fixed Cost* (FC)

Fixed cost atau biaya tetap adalah total biaya yang tidak akan mengalami perubahan apabila terjadi perubahan volume produksi. Biaya tetap secara total akan selalu konstan sampai tingkat kapasitas penuh. Biaya tetap merupakan biaya yang akan selalu terjadi walaupun perusahaan tidak berproduksi. Biaya tetap meliputi PBB, penyusutan alat, sewa tanah atau bangunan, utilitas, gaji karyawan, dan *maintenance* peralatan.

1. Investasi Alat IDR 9.130.000
2. Utilitas IDR 1.050.000
3. Lain-lain IDR 16.000.000

IDR 26.180.000

7.2. *Variable Cost* (VC)

Variable cost atau biaya variabel total biaya yang berubah-ubah tergantung dengan perubahan volume penjualan/produksi. Biaya variabel akan berubah secara proposional dengan perubahan volume produksi. Biaya variabel meliputi kebutuhan bahan baku.

1. Biaya variabel per produksi = 4.760

2. Biaya variabel selama 1 Bulan = 4.760 x 15000
= IDR 71.400.000

Dari hasil *fixed cost* dan *variable cost* maka dapat diketahui biaya total produksi (TC) dalam waktu satu bulan, yaitu :

TC = FC + VC
TC = 26.180.000 + 71.400.000
TC = IDR 97.580.000

7.3. Harga Pokok Penjualan (HPP)

Harga pokok penjualan adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh barang yang dijual atau harga perolehan dari barang yang dijual.

1. HPP = $\frac{\text{TC}}{\text{Jumlah Produk Per Bulan}}$

   HPP = $\frac{97.580.000}{15000\ Unit}$
   HPP = IDR 6.505,333

2. Laba = 20% x HPP
   = 20% x 17.414,133
   = IDR 1.301,067

3. Harga Jual = HPP + Laba
   = 6.394,13 + 1.278,82
   = IDR 7.806,4

4. Hasi Penjualan per Bulan
   Hasil Penjualan/Bulan = Harga Jual x Jumlah Produk/bulan
   Hasil Penjualan/Bulan = 7.806,4x 15000
   Hasil Penjualan/Bulan = IDR 117.096.000

5. Laba per Bulan

Laba/Bulan	=	Laba x Jumlah Produk/Bulan
Laba/Bulan	=	1.301,067x 15000
Laba/Bulan	=	IDR 19.516.000

6. Laba per Tahun

Laba/Tahun	=	Laba/Bulan x 12
Laba/Tahun	=	19.516.000 x 12
Laba/Tahun	=	IDR 234.192.000

7.4. *Break Even Point* (BEP)

Break even point (BEP) adalah titik impas dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. BEP ini digunakan untuk menganalisa proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa uang yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal. Berikut adalah tabel perhitungan biaya penjualan untuk memperoleh BEP :

Dalam menentukan BEP dapat melalui metode perhitungan secara langsung dan secara grafis.

a) Metode Perhitungan (Aljabar)

- Menentukan BEP dalam jumlah unit produk

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fixed Cost}}{\text{Harga Jual - VC}}$$

$$\text{BEP} = \frac{26.180.000}{7.806{,}4 - 4.760}$$

BEP = 8593,75 unit

Artinya, perusahaan perlu menjual 8593,75 *sheet mask* untuk tercapainya titik impas antara total penjualan sama

dengan total biaya produksi. Pada penjualan ke-8594 *sheet mask*, maka perusahaan tersebut akan mulai memperoleh laba.

- Menentukan BEP dalam jumlah unit Rupiah

$$BEP = \frac{\text{Fixed Cost}}{1 - (\text{VC}/\ \text{Harga Jual})}$$

$$BEP = \frac{26.180.000}{1 - (4.760/\ 7.806{,}4)}$$

$$BEP = \text{IDR } 67.086.250$$

Artinya, perusahaan perlu mendapatkan omset penjualan produk *sheet mask* senilai Rp67.086.250 agar terjadi BEP dan perusahaan akan memperoleh keuntungan.

b) Metode grafik

Pada penentuan BEP dengan metode grafik dapat diketahui dari perpotongan antara garis total cost dan total penghasilan selang waktu tertentu. Berikut adalah tabel perhitungan biaya penjualan untuk memperoleh BEP :

Tabel 7.5. Perhitungan Biaya Penjualan

Masker (biji)	Penghasilan Total (IDR)	*Fixed Cost (IDR)*	*Variable Cost (IDR)*	Total Biaya (IDR)
0	0	26,180,000.00	0	24,512,000.00
500	3,903,200.00	26,180,000.00	2,380,000.00	28,560,000.00
1000	7,806,400.00	26,180,000.00	4,760,000.00	30,940,000.00
1500	11,709,600.00	26,180,000.00	7,140,000.00	33,320,000.00
2000	15,612,800.00	26,180,000.00	9,520,000.00	35,700,000.00
2500	19,516,000.00	26,180,000.00	11,900,000.00	38,080,000.00
3000	23,419,200.00	26,180,000.00	14,280,000.00	40,460,000.00
3500	27,322,400.00	26,180,000.00	16,660,000.00	42,840,000.00
4000	31,225,600.00	26,180,000.00	19,040,000.00	45,220,000.00
4500	35,128,800.00	26,180,000.00	21,420,000.00	47,600,000.00
5000	39,032,000.00	26,180,000.00	23,800,000.00	49,980,000.00
5500	42,935,200.00	26,180,000.00	26,180,000.00	52,360,000.00
6000	46,838,400.00	26,180,000.00	28,560,000.00	54,740,000.00
6500	50,741,600.00	26,180,000.00	30,940,000.00	57,120,000.00
7000	54,644,800.00	26,180,000.00	33,320,000.00	59,500,000.00
7500	58,548,000.00	26,180,000.00	35,700,000.00	61,880,000.00
8000	62,451,200.00	26,180,000.00	38,080,000.00	64,260,000.00
8500	66,354,400.00	26,180,000.00	40,460,000.00	66,640,000.00
9000	70,257,600.00	26,180,000.00	42,840,000.00	69,020,000.00

BAB VIII
PENUTUP

BAB VIII
PENUTUP

8.1 Kesimpulan

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut

Hasil yang paling optimal dengan solven asam asetat pada konsentrasi 1,25 N didapatkan rendemen sebesar 9,98% (w/w), kadar air sebesar 8,44% (w/v), kadar abu sebesar 0,74% (w/w), serta pH sebesar 6,66. Sedangkan pada solven asam sitrat pada konsentrasi 1,5 N dengan rendemen sebesar 10,65% (w/w), kadar air sebesar 7,95% (w/v), kadar abu sebesar 0,34% (w/w), serta pH sebesar 6,03. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan jenis solven asam sitrat memiliki hasil yang lebih baik daripada penggunaan solven asam asetat.

8.2 Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang karakteristik fisik kolagen komersial yang dijual di pasaran untuk menemukan metode yang tepat dalam pembuatan kolagen, sehingga kolagen hasil percobaan yang dihasilkan memiliki karakteristik fisik yang sesuai dengan kolagen komersial pada umumnya.
2. Perlu pengujian ulang apakah produk yang dihasilkan adalah kolagen atau kapur yang berwarna putih, kemudian perlu pengecekan seberapa besar rendemen kolagen dalam produk tersebut.

3. Melakukan pengujian terhadap kadar protein dalam tulang sapi, dan mencari metode yang tepat untuk mengambil kolagen dalam tulang sapi tersebut.

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
Cp	*Heat capacity*	cal/g^{0}C
massa	Berat	g
T	Suhu	^{0}C
T_{ref}	Suhu referensi	^{0}C
DH	*Entalphy*	cal
Q	kalor	cal
pH	Derajat keasaman	-
ρ	Densitas	g/l
V	Volume	ml
N	Normalitas	-
BM	Berat molekul	-
M	Konsentrasi	mol/L
t	Waktu	Detik
μ	Viskositas	cp

DAFTAR PUSTAKA

Agum, M. B. (2017). Pengaruh Penambahan Volume Starter Dan Alkohol Terhadap Kadar Asam Asetat Dari Sari Buah Rambutan Dan Air Legen. *Journal Mikrobiologi Industri Teknik Kimia*. 1-7.

Alhana. 2015. Ekstraksi Dan Karakterisasi Kolagen Dan Nanokolagen Dari Daging Teripang Gamma (*Stichopus Variegatus*). Institut Pertanian Bogor.Bogor.

Astawan, M. dan Aviana A. 2002. Pengaruh jenis larutan kimia, dan fungsional dari kulit ikan cucut. Proseding Seminar Nasional PATPI. ISBN: 979-95249-6-2, Malang.

Benget R. Simanjuntak, 2013. Pengolahan Kolagen Dari Kulit Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus* Pengembangan Pengolahan Produk Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan (BBP4B-KP) Jakarta. UGM. Yogyakarta.

Bontor Onikayanti S. I. S. (2015). Pembuatan Asam Sitrat dengan Menggunakan Aspergillus Niger Dengan Cara Fermentasi Dengan Berbagai Variabel. *Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro*.

Harborne. J. 1996. *Plant Chemosystematic*. London: Harborne Cricket Club.

Hart H., 1983. Kimia Organik Suatu Kuliah Singkat Edisi Keenam. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Hartati. I.. Kurniasari. L. 2010. Kajian Produksi Kolagen Dari Limbah Sisik Ikan Secara Enzimatis. Teknik Kimia. 1.

Hartati. 2012. Prediksi Kelarutan Theobromine Pada Berbagai Pelarut Menggunakan Parameter Kelarutan Hildebrand. Teknik Kimia. 12-13.

Ika A. N. T. (2016). Karakteristik Kolagen Larut Asam Dari Kulit Ikan Ekor Kuning. *Karakterisasi Kolagen Larut Asam*. 79-93.

Lisnawati. D.. 2016. Tingkat Pengetahuan dan Persepsi Bahaya Kosmetika yang Mengandung Bahan Pemutih DiSMK Negeri 4 Yogyakarta . *Media Farmasi*. 123.

