



TUGAS AKHIR - VK180626

**PEMBUATAN GULA RENDAH KALORI DARI
DAUN STEVIA REBAUDIANA BERTONI
MENGUNAKAN METODE EKSTRAKSI-
MASERASI**

ADITYA PRATAMA
NRP. 1041 16 00000 073

ILHAM ARDIANSYAH RAMADHAN
NRP. 1041 16 00000 102

Dosen Pembimbing
Ir. Agus Surono, M.T.
NIP. 19590727 198701 1 001

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR – VK180626

**PEMBUATAN GULA RENDAH KALORI DARI DAUN
STEVIA REBAUDIANA BERTONI MENGGUNAKAN
METODE EKSTRAKSI-MASERASI**

Aditya Pratama
NRP. 1041 16 00000 073

Ilham Ardiansyah Ramadhan
NRP. 1041 16 00000 102

Dosen Pembimbing :
Ir. Agus Surono, M.T.
NIP. 19590727 198701 1 001

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK KIMIA
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019**



FINAL PROJECT – VK180626

**MAKING LOW-CALORIE SUGARS FROM STEVIA
REBAUDIANA BERTONI USING THE EXTRACTION-
MASERATION METHOD**

Aditya Pratama
NRP. 1041 16 00000 073

Ilham Ardiansyah Ramadhan
NRP. 1041 16 00000 102

Dosen Pembimbing :
Ir. Agus Surono, M.T.
NIP. 19590727 198701 1 001

**DIPLOMA III CHEMICAL ENGINEERING
DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL CHEMICAL ENGINEERING
Faculty of VOCATIONAL
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2019**

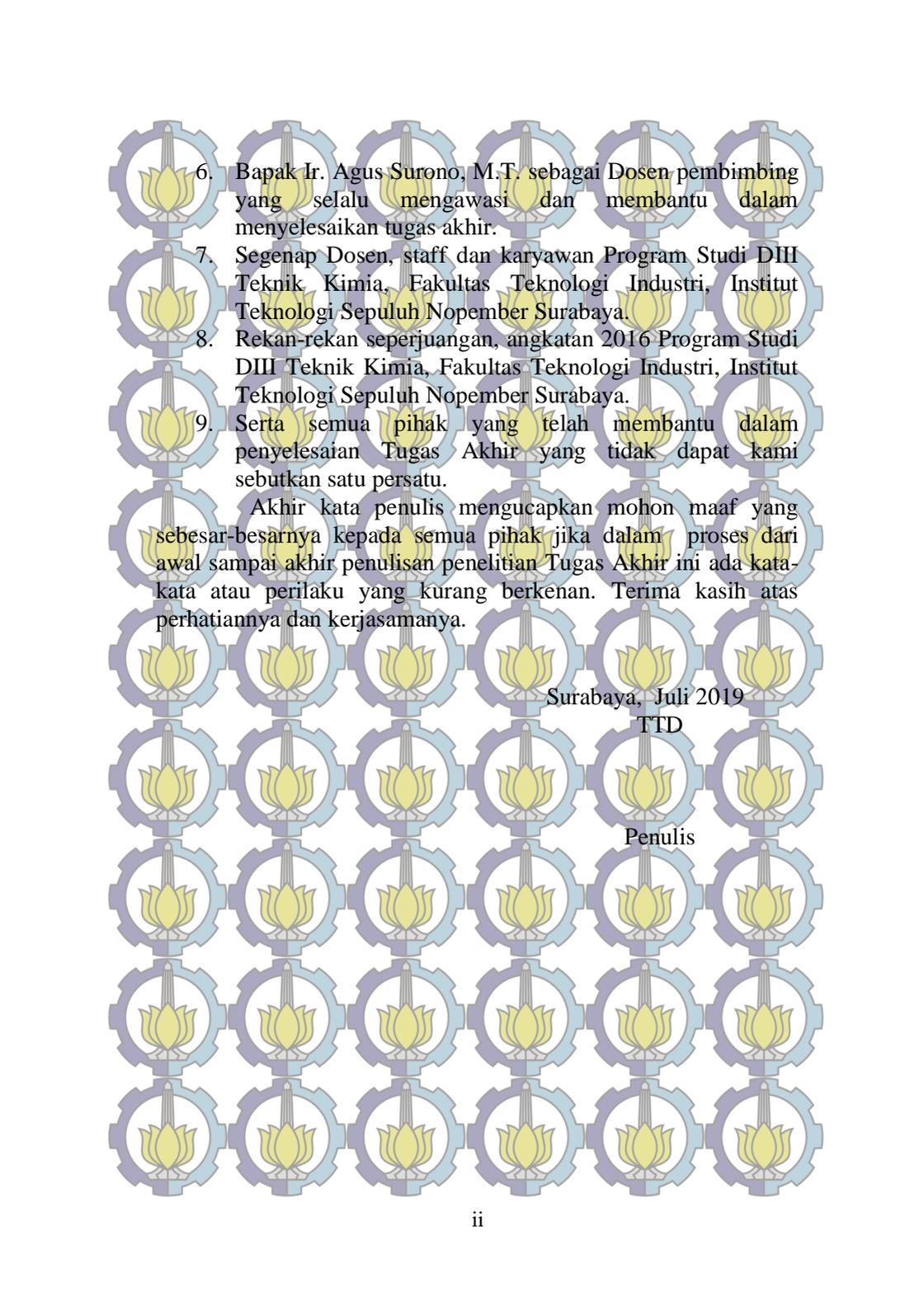
KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan bagi seluruh alam. Hanya dengan Rahmat dan Hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami yang berjudul “Pembuatan Gula Rendah Kalori dari Daun Stevia Rebaudiana Bertoni Menggunakan Metode Ekstraksi-Maserasi.

Tugas akhir ini disusun sebagai tugas yang harus ditempuh dan diselesaikan di akhir semester ini sebagai persyaratan kelulusan Program Studi DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS. Tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah mahasiswa dapat memahami dan mampu membuat suatu inovasi yang bisa diterapkan dalam kehidupan berdasarkan ilmu yang sudah didapat selama di perguruan tinggi.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan serta bimbingan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kami Rahmat, Hidayah-Nya serta memberikan kesabaran dan kekuatan yang tidak terkira kepada hamba-Nya.
2. Ayah, Ibu, adik, serta keluarga yang senantiasa telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis secara moril dan materiil serta do'a yang membuat penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu serta usaha yang maksimal.
3. Kepala Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS, Ir. Agung Subyakto, M.S.
4. Ketua Program Studi DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS, Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.
5. Koordinator Tugas Akhir Program Studi DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS, Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.

- 
6. Bapak Ir. Agus Surono, M.T. sebagai Dosen pembimbing yang selalu mengawasi dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.
 7. Segenap Dosen, staff dan karyawan Program Studi DIII Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
 8. Rekan-rekan seperjuangan, angkatan 2016 Program Studi DIII Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
 9. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis mengucapkan mohon maaf yang sebesar-besarnya kepada semua pihak jika dalam proses dari awal sampai akhir penulisan penelitian Tugas Akhir ini ada kata-kata atau perilaku yang kurang berkenan. Terima kasih atas perhatiannya dan kerjasamanya.

Surabaya, Juli 2019

TTD

Penulis

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :
PEMBUATAN GULA RENDAH KALORI DARI DAUN STEVIA
REBAUDIANA BERTONI DENGAN METODE EKSTRAKSI MASERASI

TUGAS AKHIR

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

Oleh

Aditya Pratama
Ilham Ardiansyah

(NRP 10411600000073)
(NRP 10411600000102)

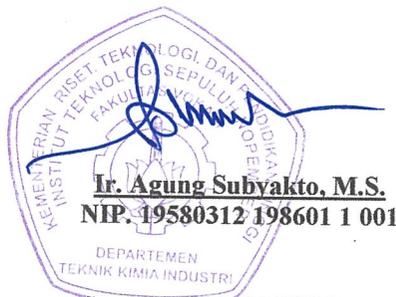
Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing



Ir. Agus Surono, M.T.
NIP. 19590727 198701 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Kimia Industri
FV-ITS



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

SURABAYA, 20 JULI 2018

LEMBAR REVISI

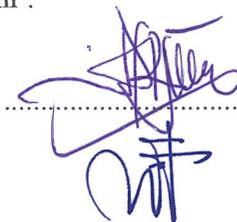
Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 19 Juli 2019 untuk tugas akhir dengan judul
“PEMBUATAN GULA RENDAH KALORI DAI DAUN STEVIA REBAUDIANA BERTONI DENGAN METODE EKSTRAKSI MASERASI”,
yang disusun oleh :

Aditya Pratama
Ilham Ardiansyah

(NRP 1041160000073)
(NRP 1041160000102)

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, M.Sc



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



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Agus Surono, M.T.



SURABAYA, 20 JULI 2019

Pembuatan Gula Rendah Kalori dari Daun Stevia Rebaudiana Bertonii Menggunakan Metode Ekstraksi-Maserasi

Nama Mahasiswa : 1. Aditya Pratama
1041160000073
2. Ilham Ardiansyah Ramadhan
1041160000102
Departemen : Teknik Kimia Industri FV-ITS
Dosen Pembimbing: Ir. Agus Surono, M.T

ABSTRAK

Pada umumnya pemanis yang dikonsumsi masyarakat Indonesia adalah pemanis sukrosa yang berasal dari tebu dan pemanis seintetis. Dalam jangka waktu panjang kedua jenis pemanis tersebut dapat menimbulkan berbagai penyakit. Oleh karena itu diperlukan alternatif pemanis alami yang aman bagi kesehatan dan memiliki tingkat kemanisan tinggi. Salah satu alternatif tersebut adalah pemanis stevia yang berasal dari daun Stevia Rebaudia Bertonii. Stevia merupakan bahan pemanis alami dengan kelebihan tingkat kemanisan 300 kali dari gula tebu. Pembudidayaan stevia yang relatif mudah dan aman jika dikonsumsi menjadikan pemanis stevia sebagai alternatif dari pemanis sintesis yang bersifat karsinogenik. Hingga saat ini banyak produk pemanis yang diolah dari daun stevia dan beberapa penelitian tentang pembuatan gula dari daun stevia dengan metode ekstraksi dengan menggunakan berbagai macam pelarut yaitu air, etanol, methanol dan aseton. Namun masih jarang ditemukan penelitian tentang pembuatan gula dari daun stevia dengan pelarut air.