Perwitasari. D.S. 2008. Hidrolisis Tulang Sapi Menggunakan HCl Untuk Pembuatan Gelatin. Pengolahan Sumber Daya Alam. 2.

Prayitno. (2007). Ekstraksi Kolagen Cakar Ayam Dengan Berbagai Jenis Larutan Asam Dan Lama Perendamannya. *Animal Production*. 99-104.

Purnomo, E. 1991. Penyamakan Kulit Kaki Ayam. Kanisius.Yogyakarta

Riski. Kurniawan. Musthofa. L. 2014. Karakterisasi Luas Permukaan Bet (Braunanear. Emmelt Dan Teller) Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Aktivasi Asam Fosfat (H_3PO_4). Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem.1.

Setyowati. H. 2015. Potensi Nanokolagen Limbah Sisik Ikan Sebagai Cosmeceutical. Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas. 30-40.

Silvipriya. K.S.. Khumar. K.K. 2015. Collagen: Animal Sources And Biomedical Application . *Applied Pharmaceutical Science*. 123-127 .

Ward, A.G, dan A., Courts[ed]. 1977. The Science and Technology of Gelatin. Academy Press, New york .

Wirakartakususmah. 1992. Peralatan Dan Unit Proses. Edisi ke 1.Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Zhou, P and Joe. 2005. *Effect of alkaline and acid pretreatments on Alaska pollock skingelatin extraction.* J.Food Sci, (70), 392-396

LAMPIRAN

APPENDIKS A
NERACA MASSA

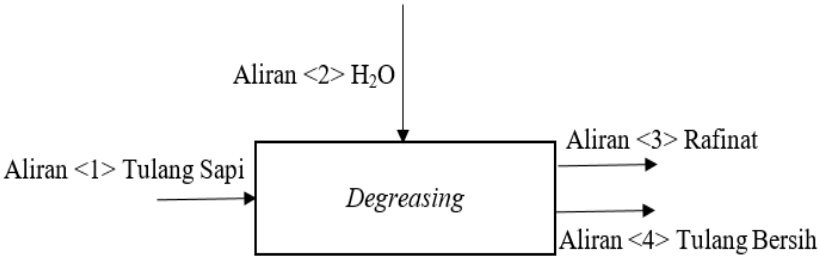
Kapasitas : 1000 kg/hari
Operasi : 300 hari/tahun; 24 jam/hari
Satuan massa : kg
Basis waktu : 1 hari

A.1 Neraca Massa Pada Proses Degreasing pada Solven Asam Sitrat 1,5 N

Fungsi : Menghilangkan lemak dan pengotor yang menempel pada tulang sapi.

Menurut Ward (1977), komposisi tulang sapi adalah sebagai berikut :

No.	Komposisi	Kadar (%)	Massa (kg)
1	$Ca_3(PO_4)_2$	58,3	583
2	$CaCO_3$	1,0	10
3	$Mg_3(PO_4)_2$	2,1	21
4	$CaCl_2$	1,5	15
5	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	24,0	240
6	Protein Non Kolagen	13,1	131



Aliran 1.
Tulang Sapi

No.	Komponen	% (berat)	Jumlah (kg)
1	$Ca_3(PO_4)_2$	58,3	583
2	CaCO3	1,0	10
3	$Mg_3(PO_4)_2$	2,1	21
4	$CaCl_2$	1,5	15
5	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	24,0	240
6	Protein Non Kolagen	13,1	131
TOTAL		**100,0**	**1000**

Aliran 2. H_2O

No.	Komponen	% (berat)	Jumlah (kg)
1	H_2O	100	6000
TOTAL		100	6000

Aliran 3. Rafinat

No.	Komponen	% (berat)	Jumlah (kg)
1	Air pencucian	100,0	6000
2	Protein Non Kolagen	13,1	131
TOTAL		**113,1**	**6131**

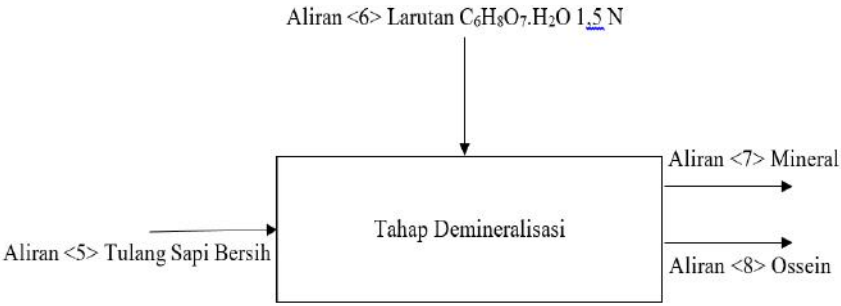
Aliran 4. Tulang Bersih

No.	Komponen	% (berat)	Jumlah (kg)
1	$Ca_3(PO_4)_2$	58,3	583
2	$CaCO_3$	1,0	10
3	$Mg_3(PO_4)_2$	2,1	21
4	$CaCl_2$	1,5	15
5	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	24,0	240
TOTAL		**86,9**	**869**

Masuk		Keluar	
Aliran 1. Tulang Sapi	**Massa (kg)**	**Aliran 3. Rafinat**	**Massa (kg)**
$Ca_3(PO_4)_2$	583	Air Pencucian	6000
CaCO3	10	Protein Non Kolagen	131
$Mg_3(PO_4)_2$	21	**Aliran 4. Tulang Bersih**	
$CaCl_2$	15	$Ca_3(PO_4)_2$	583
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240	$CaCO_3$	10
Protein Non Kolagen	131	$Mg_3(PO_4)_2$	21
Aliran 2. H2O		$CaCl_2$	15
H_2O	6000	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240
TOTAL	**7000**	**TOTAL**	**7000**

A-2 Neraca Massa Pada Proses Demineralisasi Solven Asam Sitrat 1,5 N

Fungsi : Mengkonversi kolagen menjadi bentuk yang sesuai untuk ekstraksi.



Aliran 5. Tulang Sapi Bersih

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$Ca_3(PO4)_2$	583
2	$CaCO_3$	10
3	$Mg_3(PO4)_2$	21
4	$CaCl_2$	15
5	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240
TOTAL		**869**

Aliran 6. Larutan $C_6H_8O_7.H_2O$ 1,5 N

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$C_6H_8O_7.H_2O$ 1.5 N	856,45
2	H_2O	8,16
TOTAL		**864,61**

Cara membuat larutan $C_6H_8O_7.H_2O$ 1,5 N, diketahui :

- Massa asam sitrat : 856,454 kg
- BM asam sitrat : 210 kg/kmol
- e (ekivalen) : 3
- V (volume pelarut (air)) : 8,156 L

$$N = \frac{\text{Massa asam sitrat}}{\text{BM asam sitrat}} \times \frac{1}{V} \times e$$

$$N = \frac{856{,}454 \text{ kg}}{210 \text{ kg/kmol}} \times \frac{1}{8{,}156 \text{ L}} \times 3$$

$$N = 1{,}5 \text{ N}$$

Aliran 7. Mineral

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	H_3PO_4	384,32
2	H_2CO_3	6,20
3	HCl	9,87
4	H_2O	8,16
TOTAL		**408,55**

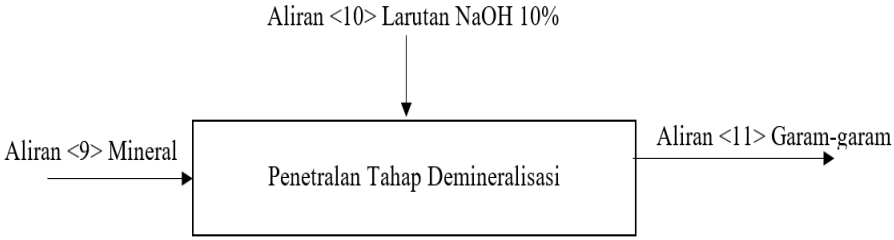
Aliran 8. Ossein

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59
2	$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07
3	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
4	H_2O terikut reaksi	73,41
TOTAL		**1251,67**

Masuk		**Keluar**	
Aliran 5. Tulang Sapi Bersih	**Massa (kg)**	**Aliran 7. Mineral**	**Massa (kg)**
$Ca_3(PO4)_2$	583,00	H_3PO_4	384,32
$CaCO_3$	10,00	H_2CO_3	6,20
$Mg_3(PO4)_2$	21,00	HCl	9,87
$CaCl_2$	15,00	H_2O	8,16
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	**Aliran 8. Ossein**	
Aliran 6. Larutan $C_6H_8O_7.H_2O$ 1,5 N		$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59
$C_6H_8O_7.H_2O$ 1.5 N	856,45	$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07
H_2O	8,16	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
		H_2O terikut reaksi	73,41
TOTAL	**1733,61**	**TOTAL**	**1733,61**

A-3 Neraca Massa Pada Proses Neutralisasi Solven Asam Sitrat 1,5 N

Fungsi : Menetraliasasi agar pH menjadi 7 sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya.