Pada penelitian ini penulis menggunakan pelarut aquadest dan etanol sebagai pembanding dan pemurnian menggunakan bentonite, bleaching earth atau susu kapur dalam pelarut aquadest. Proses pembuatan gula stevia terdiri dari beberapa tahap. Tahap yang pertama adalah pre-treatment yaitu menumbuk daun stevia kering hingga menjadi bubuk. Tahap kedua adalah ekstraksi yaitu merendam daun stevia dalam pelarut air dan menjaga suhu larutan sebesar 50°C selama 60 menit dan merendam daun stevia dalam wadah tertutup selama 24 jam untuk pelarut etanol. Tahap ketiga adalah pemurnian yaitu menambahkan (bentonite, bleaching earth atau susu kapur) sebanyak 20% untuk pelarut aquadest. Tahap Keempat adalah kristalisasi yaitu mengurangi kadar air dengan memanaskan ekstrak stevia dengan suhu konstan hingga terbentuk Kristal.

Pada percobaan yang dilakukan didapatkan hasil ekstrak yang paling baik adalah ekstrak yang diperoleh dari pelarut aquadest dan pemurnian bentonite dengan perubahan warna larutan ekstrak dari coklat kehitaman menjadi jernih, kemanisan 135,5 kali lebih manis dari gula sukrosa, kalori sebesar 30,40 kkal/100 gram,

Kata kunci: gula, stevia, steviosida, ekstraksi

Making Low-calorie Sugars From Stevia Rebaudiana Bertoni Using The Extraction-Maseration Method

Student Name : 1. Aditya Pratama
1041160000073
2. Ilham Ardiansyah Ramadhan
10411600000102
Department : Industrial Chemical Engineering FV-ITS
Supervisor : Ir. Agus Surono, M.T

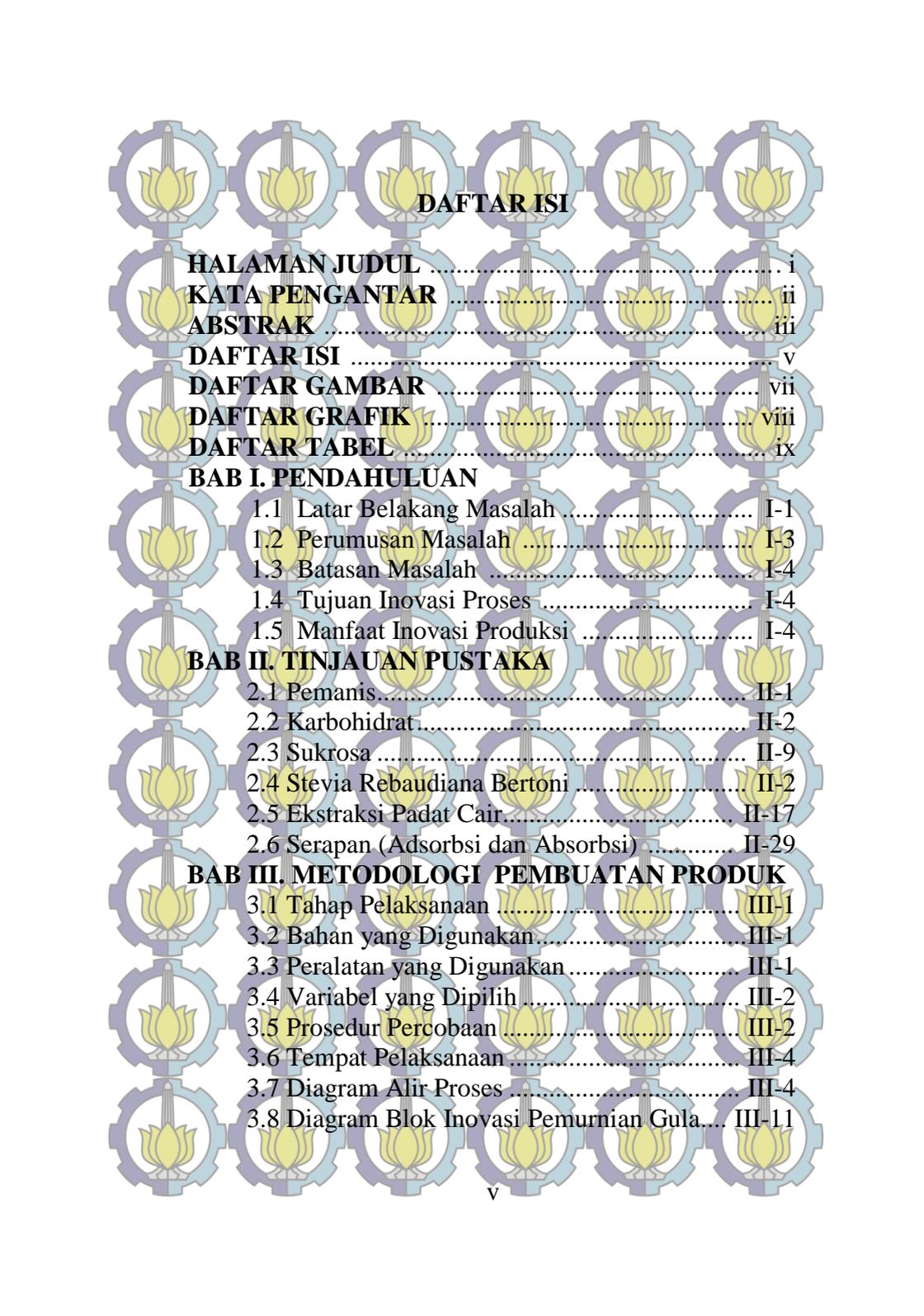
ABSTRACT

In general, the sweetener consumed by the people of Indonesia is sucrose sweeteners derived from sugar cane and synthetic sweeteners. In the long term, both types of sweeteners can cause various diseases. Therefore an alternative natural sweetener is needed that is safe for health and has a high sweetness level. One such alternative is stevia sweetener from Stevia leaves Rebaudia Bertoni. Stevia is a natural sweetener with an excess of 300 times the sweetness of cane sugar. The relatively easy and safe cultivation of stevia when consumed makes stevia sweeteners an alternative to carcinogenic synthetic sweeteners. Until now, many sweetener products are processed from stevia leaves and several studies on making sugar from stevia leaves by extraction method using various kinds of solvents, namely water, ethanol, methanol and acetone. But research is still rarely found about making sugar from stevia leaves with water solvents.

In this study the authors used aquadest and ethanol solvents as a comparison and purification using bentonite, earth bleaching or lime milk in aquadest solvents. The process of making stevia sugar consists of several stages. The first stage is pre-treatment, which is to pound dry stevia leaves to powder. The second stage is extraction which is soaking stevia leaves in water solvent and keeping the solution temperature of 50 celcius degree for 60 minutes and soaking stevia leaves in a closed container for 24 hours for ethanol solvents. The third stage is purification, which is added (bentonite, bleaching earth or lime milk) as much as 20% for aquadest solvents. The fourth step is crystallization which is to reduce the water content by heating stevia extract with a constant temperature until crystals are formed.

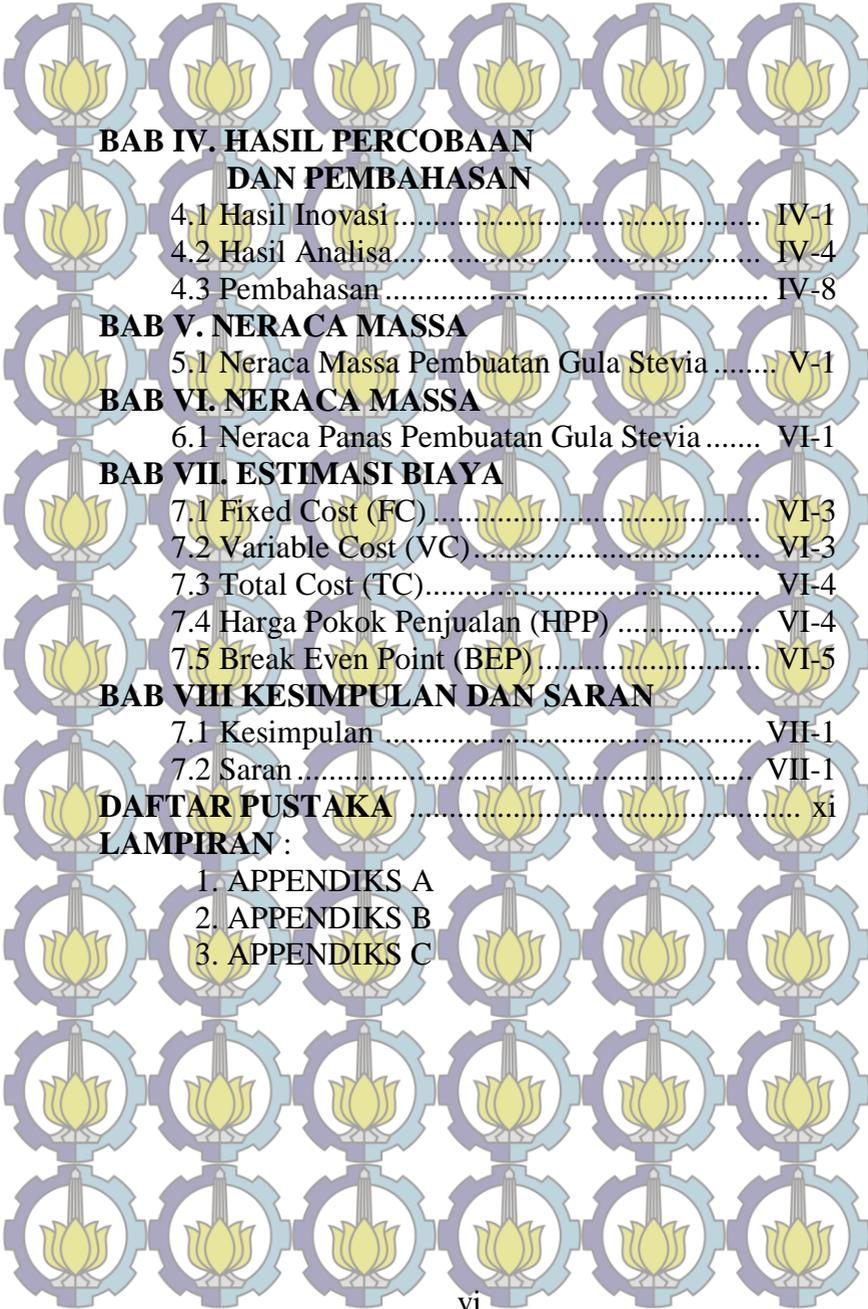
The best results obtained from the experiments were extracts obtained from aquadest solvent and bentonite purification with discoloration of extract solution from blackish brown to clear, sweetness 135.5 times sweeter than sugar sucrose, calories at 30.40 kcal / 100 gram