Aliran 9. Mineral

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	H_3PO_4	384,32
2	H_2CO_3	6,20
3	HCl	9,87
TOTAL		**400,39**

Aliran 10. Larutan NaOH 10%

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	NaOH	489,40
2	H_2O	4404,62
TOTAL		**4894,02**

Cara membuat larutan NaOH 10%, diketahui :

- BM NaOH = 40 kg/kmol
- ρH_2O = 1000 kg/m^3 = 1 kg/dm^3 = 1 kg/L
- $\rho H_2O = \frac{\text{Massa } H_2O}{\text{Volume } H_2O}$
- $\rho H_2O = \frac{4404,62}{\text{Volume } H_2O} = 1$
- Volume H_2O = 4404,62 L
- Massa H_2O = 4404,62 kg

Rumus yang digunakan :

- $\% = \frac{X}{X + \text{massa pelarut air}}$

Keterangan :

1. % : kadar larutan yang akan dibuat dalam (v/v)
2. X : massa zat terlarut (NaOH)

Perhitungan :

$$10\% = \frac{X}{X + \text{massa pelarut air}}$$

$$\frac{10}{100} = \frac{X}{X + 4404,62}$$

$$0,1\ (X + 4404,62) = X$$

$$0,1X + 440,462 = X$$

$$440,462 = X - 0,1X$$

$$440,462 = 0,9X$$

$$0,9X = 440,462$$

$$X = 440,462/0,9$$

$$x = 489,402 \text{ kg}$$

massa NaOH = 489,402 kg

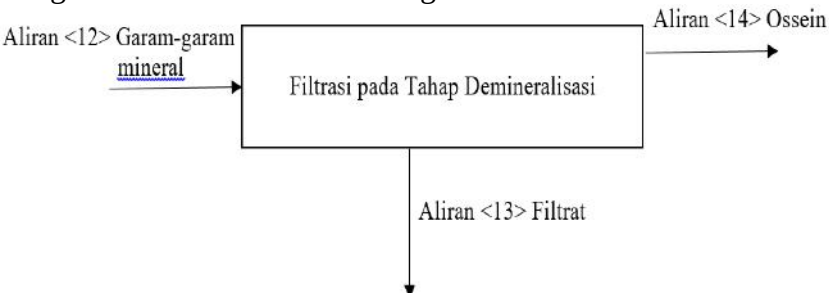
Aliran 11. Garam-garam Mineral

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Na_3PO_4	643,14
2	Na_2CO_3	10,60
3	NaCl	15,81
4	H_2O	4624,85
TOTAL		**4294,40**

Masuk		**Keluar**	
Aliran 9. Mineral	**Massa (kg)**	**Aliran 11. Garam-garam Mineral**	**Massa (kg)**
H_3PO_4	384,32	Na_3PO_4	643,14
H_2CO_3	6,20	Na_2CO_3	10,60
HCl	9,87	NaCl	15,81
Aliran 10. Larutan NaOH 10%		H_2O	4624,85
NaOH	489,40		
H_2O	4404,62		
TOTAL	**5294,41**	**TOTAL**	**5294,41**

A-4 Neraca Massa Filtrasi Pada Proses Demineralisasi Solven Asam Sitrat 1,5 N

Fungsi : Memisahkan ossein dengan filtrat.



Aliran 12. Garam-garam mineral

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Na_3PO_4	643,14
2	Na_2CO_3	10,60
3	NaCl	15,81
4	H_2O	220,23
Ossein		
5	$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59
6	$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07
7	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL		**2141,44**

Aliran 13. Filtrat

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Na_3PO_4	643,14
2	Na_2CO_3	10,60
3	NaCl	15,81
4	H_2O	220,23
TOTAL		**889,78**

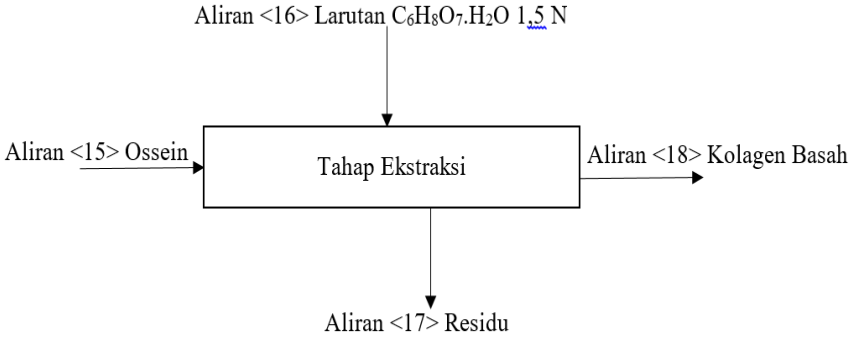
Aliran 14. Ossein

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59
2	$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07
3	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL		**1251,66**

Masuk		Keluar	
Aliran 12. Garam-garam mineral	**Massa (kg)**	**Aliran 13. Filtrat**	**Massa (kg)**
Na_3PO_4	643,14	Na_3PO_4	643,14
Na_2CO_3	10,60	Na_2CO_3	10,60
NaCl	15,81	NaCl	15,81
H_2O	220,23	H_2O	220,23
Ossein		**14. Ossein**	
$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59	$(C_6H_5O_7)_2$ Ca_3	975,59
$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07	$(C_6H_5O_7)_2$ Mg_3	36,07
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	Kolagen ($C_{102}H_{149}$ $N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL	**2141,45**	**TOTAL**	**2141,45**

A-5 Neraca Massa Pada Proses Ekstraksi Solven Asam Sitrat 1,5 N

Fungsi : Mengkonversi ossein menjadi kolagen.



Aliran 15. Ossein

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59
2	$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07
3	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL		**1251,66**

Aliran 16. Larutan $C_6H_8O_7.H_2O$ 1.5 N

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$C_6H_8O_7.H_2O$	20,87
2	H_2O	4,97
TOTAL		**25,84**

Cara membuat larutan $C_6H_8O_7.H_2O$ 1,5 N, diketahui :

- Massa asam sitrat : 20,87 kg
- BM asam sitrat : 210 kg/kmol
- e (ekivalen) : 3
- V (volume pelarut (air)) : 4,97 L

$$N = \frac{\text{Massa asam sitrat}}{\text{BM asam sitrat}} \times \frac{1}{V} \times e$$

$$N = \frac{20{,}87 \text{ kg}}{210 \text{ kg/kmol}} \times \frac{1}{4{,}97 \text{ L}} \times 3 = 1{,}5 \text{ N}$$

Aliran 17. Residu

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59
2	$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07
3	$C_6H_5O_7(NH_2)_3$	23,55
4	H_2O	4,97
TOTAL		**1040,18**

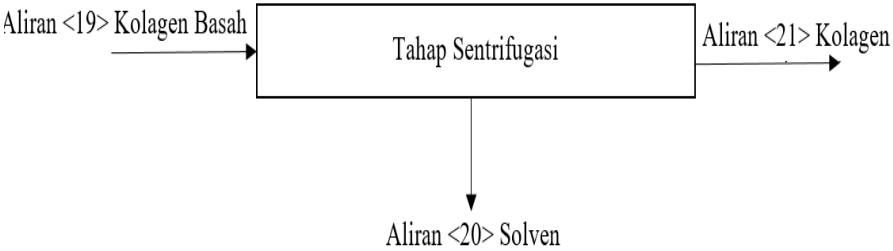
Aliran 18. Kolagen Basah

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Kolagen Basah	237,37
TOTAL		**237,37**

Masuk		**Keluar**	
Aliran 15. Ossein	**Massa (kg)**	**Aliran 17. Residu**	**Massa (kg)**
$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59	$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59
$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07	$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	$C_6H_5O_7(NH_2)_3$	23,50
Aliran 16. Larutan $C_6H_8O_7.H_2O$ 1,5 N		H_2O	4,97
$C_6H_8O_7.H_2O$	20,87	**Aliran 18. Kolagen Basah**	
H_2O	4,97	Kolagen Basah	237,37
TOTAL	**1277,50**	**TOTAL**	**1277,50**

A-6 Neraca Massa Pada Proses Sentrifugasi Solven Asam Sitrat 1,5 N

Fungsi : Memisahkan larutan menjadi 2 lapisan : kolagen dan solven berdasarkan massa jenis



Aliran 19. Kolagen Basah

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Kolagen Basah	237,32
TOTAL		**237,32**

Aliran 20. Solven

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Solven	64
TOTAL		**64**

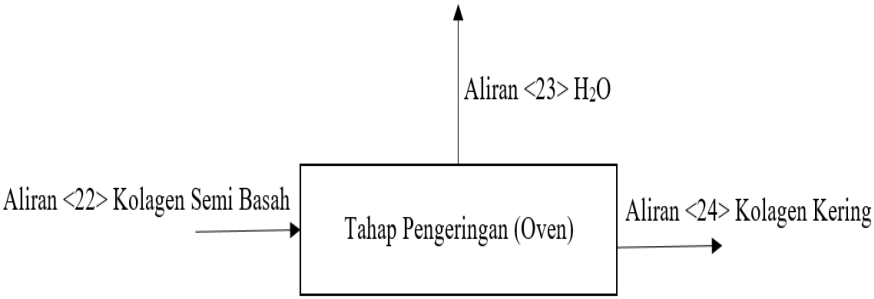
Aliran 21. Kolagen Semi Basah

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Kolagen semi basah	173,32
TOTAL		**173,32**

Masuk		Keluar	
Aliran 19. Kolagen Basah	**Massa (kg)**	**Aliran 20. Solven**	**Massa (kg)**
Kolagen Basah	237,32	Solven	64,00
		Aliran 21. Kolagen semi basah	
		Kolagen semi basah	173,32
TOTAL	**237,32**	**TOTAL**	**237,32**

A-7 Neraca Massa Pada Proses Pengeringan Solven Asam Sitrat 1,5 N

Fungsi : Untuk menguapkan air yang terkandung dalam kolagen



Aliran 22. Kolagen Semi Basah

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Kolagen Semi Basah	173,32
TOTAL		**173,32**

Aliran 23. H_2O

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	H_2O	30
TOTAL		**30**

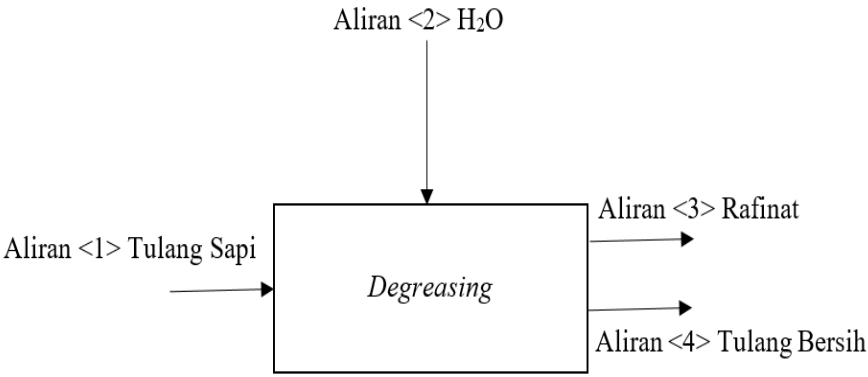
Aliran 24. Kolagen Kering

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Kolagen Kering	143,32
TOTAL		**143,32**

Masuk		Keluar	
Aliran 22. Kolagen Semi Basah	**Massa (kg)**	**Aliran 23. H_2O**	**Massa (kg)**
Kolagen Semi Basah	173,32	H_2O	30,00
		Aliran 24. Kolagen Kering	
		Kolagen Kering	143,32
TOTAL	**173,32**	**TOTAL**	**173,32**

A-8 Neraca Massa Pada Proses *Degreasing* pada Solven Asam Asetat 1,5 N

Fungsi : Menghilangkan lemak dan pengotor yang menempel pada tulang sapi.