Keywords: sugar, stevia, stevioside, extraction



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR GRAFIK	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah	I-4
1.4 Tujuan Inovasi Proses	I-4
1.5 Manfaat Inovasi Produksi	I-4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pemanis	II-1
2.2 Karbohidrat	II-2
2.3 Sukrosa	II-9
2.4 Stevia Rebaudiana Bertoni	II-2
2.5 Ekstraksi Padat Cair	II-17
2.6 Serapan (Adsorpsi dan Absorpsi)	II-29
BAB III. METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK	
3.1 Tahap Pelaksanaan	III-1
3.2 Bahan yang Digunakan	III-1
3.3 Peralatan yang Digunakan	III-1
3.4 Variabel yang Dipilih	III-2
3.5 Prosedur Percobaan	III-2
3.6 Tempat Pelaksanaan	III-4
3.7 Diagram Alir Proses	III-4
3.8 Diagram Blok Inovasi Pemurnian Gula	III-11



**BAB IV. HASIL PERCOBAAN
DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Inovasi	IV-1
4.2 Hasil Analisa	IV-4
4.3 Pembahasan	IV-8

BAB V. NERACA MASSA

5.1 Neraca Massa Pembuatan Gula Stevia	V-1
--	-----

BAB VI. NERACA MASSA

6.1 Neraca Panas Pembuatan Gula Stevia	VI-1
--	------

BAB VII. ESTIMASI BIAYA

7.1 Fixed Cost (FC)	VI-3
7.2 Variable Cost (VC)	VI-3
7.3 Total Cost (TC)	VI-4
7.4 Harga Pokok Penjualan (HPP)	VI-4
7.5 Break Even Point (BEP)	VI-5

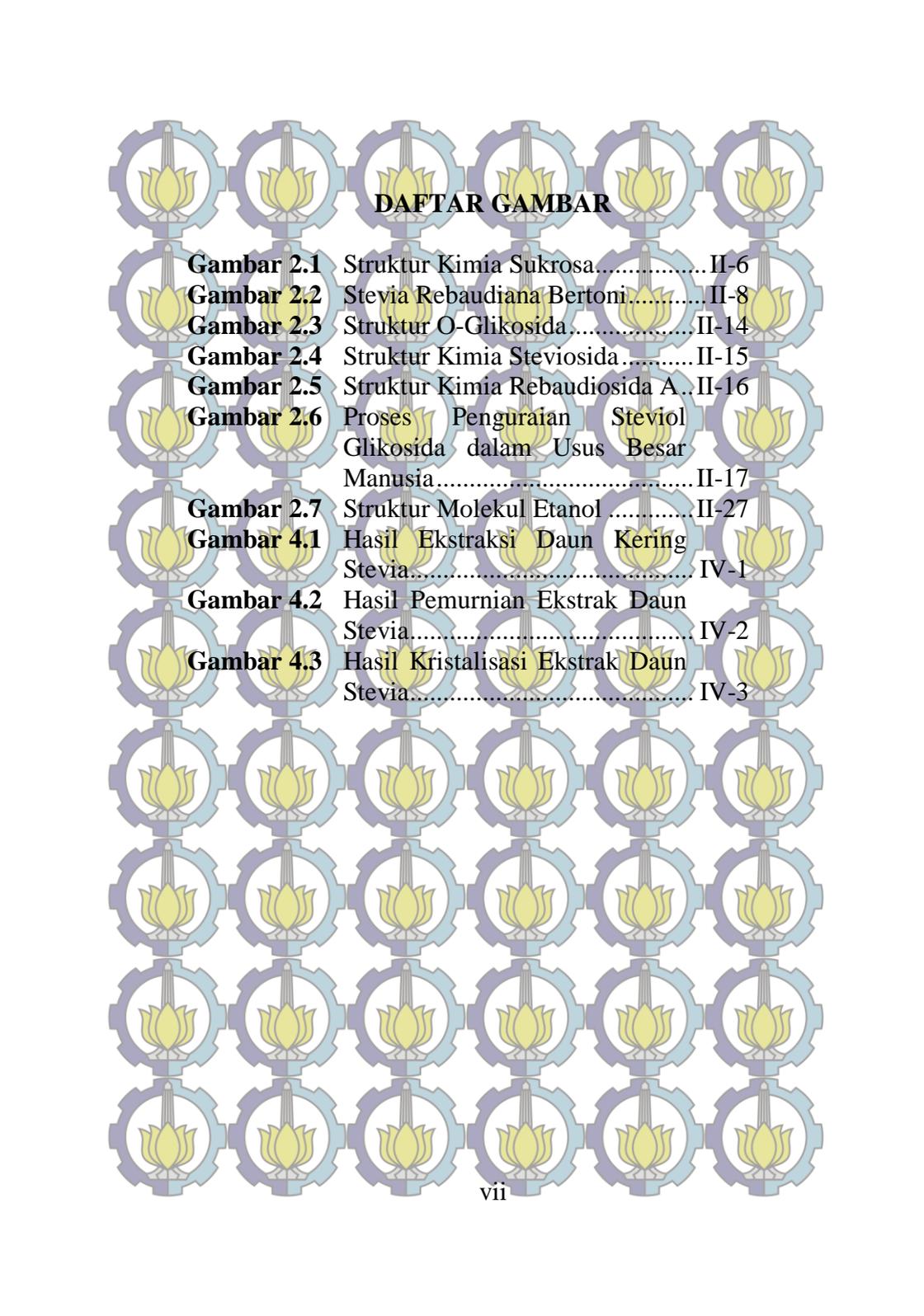
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan	VII-1
7.2 Saran	VII-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN :

1. APPENDIKS A
2. APPENDIKS B
3. APPENDIKS C



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1** Struktur Kimia Sukrosa..... II-6
- Gambar 2.2** Stevia Rebaudiana Bertoni..... II-8
- Gambar 2.3** Struktur O-Glikosida..... II-14
- Gambar 2.4** Struktur Kimia Steviosida..... II-15
- Gambar 2.5** Struktur Kimia Rebaudiosida A..... II-16
- Gambar 2.6** Proses Penguraian Steviol Glikosida dalam Usus Besar Manusia..... II-17
- Gambar 2.7** Struktur Molekul Etanol..... II-27
- Gambar 4.1** Hasil Ekstraksi Daun Kering Stevia..... IV-1
- Gambar 4.2** Hasil Pemurnian Ekstrak Daun Stevia..... IV-2
- Gambar 4.3** Hasil Kristalisasi Ekstrak Daun Stevia..... IV-3

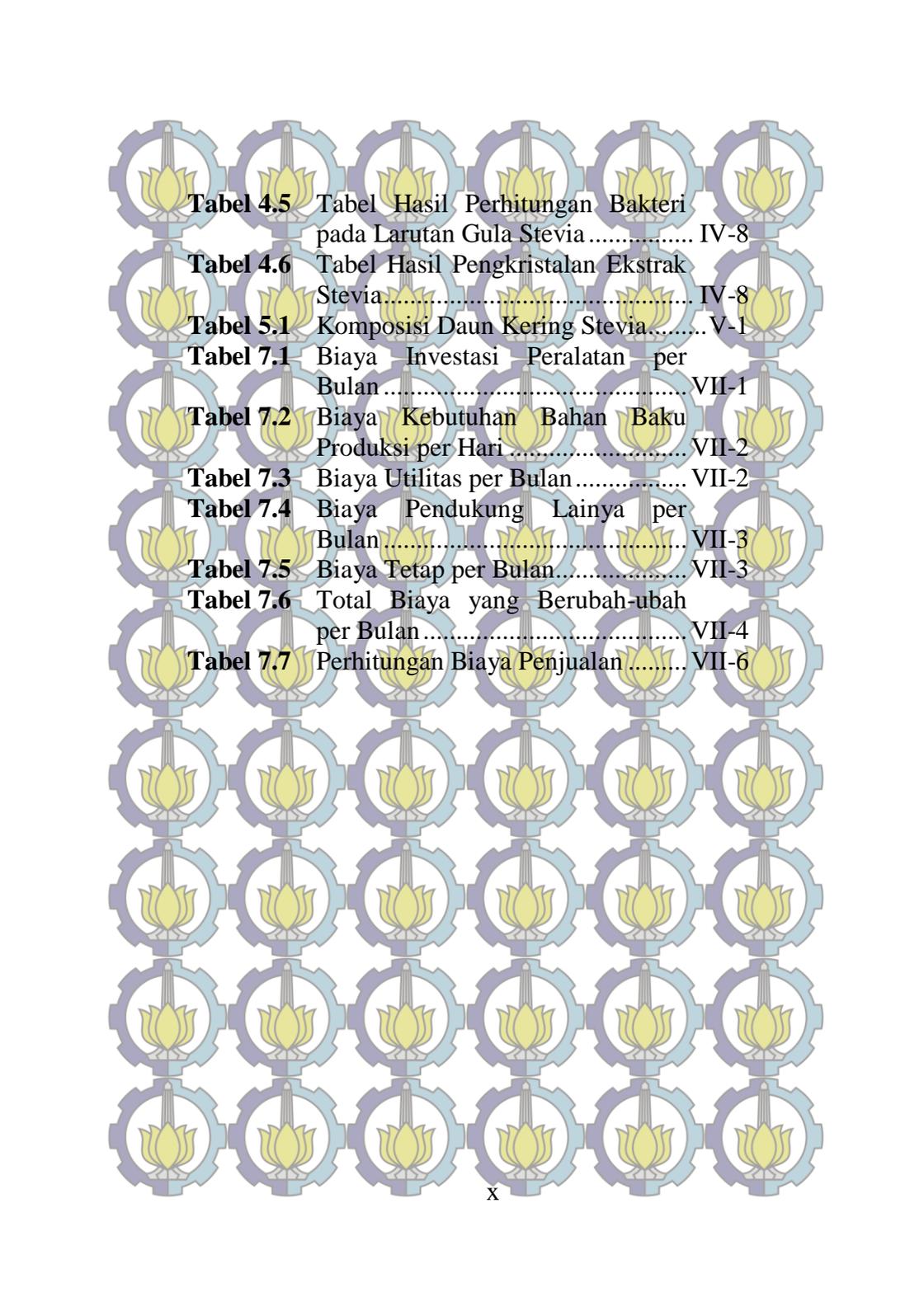


DAFTAR GRAFIK

- Grafik 4.1** Hubungan antara kadar Etanol ekstrak Stevia terhadap lama waktu ekstraksi (pelarut etanol) IV-10
- Grafik 4.2** Hubungan antara kadar kalori ekstrak Stevia terhadap lama waktu ekstraksi (pelarut aquadest) IV-12
- Grafik 4.3** Hubungan antara kadar kalori ekstrak Stevia terhadap lama waktu ekstraksi (pelarut etanol) IV-12
- Grafik 4.4** Perhitungan Bakteri pada Larutan Gula Stevia dengan pelarut Aquadest (90 menit)..... IV-13
- Grafik 7.1** Grafik Break Even Point (BEP) . VII-8

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jumlah produksi dan impor gula tebiu di Indonesia.....	I-1
Tabel 2.1	Macam-macam gula dan rumus kimianya.....	II-4
Tabel 2.2	Kadar kemanisan pemanis alami dan sintesis.....	II-5
Tabel 2.3	Kelarutan Sukrosa Dalam Air pada Berbagai Nilai Temperatur.....	II-6
Tabel 2.4	Taksonomi Stevia Rebaudiana Bertoni.....	II-9
Tabel 2.5	Glikosida dalam stevia.....	II-10
Tabel 2.6	Komposisi daun stevia (per 100 gram bahan).....	II-11
Tabel 2.7	Beberapa jenis pelarut untuk ekstraksi.....	II-25
Tabel 2.8	Nilai konstanta dielektrik pelarut organic pada 20C.....	II-26
Tabel 2.9	Kelarutan zat dalam air pada temperature kamar.....	II-29
Tabel 4.1	Tabel Analisa Pada Proses Ekstraksi Daun Stevia.....	IV-4
Tabel 4.2	Tabel Analisa Pada Proses Pemurnian Ekstrak Stevia Dengan Pelarut Aquadest.....	IV-4
Tabel 4.3	Tabel Analisa Pada Proses Pemurnian Ekstrak Stevia Dengan Pelarut Etanol.....	IV-6
Tabel 4.4	Tabel Hasil Analisa Uji Bakteri pada Larutan Gula Stevia.....	IV-7



Tabel 4.5	Tabel Hasil Perhitungan Bakteri pada Larutan Gula Stevia	IV-8
Tabel 4.6	Tabel Hasil Pengkristalan Ekstrak Stevia.....	IV-8
Tabel 5.1	Komposisi Daun Kering Stevia.....	V-1
Tabel 7.1	Biaya Investasi Peralatan per Bulan	VII-1
Tabel 7.2	Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi per Hari	VII-2
Tabel 7.3	Biaya Utilitas per Bulan	VII-2
Tabel 7.4	Biaya Pendukung Lainnya per Bulan.....	VII-3
Tabel 7.5	Biaya Tetap per Bulan.....	VII-3
Tabel 7.6	Total Biaya yang Berubah-ubah per Bulan	VII-4
Tabel 7.7	Perhitungan Biaya Penjualan	VII-6

BAB I PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang Masalah

Menurut keputusan Menteri Industri dan Perdagangan no.115/mpp/kep/2/1998 tanggal 27 Februari 1998, gula merupakan salah satu dari sembilan bahan pokok kebutuhan masyarakat Indonesia. Kesembilan bahan pokok tersebut yaitu beras, gula, minyak goreng, daging, telur, susu, jagung, minyak tanah, dan garam. Konsumsi gula masyarakat Indonesia mencapai angka 5,2 juta ton per tahun (Ayu Rosyidah, 2013). Konsumsi gula meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, kesejahteraan masyarakat, dan berkembangnya industri berbahan baku gula. Indonesia memproduksi gula sekitar 2,3 juta ton per tahun dan jumlah ini hanya dapat memenuhi 40% kebutuhan gula nasional (Didik Kusbiantoro, 2013). Beberapa alasan pemerintah perlu melakukan impor gula yaitu jumlah produksi gula yang berfluktuasi dan tidak dapat memenuhi konsumsi gula masyarakat, masa panen gula yang berlangsung cukup lama yaitu selama 16 bulan sehingga menyebabkan ketersediaan gula menjadi terbatas, meningkatnya jumlah penduduk setiap tahun, dan semakin berkembangnya industri berbahan baku gula. Jumlah produksi dan impor gula tebu di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2013) disajikan pada **Tabel 1.1**

Tabel 1.1 Jumlah produksi dan impor gula tebu di Indonesia

Tahun	Produksi (ton)	Impor (ton)
2009	2.333.900	1.373.546
2010	2.288.700	1.382.525
2011	2.244.150	2.371.250
2012	2.600.350	2.743.778



Konsumsi gula yang tinggi dapat berakibat pada penyakit diabetes mellitus karena asupan gula yang tinggi mengakibatkan pankreas bekerja keras memproduksi insulin yang digunakan tubuh untuk menormalkan kadar gula dalam darah. Namun pada akhirnya, pankreas akan kelelahan sehingga produksi insulin akan menurun dan tidak mampu menormalkan kadar gula dalam darah. Pada akhirnya kadar gula dalam darah menjadi tinggi dan menimbulkan penyakit diabetes mellitus. Berdasarkan data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), penderita diabetes mellitus di Indonesia mencapai 8,4 juta orang. Pada 2020 diperkirakan penderita diabetes bertambah menjadi 12 juta orang. Faktor keturunan hanya 20%, sedangkan faktor utama yaitu pola hidup tidak sehat berupa mengkonsumsi makanan tinggi kalori, obesitas, rendah serat, dan jarang berolahraga (Yaspen M., 2013).

Penderita diabetes mellitus, obesitas, dan orang yang sedang diet gula sangat membutuhkan pemanis sintesis sebagai pengganti gula karena nilai kalorinya yang rendah dan sulit dicerna tubuh. Industri makanan maupun minuman juga telah banyak yang menggunakan pemanis sintesis untuk menggantikan gula tebu karena faktor ekonomi. Pemanis sintesis memiliki harga yang lebih murah daripada gula tebu, memiliki tingkat kemanisan yang jauh lebih tinggi, diproduksi melalui rekayasa kimia sehingga dapat diproduksi dengan jumlah yang tinggi tanpa memperhatikan faktor lahan perkebunan. Namun pemanis sintesis sangat berbahaya bagi kesehatan karena dapat menyebabkan kanker jika dikonsumsi dalam jangka waktu yang lama (karsinogenik), tidak aman bagi ibu hamil atau menyusui, atau bagi penderita fenilketonuria (*aspartame* mengandung asam amino fenilalanin), sehingga diperlukan pemanis dengan nilai kalori rendah dan aman bagi kesehatan, salah satunya yaitu stevia.



Pemanis stevia berasal dari tumbuhan dan diperoleh melalui ekstraksi daun stevia, sehingga penggunaannya lebih aman. Keunggulan stevia yaitu tidak menyebabkan kanker (non karsinogenik), karies gigi, dapat mencegah obesitas, menurunkan tekanan darah tinggi, dan kandungan kalori yang rendah dengan tingkat kemanisan yang jauh lebih tinggi daripada gula tebu yaitu 300 kali lebih manis. Keunggulan lainnya yaitu pembudidayaan stevia yang mudah, pertumbuhannya yang relatif tidak lama yaitu tiga hingga empat bulan, dan mengandung vitamin, protein, kalsium dan lain-lain yang bermanfaat bagi tubuh. Oleh karena itu pemanis stevia dapat menjadi alternatif yang berpotensi untuk menggantikan pemanis sintesis.