Menurut Ward (1977), komposisi tulang sapi adalah sebagai berikut :

Aliran 1. Tulang Sapi

No.	Komponen	% (berat)	Jumlah (kg)
1	$Ca_3(PO_4)_2$	58,3	583
2	CaCO3	1,0	10
3	$Mg_3(PO_4)_2$	2,1	21
4	$CaCl_2$	1,5	15
5	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	24,0	240
6	Protein Non Kolagen	13,1	131
TOTAL		**100,0**	**1000**

Aliran 2. H_2O

No.	Komponen	% (berat)	Jumlah (kg)
1	H_2O	100	6000
TOTAL		**100**	**6000**

Aliran 3. Rafinat

No.	Komponen	% (berat)	Jumlah (kg)
1	Air pencucian	100,0	6000
2	Protein Non Kolagen	13,1	131
TOTAL		**113,1**	**6131**

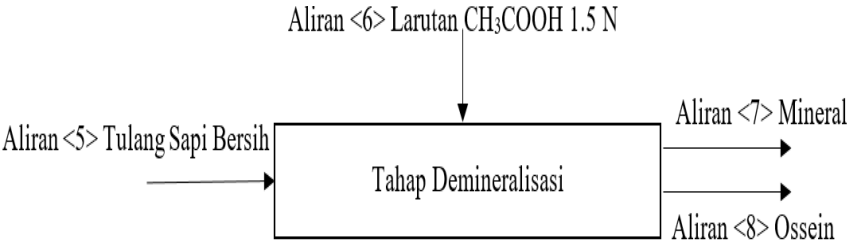
Aliran 4. Tulang Bersih

No.	Komponen	% (berat)	Jumlah (kg)
1	$Ca_3(PO_4)_2$	58,3	583
2	$CaCO_3$	1,0	10
3	$Mg_3(PO_4)_2$	2,1	21
4	$CaCl_2$	1,5	15
5	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	24,0	240
TOTAL		**86,9**	**869**

Masuk		Keluar	
Aliran 1. Tulang Sapi	**Massa (kg)**	**Aliran 3. Rafinat**	**Massa (kg)**
$Ca_3(PO_4)_2$	583	Air Pencucian	6000
CaCO3	10	Protein Non Kolagen	131
$Mg_3(PO_4)_2$	21	**Aliran 4. Tulang Bersih**	
$CaCl_2$	15	$Ca_3(PO_4)_2$	583
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240	$CaCO_3$	10
Protein Non Kolagen	131	$Mg_3(PO_4)_2$	21
Aliran 2. H2O		$CaCl_2$	15
H_2O	6000	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240
TOTAL	**7000**	**TOTAL**	**7000**

A-9 Neraca Massa Pada Proses Demineralisasi Solven Asam Asetat 1,5 N

Fungsi : Mengkonversi kolagen menjadi bentuk yang sesuai untuk ekstraksi.



Aliran 5. Tulang Sapi Bersih

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$Ca_3(PO_4)_2$	583
2	$CaCO_3$	10
3	$Mg_3(PO_4)_2$	21
4	$CaCl_2$	15
5	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240
TOTAL		**869**

Aliran 6.
Larutan CH_3COOH 1,5 N

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	CH_3COOH 1,5 N	734,10
2	H_2O	7457,56
TOTAL		**8191,66**

Cara membuat larutan CH_3COOH 1,5N **:**

- Vlarutan CH_3COOH 1,5N = 8156,71 L
- Rumus : $M = \frac{\rho \times \% \times 10}{BM}$
- M CH_3COOH 100% = $\frac{1,05 \times 100 \times 10}{60}$

M CH_3COOH 100% = 17,5 M

N = M e

N = 17,5 x 1

N_1 = 17,5 N

- Rumus pengeceran :

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$17{,}5 \times V_1 = 1{,}5 \times 8156{,}71$$

$$V_1 = \frac{1{,}5 \times 8156{,}71}{17{,}5}$$

$$V_1 = 699{,}15 \text{ L}$$

- Massa CH_3COOH 1,5N:

$\rho CH_3COOH = 1{,}05$ Kg/L

$$\rho CH_3COOH = \frac{\text{Massa } CH_3COOH}{\text{Volume } CH_3COOH}$$

$$1{,}05 = \frac{\text{Massa } CH_3COOH}{699{,}15}$$

Massa CH_3COOH = 734,10 kg

- Volume H_2O yang digunakan untuk pengenceran Larutan CH_3COOH menjadi 1,5 N:

  V CH_3COOH = 699,15 L

  V H_2O = VLarutan –V CH_3COOH

  V H_2O = 8156,71 L – 699,15 L

  V H_2O = 7457,56 L

- Massa H_2O yang digunakan untuk pengenceran Larutan CH_3COOH menjadi 1,5 N:

$\rho H_2O = 1$ Kg/L

$$\rho H_2O = \frac{\text{Massa } H_2O}{\text{Volume } H_2O}$$

$$1 = \frac{\text{Massa } H_2O}{7457{,}56}$$

Massa H_2O = 7457,56 Kg

Aliran 7. Mineral

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	384,32	384,32
2	6,2	6,2
3	9,87	9,87
4	7457,56	7457,56
TOTAL		**400,38**

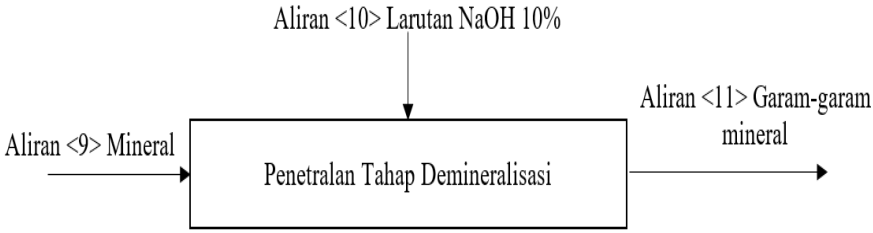
Aliran 8. Ossein

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$(CH_3COO)_2Ca$	928,58
2	$(CH_3COO)_2Mg$	34,15
3	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL		**1202,73**

Masuk		Keluar	
Aliran 5. Tulang Sapi Bersih	**Massa (kg)**	**Aliran 7. Mineral**	**Massa (kg)**
$Ca_3(PO_4)_2$	583,00	H_3PO_4	384,32
$CaCO_3$	10,00	H_2CO_3	6,20
$Mg_3(PO_4)_2$	21,00	HCl	9,87
$CaCl_2$	15,00	H_2O	7457,56
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	**Aliran 8. Ossein**	
Aliran 6. Larutan CH_3COOH 1,5 N		$(CH_3COO)_2Ca$	928,58
CH_3COOH 1,5 N	734,10	$(CH_3COO)_2Mg$	34,15
H_2O	7457,56	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL	**9060,66**	**TOTAL**	**9060,66**

A-10 Neraca Massa Pada Proses Neutralisasi Solven Asam Asetat 1,5 N

Fungsi : Menetraliasasi agar pH menjadi 7 sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya.



Aliran 9. Mineral

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	H_3PO_4	384,32
2	H_2CO_3	6,20
3	HCl	9,87
TOTAL		**400,39**

Aliran 10. Larutan NaOH 10%

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	NaOH	489,40
2	H_2O	4404,62
TOTAL		**4894,02**

Cara membuat larutan NaOH 10%,
diketahui :

- BM NaOH = 40 kg/kmol
- ρH_2O = 1000 kg/m^3 = 1 kg/dm^3 = 1 kg/L
- $\rho H_2O = \frac{\text{Massa } H_2O}{\text{Volume } H_2O}$
- $\rho H_2O = \frac{4404{,}62}{\text{Volume } H_2O} = 1$
- Volume H_2O = 4404,62 L
- Massa H_2O = 4404,62 kg

Rumus yang digunakan :

- $\% = \frac{X}{X + \text{massa pelarut air}}$

Keterangan :

3. % : kadar larutan yang akan dibuat dalam (v/v)
4. X : massa zat terlarut (NaOH)

Perhitungan :

$$10\% = \frac{X}{X + \text{massa pelarut air}}$$

$$\frac{10}{100} = \frac{X}{X + 4404{,}62}$$

$$0{,}1\,(X + 4404{,}62) = X$$

$$0{,}1X + 440{,}462 = X$$

$$440{,}462 = X - 0{,}1X$$

$$440{,}462 = 0{,}9X$$

$$0{,}9X = 440{,}462$$

$$X = 440{,}462/0{,}$$

$$X = 489{,}402 \text{ kg}$$

massa NaOH = 489,402 kg

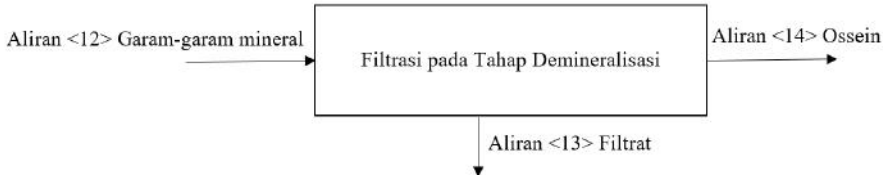
Aliran 11. Garam-garam Mineral

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Na_3PO_4	643,14
2	Na_2CO_3	10,6
3	NaCl	15,81
4	H_2O	4624,62
TOTAL		**889,77**

Masuk		Keluar	
Aliran 9. Mineral	**Massa (kg)**	**Aliran 11. Garam-garam Mineral**	**Massa (kg)**
H_3PO_4	384,32	Na_3PO_4	643,14
H_2CO_3	6,20	Na_2CO_3	10,60
HCl	9,87	NaCl	15,81
Aliran 10. Larutan NaOH 10%		H_2O	4624,62
NaOH	489,40		
H_2O	4404,62		
TOTAL	**5294,40**	**TOTAL**	**5294,40**

A-11 Neraca Massa Filtrasi Pada Proses Demineralisasi Solven Asam Asetat 1,5 N

Fungsi : Memisahkan ossein dengan filtrat.