Hingga pada saat ini telah dilakukan beberapa penelitian tentang pembuatan gula stevia diantaranya. Menurut Ratnani (2005), pembuatan gula stevia dengan metode ekstraksi padat cair dengan menggunakan perangkat *soxhlet* dan memvariasikan jenis pelarut (methanol, etanol, spiritus, dan aquadest) dengan pencucian menggunakan *Khloroform*. kemudian dicuci kembali dengan n-butanol dan diuapkan dengan methanol panas. Hasil penelitian yang didapatkan kondisi operasi yang relatif baik untuk mengekstraksi yaitu pada delapan kali sirkulasi dengan methanol teknis. Kristal halus yang dihasilkan memiliki berat 0.2985 gram dengan indeks bias 1.3950. Menurut Andy (2015), pembuatan gula stevia dengan metode ekstraksi padat cair dengan menggunakan ekstraktor *batch (custom)* dan memvariasikan jenis pelarut (methanol, etanol dan aquadest) dengan temperatur ekstraksi (45°C, 50°C, 55°C). Hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan pelarut etanol menghasilkan perolehan ekstrak paling tinggi. Namun pelarut aquadest menghasilkan kadar steviosida paling tinggi. Semakin tinggi temperatur, maka semakin besar perolehan ekstrak yang diperoleh serta semakin tinggi kadar abu ekstrak.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka



dapat disimpulkan permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir inovasi adalah sebagai berikut:

1. Apakah stevia rebaudiana bertonii bersifat non-kalori?
2. Apakah stevia rebaudiana memiliki rasa lebih manis dibanding gula pasir?
3. Bagaimana mengetahui pengaruh penggunaan solvent terhadap kemanisan gula?

1.3 Batasan Masalah

Dalam inovasi ini, dilakukan pembatasan masalah dengan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Bahan baku gula yang digunakan adalah berasal dari tanaman Stevia Rebaudiana Bertoni
2. Jenis pelarut yang digunakan adalah aquadest dan etanol

1.4 Tujuan Inovasi Proses

Berdasarkan rumusan masalah yang dibuat, maka dapat ditulis tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui apakah stevia rebaudiana bertonii bersifat non-kalori.
2. Untuk mengetahui apakah stevia rebaudiana memiliki rasa lebih manis dibanding gula pasir.
3. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan solvent terhadap kemanisan gula.

1.5 Manfaat Inovasi Proses

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Pemanfaatan gula stevia sebagai alternatif alami.
2. Memberikan pilihan alternatif pemanis yang aman dikonsumsi oleh pengidap penyakit diabetes.
3. Membantu pemerintah dalam penyediaan lapangan kerja baru.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanis

Pemanis merupakan bahan yang ditambahkan pada makanan atau minuman yang dapat memberikan rasa manis. Secara umum, pemanis dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu alami dan sintesis. Pemanis alami yaitu pemanis yang berasal dari tanaman maupun lainnya yang dari alam, seperti gula dari tebu, aren, bit, madu, dan kelapa. Pemanis sintesis yaitu pemanis yang diperoleh dari proses sintesa kimia, seperti *saccharine*, *aspartame*, *siklamat*, *sorbitol*, *xylitol*, *sucralose*, dan *acesulfame-K* (Luqman B., 2007).

Berdasarkan kandungan kalori, pemanis dapat dibagi menjadi dua yaitu pemanis nutritif dan pemanis non nutritif. Pemanis nutritif adalah pemanis yang dapat dicerna dan memiliki kalori di dalam komponen gulanya, contohnya yaitu sukrosa dan polyols. Pemanis non nutritif adalah pemanis yang hanya memiliki sedikit atau sama sekali tidak memiliki kalori di dalam komponen gulanya. Pemanis non nutritif dibedakan menjadi dua yaitu pemanis non nutritif alami dan sintesis. Contoh dari pemanis non nutritif alami yaitu *thaumantin*, *monellin*, *miraculin*, *brazzein*, *stevioside*, *glycyrrhizinic acid*, *mogroside*, dan *dihydrochalcones*, sedangkan contoh dari pemanis non nutritif sintesis yaitu *saccharine*, *aspartame*, *siklamat*, *acesulfame-K*, *sucalose*, *dulcin* (Dr. D.Chattopadhyaya, 2007).

Gula merupakan komoditas yang cukup strategis di Indonesia. Banyak olahan pangan memakai gula sebagai pemberi rasa dalam produknya. Menurut Sugiyanto (2007), Indonesia pada tahun 2020 diperkirakan penduduknya mengkonsumsi gula sebanyak 3,37 juta ton. Gula pasir merupakan komoditi



penyumbang kebutuhan kalori keempat setelah padipadian, pangan hewani, serta minyak dan lemak, dengan pangsa pasar sekitar 6,7 %.

Gula curah dan gula bermerk merupakan gula yang umum beredar di masyarakat. Kedua jenis gula itu samasama berasal dari air tebu. Perbedaan dari kedua gula putih kristal ini adalah dari segi warna. Gula bermerk berasal dari olahan pabrik yang memiliki warna lebih putih dibandingkan dengan gula pasir curah. Menurut mitos masyarakat gula berwarna lebih gelap (gula curah) memiliki angka kemanisan yang lebih daripada gula yang berwarna lebih putih. Oleh sebab itu dilakukan penelitian perbandingan ekuivalensi kemanisan pada gula pasir curah, gula pasir pabrikan, dan pemanis buatan memakai metode analisis deskriptif magnitude estimation.

Gacula (1997), menyatakan bahwa analisis deskriptif sering digunakan untuk mengontrol kualitas suatu produk secara sensori dibandingkan dengan produk sejenis serta mendapatkan data konsumen di pasar untuk melakukan pemetaan dan memperoleh data sensori yang digunakan untuk mengembangkan produk baru selain itu digunakan untuk memperbaiki suatu produk.

2.2 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan senyawa yang terbentuk dari molekul karbon, hidrogen dan oksigen. Sebagai salah satu jenis zat gizi, fungsi utama karbohidrat adalah penghasil energi di dalam tubuh. Tiap 1 gram karbohidrat yang dikonsumsi akan menghasilkan energi sebesar 4 kkal dan energi hasil proses oksidasi (pembakaran) karbohidrat ini kemudian akan digunakan oleh tubuh untuk menjalankan berbagai fungsi-fungsinya seperti bernafas, kontraksi jantung dan otot serta juga untuk menjalankan



berbagai aktivitas fisik seperti berolahraga atau bekerja (Irawan,2007)

2.2.1 Monosakarida

Monosakarida merupakan jenis karbohidrat sederhana yang terdiri dari 1 gugus cincin. Contoh dari monosakarida yang banyak terdapat di dalam sel tubuh manusia adalah glukosa, fruktosa dan galaktosa. Glukosa di dalam industri pangan lebih dikenal sebagai dekstrosa atau juga gula anggur. Di alam, glukosa banyak terkandung di dalam buah-buahan, sayuran dan juga sirup jagung. Fruktosa dikenal juga sebagai gula buah dan merupakan gula dengan rasa yang paling manis. Di alam fruktosa banyak terkandung di dalam madu (bersama dengan glukosa), dan juga terkandung diberbagai macam buah-buahan. Sedangkan galaktosa merupakan karbohidrat hasil proses pencernaan laktosa sehingga tidak terdapat di alam secara bebas. Selain sebagai molekul tunggal, monosakarida juga akan berfungsi sebagai molekul dasar bagi pembentukan senyawa karbohidrat kompleks pati (starch) atau selulosa (Budiman,2009).

2.2.2 Disakarida

Disakarida merupakan jenis karbohidrat yang banyak dikonsumsi oleh manusia di dalam kehidupan sehari-hari. Setiap molekul disakarida akan terbentuk dari gabungan 2 molekul monosakarida. Contoh disakarida yang umum digunakan dalam konsumsi sehari-hari adalah sukrosa yang terbentuk dari gabungan 1 molekul glukosa dan fruktosa dan juga laktosa yang terbentuk dari gabungan 1 molekul glukosa & galaktosa . Di dalam produk pangan, sukrosa merupakan pembentuk hampir 99% dari gula pasir atau gula meja (table sugar) yang biasa digunakan dalam konsumsi sehari-hari sedangkan laktosa merupakan karbohidrat yang banyak terdapat di dalam susu sapi



dengan konsentrasi 6.8 gr / 100 ml (Budiman,2009).

2.2.3 Polisakarida

Karbohidrat kompleks merupakan karbohidrat yang terbentuk oleh hampir lebih dari 20.000 unit molekul monosakarida terutama glukosa. Karbohidrat kompleks juga disebut polisakarida dan dalam ilmu gizi, jenis karbohidrat kompleks yang menjadi sumber utama bahan makanan yang umum dikonsumsi oleh manusia adalah pati (starch). Polisakarida merupakan polimer monosakarida, mengandung banyak satuan monosakarida yang dihubungkan oleh ikatan glikosida. Hidrolisis lengkap dari polisakarida akan menghasilkan monosakarida. Glikogen dan amilum merupakan polimer glukosa (Budiman,2009).