Aliran 12.
Garam-garam mineral

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Na_3PO_4	643,14
2	Na_2CO_3	10,6
3	NaCl	15,81
4	H_2O	220,23
TOTAL		**889,78**

Aliran 12. Ossein

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$(CH_3COO)_2Ca$	928,58
2	$(CH_3COO)_2Mg$	34,15
3	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL		**1202,73**

Aliran 13. Filtrat

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Na_3PO_4	643,14
2	Na_2CO_3	10,60
3	NaCl	15,81
4	H_2O	220,23
TOTAL		**889,79**

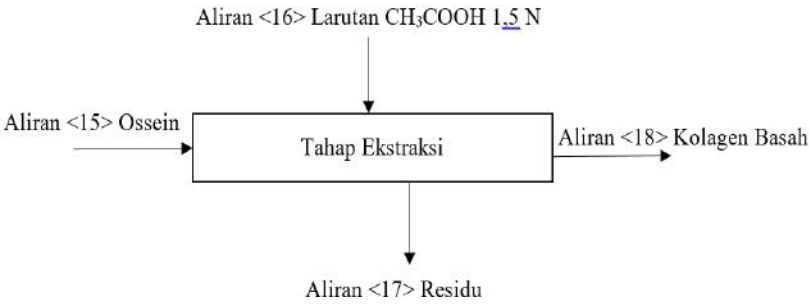
14. Ossein

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$(CH_3COO)_2Ca$	928,58
2	$(CH_3COO)_2Mg$	34,15
3	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL		**1202,73**

Masuk		**Keluar**	
Aliran 12. Garam-garam mineral	**Massa (kg)**	**Aliran 13. Filtrat**	**Massa (kg)**
Na_3PO_4	643,14	Na_3PO_4	643,14
Na_2CO_3	10,60	Na_2CO_3	10,60
NaCl	15,81	NaCl	15,81
H_2O	220,23	H_2O	220,23
Aliran 12. Ossein		**14. Ossein**	
$(CH_3COO)_2Ca$	928,58	$(CH_3COO)_2Ca$	928,58
$(CH_3COO)_2Mg$	34,15	$(CH_3COO)_2Mg$	34,15
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL	**2092,51**	**TOTAL**	**2092,51**

A-12 Neraca Massa Pada Proses Ekstraksi Solven Asam Asetat 1,5 N

Fungsi : Mengkonversi ossein menjadi kolagen



Aliran 15. Ossein

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$(CH_3COO)_2Ca$	928,58
2	$(CH_3COO)_2Mg$	34,15
3	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00
TOTAL		**1202,73**

Aliran 16. Larutan CH3COOH 1,5N

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	CH_3COOH	5,96
2	H_2O	302,87
TOTAL		**308,83**

Cara membuat larutan CH_3COOH 1,5N **:**

- Vlarutan CH_3COOH 1,5N = 331,263 L
- Rumus : $M = \frac{\rho \times \% \times 10}{BM}$
- M CH_3COOH 100% = $\frac{1,05 \times 100 \times 10}{60}$

  M CH_3COOH 100% = 17,5 M

  N = M e

  N = 17,5 x 1

  N_1 = 17,5 N
- Rumus pengeceran :

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$17,5 \times V_1 = 1,5 \times 331,263$$

$$V_1 = \frac{1,5 \times 331,263}{17,5}$$

$$V_1 = 28,394 \text{ L}$$

- Massa CH_3COOH 1,5N:

  ρCH_3COOH = 1,05 Kg/L

$$\rho CH_3COOH = \frac{\text{Massa } CH_3COOH}{\text{Volume } CH_3COOH}$$

$$1,05 = \frac{\text{Massa } CH_3COOH}{28,394}$$

Massa CH_3COOH = 5,96 kg

- Volume H_2O yang digunakan untuk pengenceran Larutan CH_3COOH menjadi 1,5 N:

  V CH_3COOH = 28,394 L

  V H_2O = VLarutan –VCH_3COOH

  V H_2O = 331,263 L – 28,394 L

V H_2O = 302,869 L

- Massa H_2O yang digunakan untuk pengenceran Larutan CH_3COOH menjadi 1,5 N:

$$\rho H_2O = 1 \text{ Kg/L}$$

$$\rho H_2O = \frac{\text{Massa } H_2O}{\text{Volume } H_2O}$$

$$1 = \frac{\text{Massa } H_2O}{302{,}869}$$

Massa H_2O = 302,87 Kg

Aliran 17. Residu

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	$(CH_3COO)_2Ca$	928,58
2	$(CH_3COO)_2Mg$	34,15
3	CH_3COONH_3	7,55
4	H_2O	302,87
TOTAL		**962,73**

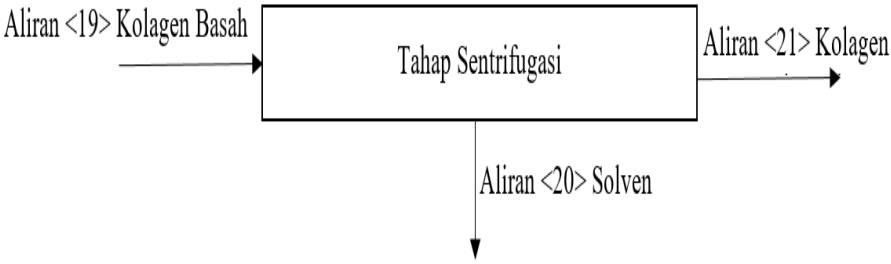
Aliran 18. Kolagen Basah

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Kolagen Basah	238,41
TOTAL		**238,41**

Masuk		Keluar	
Aliran 15. Ossein	**Massa (kg)**	**Aliran 17. Residu**	**Massa (kg)**
$(CH_3COO)_2Ca$	928,58	$(CH_3COO)_2Ca$	928,58
$(CH_3COO)_2Mg$	34,15	$(CH_3COO)_2Mg$	34,15
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	CH_3COONH_3	7,55
Aliran 16. Larutan CH_3COOH 1,5 N		H_2O	302,87
CH_3COOH	5,96	**Aliran 18. Kolagen Basah**	
H_2O	302,87	Kolagen Basah	238,41
TOTAL	**1511,55**	**TOTAL**	**1511,55**

A-13 Neraca Massa Pada Proses Sentrifugasi Solven Asam Asetat 1,5 N

Fungsi : Memisahkan larutan menjadi 2 lapisan : kolagen dan solven berdasarkan massa jenis



Aliran 19.
Kolagen Basah

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Kolagen Basah	238,41
TOTAL		**238,41**

Aliran 20. Solven

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Solven	45
TOTAL		**45**

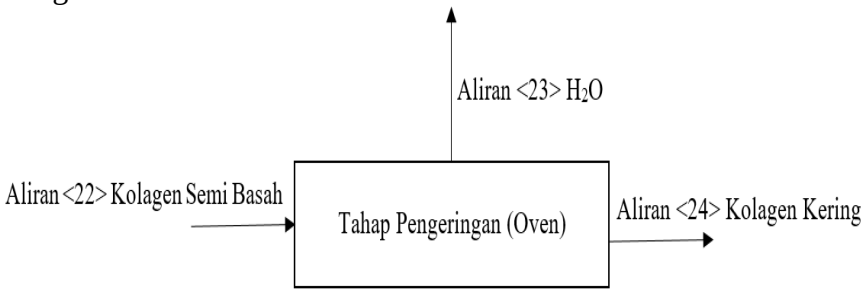
Aliran 21. Kolagen
Semi Basah

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Kolagen semi basah	193,41
TOTAL		**193,41**

Masuk		**Keluar**	
Aliran 19. Kolagen Basah	**Massa (kg)**	**Aliran 20. Solven**	**Massa (kg)**
Kolagen Basah	238,41	Solven	45,00
		Aliran 21. Kolagen semi basah	
		Kolagen semi basah	193,41
TOTAL	**238,41**	**TOTAL**	**238,41**

A-14 Neraca Massa Pada Proses Pengeringan Solven Asam Sitrat 1,5 N

Fungsi : Untuk menguapkan air yang terkandung dalam kolagen



Aliran 22. Kolagen Semi Basah

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Kolagen Semi Basah	193,41
TOTAL		**193,41**

Aliran 23. H_2O

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	H_2O	55
TOTAL		**55**

Aliran 24. Kolagen Kering

No.	Komponen	Jumlah (kg)
1	Kolagen Kering	138,41
TOTAL		**138,41**

Masuk		Keluar	
Aliran 22. Kolagen Semi Basah	**Massa (kg)**	**Aliran 23. H_2O**	**Massa (kg)**
Kolagen Semi Basah	193,41	H_2O	30,00
		Aliran 24. Kolagen Kering	
		Kolagen Kering	138,41
TOTAL	**193,41**	**TOTAL**	**193,41**