Tabel 2.1 Macam-macam gula dan rumus kimianya

Nama Gula	Jenis Gula	Rumus Kimia
Glukosa	Monosakarida	$C_6H_{12}O_6$
Fruktosa	Monosakarida	$C_6H_{12}O_6$
Galaktosa	Monosakarida	$C_6H_{12}O_6$
Laktosa	Disakarida	$C_{12}H_{22}O_{11}$
Sukrosa	Disakarida	$C_{12}H_{22}O_{11}$
Maltosa	Disakarida	$C_{12}H_{22}O_{11}$

2.3 Sukrosa

Sukrosa merupakan salah satu jenis oligosakarida yang terdiri dari dua monomer (disakarida) yaitu glukosa dan fruktosa, dan termasuk kelompok karbohidrat dengan rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$. Nama lain dari sukrosa yaitu α -D-glukopiranosil-(1 \rightarrow 2)- β -Dfruktofuranosida. Sukrosa lebih dikenal dengan nama gula tebu. Struktur kimia sukrosa



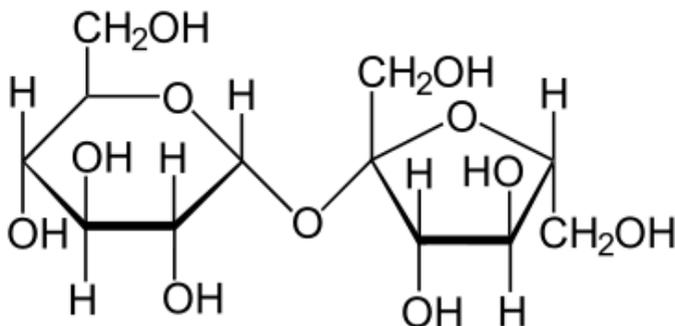
disajikan dalam **Gambar 2.1**:

Tabel 2.2 Kadar kemanisan pemanis alami dan sintesis

No.	Jenis Pemanis	Kadar Kemanisan ^{*)}
A.	Gula	
1.	Sucrose (Standar)	1,0
2.	Glucose	0,5
3.	Fructose	1,3
4.	Lactose	0,2
5.	Maltose	0,3
B.	Pemanis Sintetik non Karbohidrat dan Pemanis alam lainnya	
1.	3-methylcyclopentylsulfamate	15
2.	p-anisylurea	18
3.	Sodium Cyclohexylsulfamate (Cyclamate)	30
4.	Chloroform	40
5.	Glycyrrhizin	50
6.	Methoxy-2-amino-4-nitrobenzene	167
7.	p-ethoxy phenylurea (Dulcin)	200
8.	6-chlorosacharin	200
9.	Sodium Benzosulmide (Saccharin)	300
10.	N-hexylchloromalonamide	300
11.	Stevia Rebaudiana Bertoni (Stevioside)	300
12.	Naringin Dihydrochalcone	300
13.	2-amine-4-nitrotoluene	300
14.	p-netrosuccinalilide	350
15.	Monodicargrocvenori (Lo Han Fruit)	400
16.	p-methoxymathylnitrobenzene	500
17.	Trichlorogalactosucrose (TGS)	600
18.	1-bromo-5-nitroaniline	700
19.	Thaumatococcus Danielli (Thaumatococin)	1.600
20.	Perillaldehyde oxime (Perillartine)	2.000
21.	Neohesperidin Dihydrochalcone (DHC)	2.000
22.	Didscoreophyllum Cumminsii (Monellin)	2.500
23.	Polypodium Vulgare (Osladin)	3.000
24.	5-nitro-2-n-propoxyaniline (P-4000)	4.000

Keterangan : *) tingkat kemanisan relatif terhadap Sucrose

Sumber : Stephen, V dalam Sawit et al. (1999)



Gambar 2.1 Struktur Kimia Sukrosa

Sifat fisik dan kimia dari sukrosa (Darwin,2017) :

Rumus molekul	: $C_{12}H_{22}O_{11}$
Berat molekul	: 342,3 gram/mol
Bentuk fisik	: padat, putih
Massa jenis	: 1,5879 gram/cm ³
Titik leleh	: 186 °C

Kelarutan sukrosa dalam air pada berbagai nilai temperatur disajikan pada **Tabel 2.3** berikut:

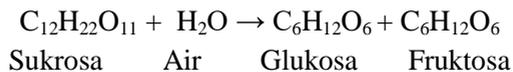
Tabel 2.3 Kelarutan Sukrosa Dalam Air pada Berbagai Nilai Temperatur

Temperatur (°C)	Gram Sukrosa/gram air
50	2,59
55	2,73
60	2,84
65	3,06
70	3,25
75	3,46



80	3,69
85	3,94
90	4,2

Sukrosa bersifat non pereduksi karena tidak mempunyai gugus OH bebas yang reaktif (keduanya sudah saling terikat). Sukrosa mengalami reaksi hidrolisis melalui proses pelarutan dengan air dan pemanasan ($50 - 60^{\circ}\text{C}$) pada suasana asam atau dengan penambahan enzim hidrolase glikosida (*sucrases* atau *invertases*), maka akan terurai menjadi glukosa dan fruktosa, sehingga disebut gula *invert*. Gula *invert* berbentuk cair karena tidak dapat membentuk kristal. Hal ini disebabkan oleh kelarutan fruktosa dan glukosa menjadi sangat besar. Gula invert memiliki rasa yang lebih manis daripada sukrosa. Reaksi hidrolisis tersebut yaitu sebagai berikut:



Reaksi hidrolisis sukrosa disebut juga sebagai *inversion of sucrose* karena adanya pembalikan sudut putar bidang polarisasi yang terjadi dari positif atau dekstro ($+66.5^{\circ}$) menjadi negatif atau levo (-39°) (Budiman, 2009).

2.4 Stevia Rebaudiana Bertoni

Stevia Rebaudiana Bertoni ditemukan oleh seorang direktur perguruan tinggi pertanian di Asuncion bernama Dr. Moises Santiago Bertoni ketika sedang menjelajahi hutan timur Paraguay pada tahun 1887. Nama Rebaudiana berasal dari



kimiawan Paraguay bernama Rebaudi yang pertama kali melakukan ekstraksi daun stevia (Donna G., 2000).

Stevia Rebaudiana lebih dikenal dengan nama *honey leaf plant*, *sweet chrysanthemum*, *sweetleaf stevia*, *sugarleaf*, atau *kaa-he-e* (nama lokal di Amerika Selatan). Daun Stevia memiliki bentuk seperti kemangi, bergerigi, berukuran kecil dan berwarna hijau yang termasuk dalam keluarga aster atau *chrysanthemum*, serta bertumpuk-tumpuk dalam satu batang, berbiji dan bertunas. Tanaman stevia memiliki batang yang lemah dan semi kayu, serta memiliki cabang-cabang. Bunga stevia berwarna putih, berukuran kecil, dan tumbuh di bagian paling atas. Gambar tanaman stevia disajikan dalam **Gambar 2.2**:



Gambar 2.2 Stevia Rebaudiana Bertoni

Stevia memiliki sifat pemanis alami dan tingkat kemanisannya 300 kali dibandingkan dengan gula tebu. Stevia tumbuh terutama di Gunung Amambay, Lembah Rio Monday, Paraguay, Amerika Selatan. Stevia telah dibudidayakan di Asia Timur (China, Korea, Taiwan, Thailand, Malaysia), Amerika Selatan (Brazil, Kolombia, Peru, Paraguay, Uruguay), dan Israel (Anonim, 2008). Stevia pertama kali dikenal di Indonesia pada



tahun 1977 dan telah dibudidayakan di Tawangmangu, Sukabumi, Garut, dan Bengkulu. Menurut EFSA (2010), batas konsumsi atau *acceptable daily intake* (ADI) untuk pemanis stevia yaitu 4 mg/kg *body weight/day*.

Stevia memiliki beberapa sifat yaitu:

- Memiliki kadar kemanisan 300 kali dari sukrosa
- Stabil pada suhu tinggi (100 OC) , larutan asam maupun basa (*range* pH 3-9), dan cahaya
- Tidak menimbulkan warna gelap pada waktu pemasakan
- Larut dalam air
- Tidak larut dalam alkohol murni, kloroform, atau eter
- Tahan pada pemanasan hingga 200 OC

Taksonomi stevia disajikan dalam **Tabel 2.4**:

Tabel 2.4 Taksonomi Stevia Rebaudiana Bertoni (USDA, 2008)

Kingdom	Plantae
Sub kingdom	Tracheobionta
Super divisi	Spermatophyta
Divisi	Magnoliophyta
Kelas	Magnoliopsida
Sub kelas	Asteridae
Ordo	Asterales
Famili	Asteraceae
Genus	Stevia Cav.
Spesies	Rebaudiana

Di dalam daun stevia terdiri dari berbagai macam glikosida, seperti disajikan pada **Tabel 2.5**. Namun glikosida yang paling banyak dan memberikan rasa manis yaitu steviosida



dan rebaudiosida A.

Tabel 2.5 Glikosida dalam stevia (D.Chattopadhy, 2007)

Nama Glikosida	Rumus	Berat Molekul(g /mol)
	Empiris	
Steviolbloside	$C_{32}H_{50}O_{13}$	642,3251
Dulcoside A	$C_{38}H_{60}O_{17}$	788,3831
Stevioside	$C_{38}H_{60}O_{18}$	804,3780
Rebaudioside B	$C_{36}H_{60}O_{16}$	804,3780
Rebaudioside F	$C_{43}H_{68}O_{22}$	936,4202
Rebaudioside C	$C_{44}H_{70}O_{22}$	950,4359
Rebaudioside A	$C_{44}H_{70}O_{23}$	966,4308
Monoglucosylrebaudioside B	$C_{44}H_{70}O_{23}$	966,4308
Monoglucosylstevioside	$C_{44}H_{70}O_{23}$	966,4308
Monoglucosylrebaudioside C	$C_{50}H_{80}O_{27}$	1112,4887
Rebaudioside D	$C_{50}H_{80}O_{28}$	1128,4836
Monoglucosylrebaudioside A	$C_{50}H_{80}O_{28}$	1128,4836
Diglucosylrebaudioside B	$C_{50}H_{80}O_{28}$	1128,4836
Diglucosylstevioside	$C_{50}H_{80}O_{28}$	1128,4836
Diglucosylrebaudioside C	$C_{56}H_{90}O_{32}$	1274,5415
Diglucosylrebaudioside A	$C_{56}H_{90}O_{33}$	1290,5364
Triglucosylrebaudioside B	$C_{56}H_{90}O_{33}$	1290,5364
Triglucosylrebaudioside C	$C_{62}H_{100}O_{37}$	1436,5943
Triglucosylrebaudioside A	$C_{62}H_{100}O_{38}$	1452,5893

Stevia tidak hanya mengandung glikosida, namun juga beberapa senyawa lainnya yaitu seperti disajikan dalam **Tabel 2.6** berikut:



Tabel 2.6 Komposisi daun stevia (per 100 gram bahan)
(D.Chattopadhy, 2007)

Komponen	Kadar
Energi	270 Kcal
Protein	10 g
Lemak	3 g
Air	7 g
Karbohidrat	52 g
Debu	11 g
Serat kasar	18 g
Kalsium	464,4 mg
Phospor	11,4 mg
Besi	55,3 mg
Sodium	190 mg
Potasium	1800 mg
Asam Oksalik	2295 mg
Tannins	0,01 mg
Steviosida	10-15 g

Selain mengandung beberapa komponen seperti disajikan dalam **Tabel 2.6**, daun stevia juga mengandung beberapa senyawa seperti *apigenin*, *austroinulin*, *avicularin*, *betasitosterol*, *caffeic acid*, *kampesterol*, *kariofilen*, *sentaureidin*, asam klorogenik, *klorofil*, *kosmosiin*, *sinarosid*, *daukosterol*, *glikosida diterpene*, *dulkosid A-B*, *funikulin*, *formic acid*, *gibberellic acid*, *giberelin*, *indol-3-asetonitril*, *isokuersitrin*, *isosteviol*, *jihanol*, *kaempferol*, *kaurene*, *lupeol*, *luteolin*, *polistakosid*, *kuersetin*, *kuersitrin*, *skopoletin*, *sterebin A-H*, *steviol*, *steviolbiosid*, *steviolmonosida*, *steviosid a-3*, *stigmasterol*, *umbelliferon*, dan *santofil* (Tropical Plant Database, 2013).