APPENDIKS B

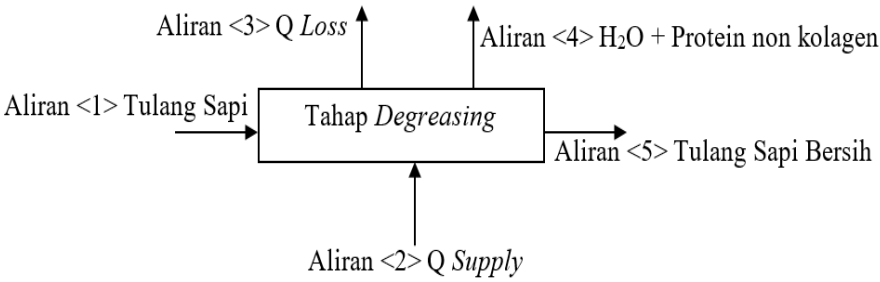
NERACA PANAS

Kapasitas : 1000 kg/hari
Operasi : 300 hari/tahun; 24 jam/hari
Satuan : kcal
Basis Waktu : 1 hari
Suhu Referensi : 25◦C

B-1. Neraca Panas Pada Proses *Degreasing* pada Solven Asam Sitrat 1,5 N

P (Daya *Heater*) = 1.020 KW
= 1.020.000 W
T kondisi operasi = 100◦C

Fungsi : Menghilangkan lemak dan pengotor yang terdapat pada tulang sapi



Entalpi bahan masuk dapat dihitung dengan rumus :

$Q = m . Cp . (T-T_{ref})$

$T_{ref} = 25^0C$

- **Aliran Q Masuk**

1. **Aliran 1**

Neraca Panas Komponen Aliran 1

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/ kg°C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
$Ca_3(PO_4)_2$	583	0,198	32	7	807,81
$CaCO_3$	10	0,198	32	7	13,87
$Mg_3(PO4)_2$	21	0,234	32	7	34,33
$CaCl_2$	15	0,216	32	7	22,70
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240	0,337	32	7	566,17
Protein Non Kolagen	131	0,580	32	7	531,86
$Ca_3(PO_4)_2$	6000	0,999	32	7	41958,00
				TOTAL	**43934,74**

2. **Aliran 2**

Q = P x t (1W = 14,340 kal/min)
Q = 1.020.000 W x 14,40 kal/min x 180 menit
Q = 2.632.824.000 kal
Q = 2.632.824 Kkal

- **Aliran Q Keluar**

3. Aliran 4

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/kg °C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
H_2O	6000	0,999	100	75	449550,0
Protein Non Kolagen	131	0,580	100	75	5698,5
				TOTAL	**455248,5**

4. Aliran 5

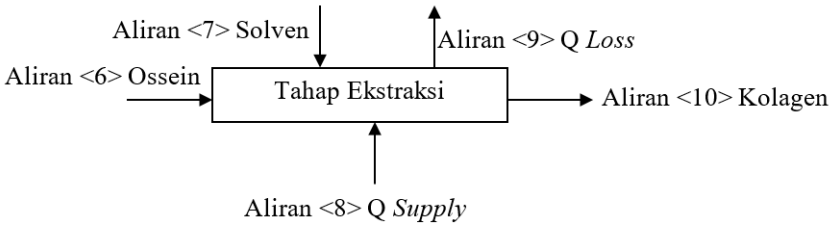
Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/ kg°C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
$Ca_3(PO_4)_2$	583	0,198	90	65	7501,06
$CaCO_3$	10	0,198	90	65	128,83
$Mg_3(PO_4)_2$	21	0,234	90	65	318,78
$CaCl_2$	15	0,216	90	65	210,81
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240	0,337	90	65	5257,30
				TOTAL	**13416,78**

- **Neraca Panas Total**
  Neraca Panas Total Proses *Degreasing*

Masuk		Keluar	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 1		**Aliran 4**	
$Ca_3(PO_4)_2$	807,81	H_2O	449550,00
$CaCO_3$	13,87	Protein Non Kolagen	5698,50
$Mg_3(PO4)_2$	34,33	**Aliran 5**	
$CaCl_2$	22,70	$Ca_3(PO_4)_2$	7501,06
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	566,17	$CaCO_3$	128,83
Protein Non Kolagen	531,86	$Mg_3(PO_4)_2$	318,78
H2O	41958,00	$CaCl_2$	210,81
Aliran 2. Q *Supply*	2632824,00	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	5257,30
		Aliran 3. Q *loss*	2208093,46
TOTAL	**2676758,74**	**TOTAL**	**2676758,74**

B-2. Neraca Panas Pada Proses Ekstrasi dengan Solven Asam Sitrat 1,5 N

P (Daya *Heater*) = 2.000 KW
= 2.000.000 W
T kondisi operasi = 40◦C
Fungsi : Mengkorversi ossein menjadi kolagen



Entalpi bahan masuk dapat dihitung dengan rumus :

$Q = m . Cp . (T-T_{ref})$

$T_{ref} = 25^0C$

- **Aliran Q Masuk**

1. Aliran 6

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/kg°C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	975,59	0,239	32	7	1634,61
$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	36,07	0,265	32	7	66,88
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	0,337	32	7	566,17
				TOTAL	**2267,66**

2. Aliran 7

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/kg°C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
$C_6H_8O_7.H_2O$	20,87	0,580	32	7	84,73
H_2O	4,97	0,999	32	7	34,75
				TOTAL	**119,48**

3. Aliran 8

Q = P x t (1W = 14,340 kal/min)
Q = 2.000.000 W x 14,40 kal/min x 300 menit
Q = 8.604.000.000 kal
Q = 8.604.000 Kkal

- **Aliran Q**
  Keluar

4. Aliran 10

Komponen	**massa (kg)**	**Cp (Kkal/ kg°C)**	**T (°C)**	**T - Tref (°C)**	**Q (Kkal)**
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	0,337	40	15	1213,22
H_2O	302,56	0,999	40	15	4533,87
				TOTAL	**5747,09**

- **Neraca Panas Total**
  Neraca Panas Total Proses Ekstrasi dengan Solven Asam Sitrat 1,5 N

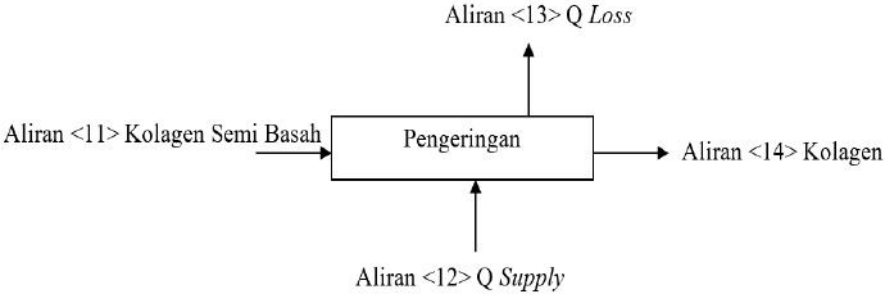
Masuk		Keluar	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 6		**Aliran 10**	
$(C_6H_5O_7)_2Ca_3$	1634,61	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	1213,22
$(C_6H_5O_7)_2Mg_3$	66,88	H_2O	4533,87
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	566,17		
Aliran 7		**Aliran 9**	
$C_6H_8O_7.H_2O$	84,73	Q *loss*	8600640,04
H_2O	34,75		
Aliran 8			
Q *supply*	8604000,00		
TOTAL	**8606387,14**	**TOTAL**	**8606387,14**

B-3. Nerasa Panas Pada Proses Pengeringan

P = 500 KW
= 500.000 W

T kondisi operasi = 40◦C

Fungsi : Mengetahui berat kolagen kering.



Entalpi bahan masuk dapat dihitung dengan rumus :
Q = m . Cp . (T-T_{ref})
T_{ref} = 25^0C

- **Aliran Q Masuk**

1. Aliran 11

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/ kg°C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	143,32	0,337	32	7	338,09
H_2O	30,00	0,999	32	7	209,79
				TOTAL	**547,88**

2. Aliran 12

Q = P x t (1W = 14,340 kal/min)
Q = 500.000 W x 14,40 kal/min x 4320 menit
Q = 30.974.400.000 kal
Q = 30.974.400 Kkal

- **Aliran Q Keluar**

3. Aliran 14

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/kg °C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	143,317	0,337	40	15	724,481
				TOTAL	**724,481**

- **Neraca Panas Total**

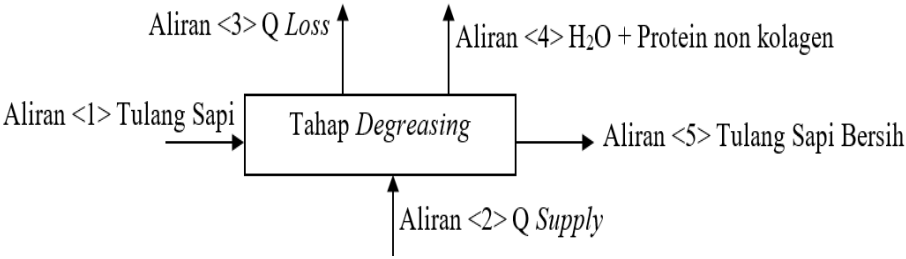
Neraca Panas Total Proses Pengeringan

Masuk		Keluar	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 10		**Aliran 12**	
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	338,09	Q *loss*	30974223,40
H_2O	209,79	**Aliran 13**	
Aliran 11		Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	724,48
Q *Supply*	30974400,00		
TOTAL	**30974947,88**	**TOTAL**	**30974947,88**

B-4 Neraca Panas Pada Proses *Degreasing* pada Solven Asam Asetat 1,5 N

P (Daya *Heater*) = 1.020 KW
= 1.020.000 W
T kondisi operasi = 100◦C

Fungsi : Menghilangkan lemak dan pengotor yang terdapat pada tulang sapi



Entalpi bahan masuk dapat dihitung dengan rumus :

$Q = m . Cp . (T-T_{ref})$

$T_{ref} = 25^0C$

- **Aliran Q Masuk**

1. Aliran 1

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/ kg°C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
$Ca_3(PO_4)_2$	583	0,198	32	7	807,81
$CaCO_3$	10	0,198	32	7	13,87
$Mg_3(PO_4)_2$	21	0,233	32	7	34,33
$CaCl_2$	15	0,216	32	7	22,70
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240	0,337	32	7	566,17
Protein Non Kolagen	131	0,580	32	7	531,86
$Ca_3(PO_4)_2$	6000	0,999	32	7	807,81
				TOTAL	**43934,744**

2. Aliran 2

Q = P x t (1W = 14,340 kal/min)

Q = 1.020.000 W x 14,40 kal/min x 180 menit

Q = 2.632.400.000 kal

Q = 2.632.400 Kkal

- **Aliran Q Keluar**

3. Aliran 4

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/ kg°C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
H_2O	6000	0,999	100	75	449550,0
Protein Non Kolagen	131	0,580	100	75	5698,5
				TOTAL	**455248,5**

Aliran 5

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/ kg°C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
$Ca_3(PO_4)_2$	583	0,198	90	65	7501,06
$CaCO_3$	10	0,198	90	65	128,83
$Mg_3(PO_4)_2$	21	0,234	90	65	318,78
$CaCl_2$	15	0,216	90	65	210,81
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240	0,337	90	65	5257,30
				TOTAL	**13416,78**

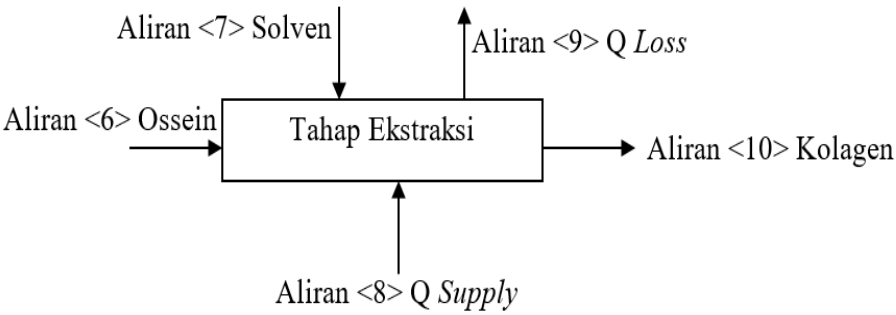
- **Neraca Panas Total**

Neraca Panas Total Proses *Degreasing* pada Solven Asam Asetat 1,5 N

Masuk		Keluar	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 1		**Aliran 4**	
$Ca_3(PO_4)_2$	807,81	H_2O	449550
$CaCO_3$	13,87	Protein Non Kolagen	5698,5
$Mg_3(PO_4)_2$	34,33	**Aliran 5**	
$CaCl_2$	22,70	$Ca_3(PO_4)_2$	7501,06
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	566,17	$CaCO_3$	128,83
Protein Non Kolagen	531,86	$Mg_3(PO_4)_2$	318,78
H_2O	41958,00	$CaCl_2$	210,81
Aliran 2. Q *Supply*	2632824,00	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	5257,30
		Aliran 3. Q *loss*	2208093,46
TOTAL	**2676758,74**	**TOTAL**	**2676758,74**

B-5. Neraca Panas Pada Proses Ektrasi dengan Solven Asam Asetat 1,5 N

P (Daya *Heater*) = 2.000 KW
= 2.000.000 W
T kondisi operasi = 40◦C
Fungsi : Mengkorversi ossein menjadi kolagen



Entalpi bahan masuk dapat dihitung dengan rumus :

$Q = m . Cp . (T-T_{ref})$

$T_{ref} = 25^0C$

- **Aliran Q Masuk**

1. Aliran 6

Komponen	**massa (kg)**	**Cp (Kkal/ kg°C)**	**T (°C)**	**T - Tref (°C)**	**Q (Kkal)**
$(CH_3COO)_2Ca$	928,577	0,273	32	7	1777,23
$(CH_3COO)_2Mg$	34,145	0,304	32	7	72,71
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,00	0,337	32	7	566,17
				TOTAL	**2416,11**

2. Aliran 7

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/ kg°C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
CH_3COOH	5,957	0,580	32	7	24,18
H_2O	302,561	0,999	32	7	2115,81
				TOTAL	**2139,99**

3. Aliran 8

Q = P x t (1W = 14,340 kal/min)
Q = 2.000.000 W x 14,40 kal/min x 300 menit
Q = 8.604.000.000 kal
Q = 8.604.000 Kkal

- **Aliran Q**
  Keluar

4. Aliran 10

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/ kg°C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	240,000	0,337	40	15	1213,22
H_2O	302,561	0,999	40	15	4533,87
				TOTAL	**5747,09**

- **Neraca Panas Total**

Neraca Panas Total Proses Ekstraksi pada Solven Asam Asetat 1,5 N

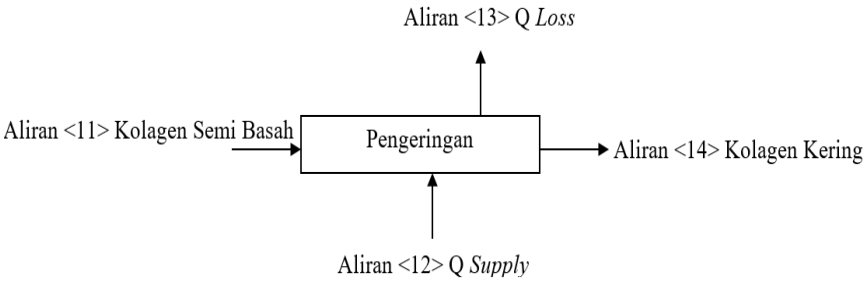
Masuk		Keluar	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 6		**Aliran 10**	
$(CH_3COO)_2Ca$	1777,23	Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	1213,22
$(CH_3COO)_2Mg$	72,71	H_2O	4533,87
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	566,17		
Aliran 7		**Aliran 9**	
CH_3COOH	24,18	Q *loss*	8602809,01
H_2O	2115,81		
Aliran 8			
Q *supply*	8604000,00		
TOTAL	**8608556,10**	**TOTAL**	**8608556,10**

B-6. Nerasa Panas Pada Proses Pengeringan

P = 500 KW
= 500.000 W

T kondisi operasi = 40◦C

Fungsi : Mengetahui berat kolagen kering



Entalpi bahan masuk dapat dihitung dengan rumus :
Q = m . Cp . (T-T_{ref})
T_{ref} = 25^0C

- **Aliran Q Masuk**

1. **Aliran 11**

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/ kg°C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	138,412	0,337	32	7	326,52
H_2O	55,000	0,999	32	7	384,61
				TOTAL	**711,13**

2. **Aliran 12**

Q = P x t (1W = 14,340 kal/min)
Q = 500.000 W x 14,40 kal/min x 4320 menit
Q = 30.974.400.000kal
Q = 30.974.400Kkal

- **Aliran Q Keluar**

3. **Aliran 14**

Komponen	massa (kg)	Cp (Kkal/ kg°C)	T (°C)	T - Tref (°C)	Q (Kkal)
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	163,412	0,337	40	15	826,06
				TOTAL	**826,06**

- **Neraca Panas Total**

Neraca Panas Total Proses Ekstraksi pada Solven Asam Asetat 1,5 N

Masuk		**Keluar**	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 10		**Aliran 12**	
Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	326,52	Q *loss*	30974285,07
H_2O	384,62	**Aliran 13**	
Aliran 11		Kolagen ($C_{102}H_{149}N_{31}O_{38}$)	826,06
Q *Supply*	30974400,00		
TOTAL	**30975111,13**	**TOTAL**	**30975111,13**

APPENDIKS C
PERHITUNGAN KOMPOSISI LARUTAN DAN HASIL INOVASI

C.1 Perhitungan Komposisi Larutan

C.1.1 Perhitungan Asam Asetat (CH_3COOH)

- Normalitas asa asetat glacial (100%)

  $N = \frac{\rho\ x\ 10\ x\ \%}{BM}$ x 1

  $= \frac{1{,}05\ x\ 10\ x\ 100\%}{60}$ x 1

  = 17,5 N

- Volume asam asetat glacial untuk pembuatan larutan 1,5 N dalam 500 ml

  V_1 x N_1 = V_2 x N_2

  V_1 x 17,5 = 1,5 x 500

  V_1 = 42,9 ml

  Jadi, mengencerkan asam asetat glacial 42,9 ml dalam 500 ml aquades

- Volume asam asetat glacial untuk pembuatan larutan 1,25 N dalam 500 ml

  V_1 x N_1 = V_2 x N_2

  V_1 x 17,5 = 1,25 x 500

  V_1 = 35,7 ml

  Jadi, mengencerkan asam asetat glacial 35,7 ml dalam 500 ml aquades

- Volume asam asetat glacial untuk pembuatan larutan 1 N dalam 500 ml

  V_1 x N_1 = V_2 x N_2

  V_1 x 17,5 = 1 x 500

  V_1 = 28,6 ml

  Jadi, mengencerkan asam asetat glacial 28,6 ml dalam 500 ml aquades

- Volume asam asetat glacial untuk pembuatan larutan 0,75 N dalam 500 ml
  $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$
  $V_1 \times 17,5 = 0,75 \times 500$
  $V_1 = 21,4$ ml
  Jadi, mengencerkan asam asetat glacial 21,4 ml dalam 500 ml aquades
- Volume asam asetat glacial untuk pembuatan larutan 0,5 N dalam 500 ml
  $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$
  $V_1 \times 17,5 = 0,5 \times 500$
  $V_1 = 14,3$ ml
  Jadi, mengencerkan asam asetat glacial 14,3 ml dalam 500 ml aquades

C.1.2 Perhitungan Asam Sitrat ($C_6H_8O_7$)

- Massa asam sitrat untuk pembuatan larutan 1,5 N dalam 500 ml

  N = $\frac{gr}{BM}$ x $\frac{ml}{1000}$ x e

  1,5 N = $\frac{gr}{210,14}$ x $\frac{500}{1000}$ x 3

  gr = 52,535 gr

  Jadi, melarutkan 52,535 gr Asam sitrat dalam 500 ml aquades
- Massa asam sitrat untuk pembuatan larutan 1,25 N dalam 500 ml

  N = $\frac{gr}{BM}$ x $\frac{ml}{1000}$ x e

  1,25 N = $\frac{gr}{210,14}$ x $\frac{500}{1000}$ x 3

  gr = 43,779 gr

  Jadi, melarutkan 43,779 gr Asam sitrat dalam 500 ml aquades
- Massa asam sitrat untuk pembuatan larutan 1 N dalam 500 ml

  N = $\frac{gr}{BM}$ x $\frac{ml}{1000}$ x e

  1 N = $\frac{gr}{210,14}$ x $\frac{500}{1000}$ x 3

  gr = 35,02 gr

  Jadi, melarutkan 35,02 gr Asam sitrat dalam 500 ml aquades
- Massa asam sitrat untuk pembuatan larutan 0,75 N dalam 500 ml

  N = $\frac{gr}{BM}$ x $\frac{ml}{1000}$ x e

  1 N = $\frac{gr}{210,14}$ x $\frac{500}{1000}$ x 3

  gr = 26,26 gr

Jadi, melarutkan 26,26 gr Asam sitrat dalam 500 ml aquades

- Massa asam sitrat untuk pembuatan larutan 1,5 N dalam 500 ml

  N = $\frac{gr}{BM}$ x $\frac{ml}{1000}$ x e

  1 N = $\frac{gr}{210,14}$ x $\frac{500}{1000}$ x 3

  gr = 17,51 gr

  Jadi, melarutkan 17,51 gr Asam sitrat dalam 500 ml aquades

C.2 Perhitungan Hasil Inovasi

C.2.1 Perhitungan rendemen Asam Asetat

- Rendemen Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 0,5 N

  Rendemen = $\frac{Massa\ Hasil}{Massa\ \ Tulang\ sapi}$ x 100%

  Rendemen = $\frac{1,09\ gr}{100\ gr}$ x 100%

  Rendemen = 1,09 %

- Rendemen Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 0,75 N

  Rendemen = $\frac{Massa\ Hasil}{Massa\ \ Tulang\ sapi}$ x 100%

  Rendemen = $\frac{2,26\ gr}{100\ gr}$ x 100%

  Rendemen = 2,26 %

- Rendemen Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 1 N

  Rendemen = $\frac{Massa\ Hasil}{Massa\ \ Tulang\ sapi}$ x 100%

  Rendemen = $\frac{6,6\ gr}{100\ gr}$ x 100%

Rendemen = 6,6 %

- Rendemen Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 1,25 N

  Rendemen = $\frac{Massa\ Hasil}{Massa\ \ Tulang\ sapi}$ x 100%

  Rendemen = $\frac{9{,}98\ gr}{100\ gr}$ x 100%

  Rendemen = 9,98 %

- Rendemen Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 1,5 N

  Rendemen = $\frac{Massa\ Hasil}{Massa\ \ Tulang\ sapi}$ x 100%

  Rendemen = $\frac{10{,}69\ gr}{100\ gr}$ x 100%

  Rendemen = 10,69 %

C.2.2 Perhitungan rendemen Asam Sitrat

- Rendemen Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 0,5 N

  Rendemen = $\frac{Massa\ Hasil}{Massa\ \ Tulang\ sapi}$ x 100%

  Rendemen = $\frac{3{,}68\ gr}{100\ gr}$ x 100%

  Rendemen = 3,68 %

- Rendemen Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 0,75 N

  Rendemen = $\frac{Massa\ Hasil}{Massa\ \ Tulang\ sapi}$ x 100%

  Rendemen = $\frac{3{,}98\ gr}{100\ gr}$ x 100%

  Rendemen = 3,98 %

- Rendemen Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 1 N

  Rendemen = $\frac{Massa\ Hasil}{Massa\ \ Tulang\ sapi}$ x 100%

  Rendemen = $\frac{5{,}83\ gr}{100\ gr}$ x 100%

Rendemen = 5,83 %

- Rendemen Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 1,25 N

  Rendemen = $\frac{Massa\ Hasil}{Massa\ \ Tulang\ sapi}$ x 100%

  Rendemen = $\frac{9{,}22\ gr}{100\ gr}$ x 100%

  Rendemen = 9,22 %

- Rendemen Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 1,5 N

  Rendemen = $\frac{Massa\ Hasil}{Massa\ \ Tulang\ sapi}$ x 100%

  Rendemen = $\frac{10{,}65\ gr}{100\ gr}$ x 100%

  Rendemen = 10,65 %

C.2.3 Perhitungan Kadar Air Asam Asetat

- Kadar Air Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 0,5 N

  Kadar Air = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Air = $\frac{(28{,}4-26{,}4)-(28{,}2944-26{,}4)}{(28{,}4-26{,}4)}$ x 100%

  Kadar Air = 5,28 %

- Kadar Air Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 0,75 N

  Kadar Air = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Air = $\frac{(28{,}4-26{,}4)-(28{,}2812-26{,}4)}{(28{,}4-26{,}4)}$ x 100%

  Kadar Air = 5,94 %

- Kadar Air Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 1 N

Kadar Air = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

Kadar Air = $\frac{(28,4-26,4)-(28,416-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

Kadar Air = 9,2 %

- Kadar Air Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 1,25 N

Kadar Air = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

Kadar Air = $\frac{(28,4-26,4)-(28,231-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

Kadar Air = 8,44 %

- Kadar Air Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 1,5 N

Kadar Air = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

Kadar Air = $\frac{(28,4-26,4)-(28,1536-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

Kadar Air = 12,32 %

C.2.4 Perhitungan Kadar Air Asam Sitrat

- Kadar Air Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 0,5 N

Kadar Air = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

Kadar Air = $\frac{(28,4-26,4)-(28,2654-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

Kadar Air = 6,73 %

- Kadar Air Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 0,75 N

  Kadar Air = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Air = $\frac{(28,4-26,4)-(28,2834-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Air = 5,83 %
- Kadar Air Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 1 N

  Kadar Air = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Air = $\frac{(28,4-26,4)-(28,2248-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Air = 8,76 %
- Kadar Air Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 1,25 N

  Kadar Air = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Air = $\frac{(28,4-26,4)-(28,1918-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Air = 10,41 %
- Kadar Air Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 1,5 N

  Kadar Air = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Air = $\frac{(28,4-26,4)-(28,241-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Air = 7,95 %

C.2.5 Perhitungan Kadar Abu Asam Asetat

- Kadar Abu Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 0,5 N

  Kadar Abu = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Abu = $\frac{(28,4-26,4)-(28,3754-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Abu = 1,23 %
- Kadar Abu Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 0,75 N

  Kadar Abu = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Abu = $\frac{(28,4-26,4)-(28,3806-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Abu = 0,97 %
- Kadar Abu Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 1 N

  Kadar Abu = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Abu = $\frac{(28,4-26,4)-(28,3768-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Abu = 1,16 %
- Kadar Abu Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 1,25 N

  Kadar Abu = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Abu = $\frac{(28,4-26,4)-(28,3852-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Abu = 0,74 %

- Kadar Abu Kolagen variabel pelarut Asam Asetat 1,5 N

  Kadar Abu = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Abu = $\frac{(28,4-26,4)-(28,3876-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Abu = 0,62 %

C.2.6 Perhitungan Kadar Abu Asam Sitrat

- Kadar Abu Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 0,5 N

  Kadar Abu = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Abu = $\frac{(28,4-26,4)-(28,3748-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Abu = 1,26 %
- Kadar Abu Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 0,75 N

  Kadar Abu = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Abu = $\frac{(28,4-26,4)-(28,3648-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Abu = 1,76 %
- Kadar Abu Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 1 N

  Kadar Abu = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Abu = $\frac{(28,4-26,4)-(28,3844-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Abu = 0,78 %

- Kadar Abu Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 1,25 N

  Kadar Abu = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Abu = $\frac{(28,4-26,4)-(28,3912-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Abu = 0,44 %
- Kadar Abu Kolagen variabel pelarut Asam Sitrat 1,5 N

  Kadar Abu = $\frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)}$ x 100%

  Kadar Abu = $\frac{(28,4-26,4)-(28,393-26,4)}{(28,4-26,4)}$ x 100%

  Kadar Abu = 0,34 %

BIODATA PENULIS

PENULIS I

Penulis bernama Selvi Lutfiana Putri dilahirkan di Madiun, 16 Juli 1997, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara dari Bapak Bambang Sulistyo dan Ibu Sugijarti. Penulis telah menempuh pendidikan yaitu TK Dharmawanita Madigondo (2002-2003), SDN Madigondo (2003-2009), MTsN Kota Madiun (2009-20012), SMAN 3 Madiun (2012-2015). Penulis mengikuti ujian masuk D III FTI-ITS dan diterima di jurusan D III Teknik Kimia pada tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 2315030002. Semasa kuliah, penulis yang akrab disapa Selvi ini juga aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus sebagai Bendahara 2 HIMA D3KKIM 16/17, menjadi Bendahara 2 HIMA D3KKIM 17/18.

Email : lutfianaselvi@gmail.com

PENULIS II

Penulis bernama Lely Ayu Ningsih dilahirkan di Surabaya, 21 Mei 1997, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara dari Bapak Sulaikan dan Ibu Tatik Wahyuningsih. Penulis telah menempuh pendidikan yaitu TK Dharmawanita (2002-2003), SDN 1 Benowo (2003-2005), SDN Kepatihan (2005-2009), SMPN 1 Kedamean (2009-2012), SMAN 1 Krian (2012-2015). Penulis mengikuti ujian masuk D III FTI-ITS dan diterima di jurusan D III Teknik Kimia pada tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 2315030041. Semasa kuliah, penulis yang akrab disapa Lely ini juga aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus sebagai Staff Departemen Kominfo HIMA D3KKIM 16/17, menjadi Sekretaris Departemen Kominfo HIMA D3KKIM 17/18.

Email : lelyayuningsih@gmail.com