2.4.1 Pembudidayaan Daun Stevia

Tanaman stevia dapat tumbuh di dataran dengan ketinggian 500 – 1000 meter di atas permukaan laut. Kondisi optimum untuk pertumbuhan tanaman ini yaitu pada suhu 14 – 27 °C dan pH antara 6,5 – 7,5. Beberapa cara pembudidayaan stevia yaitu dengan mengecambahkan biji stevia, stek batang, maupun dengan kultur jaringan.

Tanaman stevia dapat mencapai ketinggian sebesar 45 cm dan lebar 46 – 61 cm selama tiga bulan. Pemanenan pertama dapat dilakukan setelah 4 – 5 bulan sejak pertama kali ditanam, kemudian pemanenan selanjutnya dapat dilakukan selama tiga bulan. Jarak antar kolom tanaman stevia yaitu 51 – 61 cm dan 46 cm untuk setiap tanaman. Tanaman stevia sensitif terhadap dingin dan kandungan air yang berlebihan, serta bertumbuh secara lebih baik dengan penambahan pupuk dengan kadar nitrogen yang rendah daripada asam fosfat atau kalium yang tinggi.

2.4.2 Manfaat Stevia bagi Kesehatan

Stevia memiliki beberapa manfaat bagi kesehatan maupun keunggulan dibandingkan dengan pemanis lainnya, yaitu (Donna G., 2000):

- a) Beberapa glikosida dalam stevia mampu memperlebar pembuluh darah, meningkatkan ekskresi natrium dan urin, sehingga pada dosis tertentu mampu menurunkan tekanan darah (hipotensif).
- b) Stevioside dalam stevia adalah senyawa glikosida non-karbohidrat. Senyawa ini tidak dimiliki oleh sukrosa. Stevia juga memiliki beberapa sifat yang berbeda dengan sukrosa, yaitu umur penyimpanan yang panjang, stabil terhadap



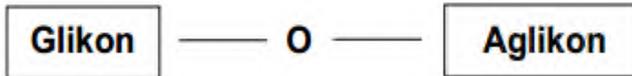
- suhu tinggi, non-fermentasi, tetapi mengandung kalori mendekati nol.
- c) Stevia memiliki nilai kalori yang sangat rendah.
 - d) Stevia mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dalam mulut karena kadar karbohidrat yang rendah. *Streptococcus mutans* memfermentasi gula menjadi asam. Selanjutnya asam ini akan menempel pada gigi dan menyebabkan karies dan gigi berlubang. Oleh karena itu, stevia tidak menyebabkan terjadinya karies dan gigi berlubang.
 - e) Stevia adalah tumbuhan herbal yang mengandung vitamin penting yang tidak dimiliki oleh pemanis sintesis.
 - f) Stevia mengandung beberapa sterol dan antioksidan seperti *triterpenes*, *flavonoids*, dan *tannins*.
 - g) *Chlorogenic acid* dalam stevia dapat mengurangi perubahan glikogen menjadi glukosa sehingga dapat mengurangi penyerapan glukosa dalam usus. Hal ini berarti stevia dapat mengurangi kadar gula dalam darah.
 - h) Membantu memperbaiki pencernaan dan meredakan sakit perut.
 - i) Steviosida tidak memiliki efek mutagen, teratogenik, maupun karsinogenik.

2.4.3 Glikosida

Glikosida merupakan suatu molekul yang terdiri dari gula (glikon) yang terikat dengan molekul non gula (aglikon atau genin). Keduanya dihubungkan oleh ikatan glikosidik berupa jembatan oksigen (O-glikosida, *dioscin*), jembatan nitrogen (N-glikosida, *adenosine*), jembatan sulfur (S-glikosida, *sinigrin*), maupun jembatan karbon (C-glikosida, *barbaloin*). Glikosida



yang mengandung ikatan glikosidik nitrogen sering dinamakan *glycosylamines*. Glikon dapat mengandung satu monomer (monosakarida) atau beberapa monomer (oligosakarida). Struktur O-glikosida dapat disajikan pada **Gambar 2.3** berikut:



Gambar 2.3 Struktur O-glikosida (Sheila N. A., 2013)

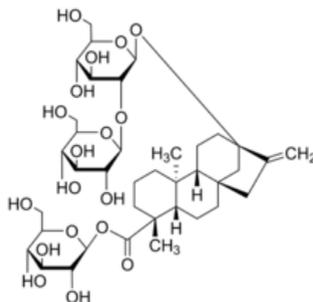
Gula yang sering terdapat dalam glikosida yaitu D glukosa. Namun ada beberapa jenis gula lainnya yang terdapat dalam glikosida yaitu ramnosa, digitoksosa, fruktosa, arabinosa, xylosa, atau simarosa. Penamaan komponen glikon yaitu dengan cara mengganti akhiran *-sa* menjadi *-sida*. Apabila kelompok glikon berupa glukosa, maka dinamakan glukosida. Apabila kelompok glikon berupa fruktosa, maka dinamakan fruktosida. Bagian aglikon atau genin terdiri dari berbagai macam senyawa organik seperti triterpena, steroid, antrasena, ataupun senyawa-senyawa yang mengandung gugus fenol, alkohol, aldehyd, keton, dan ester (Sheila N. A., 2013).

2.4.4 Steviosida

Steviosida merupakan salah satu glikosida utama dalam daun stevia yang memiliki rasa manis 250-300 kali dari sukrosa dan memiliki nama lain yaitu *(4a)-13- [(2-O-β-DGlucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy] kaur-16-en-18-oicacid β-D-glucopyranosyl ester* (Sigma Aldrich, 2013). Kandungan steviosida dalam daun stevia kering yaitu 5 – 22 %-berat dan pada bunga stevia yaitu 0,9 %-berat. Steviosida mempunyai nilai kalori



yang rendah, sehingga cocok untuk dikonsumsi oleh orang yang mengidap penyakit diabetes mellitus dan bagi yang sedang melakukan diet. Steviosida tidak bersifat racun, sehingga aman untuk dikonsumsi oleh manusia. Steviosida mempunyai rumus empiris $C_{38}H_{60}O_{18}$ dan berat molekul 804,90 g/mol. Apabila diurai sempurna stevioside mengandung 56,90 % C, 7,51 % H, dan 35,78 % O. Senyawa Steviosida memiliki titik lebur 198 oC, berbentuk kristal amorf dan hidroskopis, larut dalam air, dioxan, dan metanol, dan sedikit larut dalam alkohol (Luqman B., 2007) . Struktur kimia steviosida disajikan dalam **Gambar 2.4**:



Gambar 2.4 Struktur kimia steviosida (Sigma Aldrich, 2013)

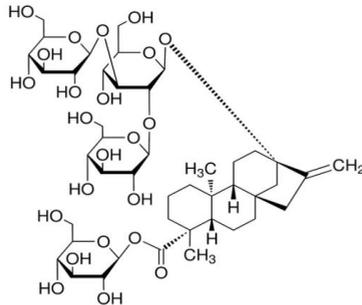
Steviosida dalam tubuh bekerja dengan cara meningkatkan produksi hormon insulin dan sensitivitasnya. Peningkatan hormon insulin dalam plasma darah. Senyawa ini juga menghambat penyerapan glukosa pada usus dan pembentukan glukosa pada hati dengan mengubah aktivitas sejumlah enzim yang berperan dalam sintesa glukosa, sehingga kadar glukosa dalam (Chatsudthipong, 2009).



2.4.5 Rebaudiosida A

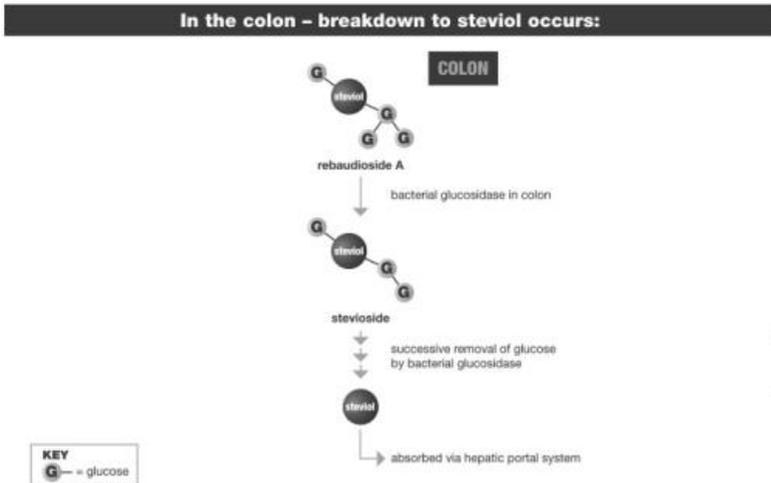
Rebaudiosida A merupakan salah satu glikosida dalam daun stevia yang mempunyai rasa pahit dengan tingkat terendah dibandingkan dengan glikosida lainnya. Rebaudiosida mempunyai sifat yang lebih stabil dan rasa yang lebih manis daripada steviosida karena memiliki kandungan glukosa yang 1 C₄₄H₇₀O₂₃, berat molekul *glucopyranosyl-3-O-β-Dglucopyranosyl glucopyranosyl ester* (Sigma Aldrich, 2013).

Gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.5 Struktur kimia rebaudiosida A (Sigma Aldrich 2013)

Pada proses pencernaan, rebaudiosida dimetabolisme menjadi steviosida, kemudian steviosida dipecah menjadi glukosa dan steviol. Glukosa tersebut digunakan oleh bakteri dalam usus besar dan tidak diserap dalam darah. Steviol tidak dicerna dan dikeluarkan melalui urin dalam bentuk *steviol glucuronide* (Anonim, 2008). Proses perubahan rebaudiosida dalam usus besar manusia disajikan dalam **Gambar 2.6** berikut:



Gambar 2.6 Proses penguraian steviol glikosida dalam usus besar manusia (Sarah K. dan Curtis D. E., 2007)

2.5 Ekstraksi padat cair

Proses pemisahan steviosida yang terkandung dalam daun stevia dapat dilakukan dengan metode ekstraksi dengan pelarut. Ekstraksi padat cair atau *leaching* merupakan metode pemisahan satu atau beberapa komponen (*solute*) dari campurannya dalam padatan yang tidak dapat larut (*inert*) dengan menggunakan pelarut (*solvent*) berupa cairan (Treybal, R. E., 1980). Pemisahan dapat terjadi karena adanya *driving force* yaitu perbedaan konsentrasi *solute* di padatan dengan pelarut dan adanya perbedaan kemampuan melarut komponen dalam campuran. Proses ekstraksi padat cair secara umum terdiri dari lima tahap yaitu (Geankoplis, 1993):

1. Pelarut berpindah dari *bulk solution* ke seluruh permukaan padatan (terjadi pengontakan antara pelarut dengan padatan).



Proses perpindahan pelarut dari *bulk solution* ke permukaan padatan berlangsung seketika saat pelarut dikontakkan dengan padatan. Proses pengontakan ini dapat berlangsung dengan dua cara yaitu perkolasi atau maserasi.

2. Pelarut berdifusi ke dalam padatan. Proses difusi pelarut ke padatan dapat terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi (*driving force*) antara *solute* di pelarut dengan *solute* di padatan.
3. *Solute* yang ada dalam padatan larut ke dalam pelarut. *Solute* dapat larut dalam pelarut karena adanya gaya elektostatik antar molekul, yaitu disebut gaya dipol-dipol, sehingga senyawa yang bersifat polar-polar atau nonpolar-nonpolar dapat saling berikatan. Selain itu juga terdapat gaya dipol-dipol induksi atau gaya London yang menyebabkan senyawa polar dapat larut atau sedikit larut dengan senyawa nonpolar.
4. *Solute* berdifusi dari padatan menuju permukaan padatan; Proses difusi ini disebabkan oleh konsentrasi *solute* dalam pelarut yang berada di dalam pori-pori padatan lebih besar daripada permukaan padatan.
5. *Solute* berpindah dari permukaan padatan menuju *bulk solution*.

Pada tahap ini, tahanan perpindahan massa *solute* ke *bulk solution* lebih kecil daripada di dalam padatan. Proses ekstraksi berlangsung hingga kesetimbangan tercapai yang ditunjukkan oleh konsentrasi *solute* dalam *bulk solution* menjadi konstan atau tidak ada perbedaan konsentrasi *solute* dalam *bulk solution* dengan padatan (*driving force* bernilai nol atau mendekati nol).

Pada bahan alami, *solute* biasanya terkandung di dalam sel sehingga pada proses pengontakan langsung antara pelarut dengan *solute* mengakibatkan terjadinya pemecahan dinding sel



karena adanya perbedaan tekanan antara di dalam dengan di luar dinding sel. Proses difusi *solute* dari padatan menuju permukaan padatan dan *solute* berpindah dari permukaan padatan menuju cairan berlangsung secara seri. Apabila salah satu berlangsung relatif lebih cepat, maka kecepatan ekstraksi ditentukan oleh proses yang lambat, tetapi bila kedua proses berlangsung dengan kecepatan yang tidak jauh berbeda, maka kecepatan ekstraksi ditentukan oleh kedua proses tersebut (Sediawan dan Prasetya, 1997).

Laju perpindahan massa *solute* A antara fasa padat dengan fasa cairan pada sistem *batch* dapat dirumuskan dengan persamaan berikut (Geankoplis, 1993):

$$\frac{\bar{N}_A}{A} = k_L (c_{AS} - c_A)$$

(Persamaan 2.1)

Keterangan:

NA = kg mol *solute* A terlarut dalam larutan per satuan waktu (kgmol/s)

A = luas permukaan partikel (m²)

KL = koefisien perpindahan massa (m/s)

CAS = kelarutan jenuh *solute* A dalam larutan (kgmol/m³)

CA = konsentrasi *solute* A dalam larutan pada waktu t (kgmol/m³)

2.5.1 Metode ekstraksi padat cair

Metode ekstraksi berdasarkan ada tidaknya proses pemanasan dapat dibagi menjadi dua macam yaitu ekstraksi cara dingin dan ekstraksi cara panas (Hamdani, 2009):

1. Ekstraksi cara dingin



Pada metode ini tidak dilakukan pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung dengan tujuan agar senyawa yang diinginkan tidak menjadi rusak. Beberapa jenis metode ekstraksi cara dingin, yaitu:

a) Maserasi atau dispersi

Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut diam atau dengan adanya pengadukan beberapa kali pada suhu ruangan. Metoda ini dapat dilakukan dengan cara merendam bahan dengan sekali-sekali dilakukan pengadukan. Pada umumnya perendaman dilakukan selama 24 jam, kemudian pelarut diganti dengan pelarut baru. Maserasi juga dapat dilakukan dengan pengadukan secara sinambung (maserasi kinetik). Kelebihan dari metode ini yaitu efektif untuk senyawa yang tidak tahan panas (terdegradasi karena panas), peralatan yang digunakan relatif sederhana, murah, dan mudah didapat. Namun metode ini juga memiliki beberapa kelemahan yaitu waktu ekstraksi yang lama, membutuhkan pelarut dalam jumlah yang banyak, dan adanya kemungkinan bahwa senyawa tertentu tidak dapat diekstrak karena kelarutannya yang rendah pada suhu ruang (Sarker, S.D., et al, 2006).

b) Perkolasi

Perkolasi merupakan metode ekstraksi dengan bahan yang disusun secara unggul dengan menggunakan pelarut yang selalu baru sampai prosesnya sempurna dan umumnya dilakukan pada suhu ruangan. Prosedur metode ini yaitu bahan direndam dengan pelarut, kemudian pelarut baru dialirkan secara terus menerus sampai warna pelarut tidak lagi berwarna atau tetap bening yang artinya



sudah tidak ada lagi senyawa yang terlarut. Kelebihan dari metode ini yaitu tidak diperlukan proses tambahan untuk memisahkan padatan dengan ekstrak, sedangkan kelemahan metode ini adalah jumlah pelarut yang dibutuhkan cukup banyak dan proses juga memerlukan waktu yang cukup lama, serta tidak meratanya kontak antara padatan dengan pelarut (Sarker, S.D., et al, 2006).

2. Ekstraksi cara panas

Pada metode ini melibatkan pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung. Adanya panas secara otomatis akan mempercepat proses ekstraksi dibandingkan dengan cara dingin. Beberapa jenis metode ekstraksi cara panas, yaitu:

a) Ekstraksi refluks

Ekstraksi refluks merupakan metode ekstraksi yang dilakukan pada titik didih pelarut tersebut, selama waktu dan sejumlah pelarut tertentu dengan adanya pendingin balik (kondensor). Pada umumnya dilakukan tiga sampai lima kali pengulangan proses pada rafinat pertama. Kelebihan metode refluks adalah padatan yang memiliki tekstur kasar dan tahan terhadap pemanasan langsung dapat diekstrak dengan metode ini. Kelemahan metode ini adalah membutuhkan jumlah pelarut yang banyak (Irawan, B.,2010).

b) Ekstraksi dengan alat soxhlet

Ekstraksi dengan alat soxhlet merupakan ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru, umumnya dilakukan menggunakan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi konstan dengan adanya pendingin balik (kondensor). Pada metode ini, padatan disimpan dalam alat soxhlet dan dipanaskan, sedangkan yang dipanaskan hanyalah



pelarutnya. Pelarut terdinginkan dalam kondensor, kemudian mengekstraksi padatan. Kelebihan metode soxhlet adalah proses ekstraksi berlangsung secara kontinu, memerlukan waktu ekstraksi yang lebih sebentar dan jumlah pelarut yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan metode maserasi atau perkolasi. Kelemahan dari metode ini adalah dapat menyebabkan rusaknya *solute* atau komponen lainnya yang tidak tahan panas karena pemanasan ekstrak yang dilakukan secara terus menerus (Sarker, S. D., et al., 2006; Prashant Tiwari, et al., 2011).

2.5.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses ekstraksi yaitu (Kirk- Othmer, 1998; Perry, R., et al, 1984):

a) Perlakuan pendahuluan

Perlakuan pendahuluan dapat berpengaruh terhadap rendeman dan mutu ekstrak yang dihasilkan. Perlakuan pendahuluan meliputi pengecilan ukuran dan pengeringan bahan. Semakin kecil ukuran partikel, maka semakin besar luas kontak antara padatan dengan pelarut, tahanan menjadi semakin berkurang, dan lintasan kapiler dalam padatan menjadi semakin pendek (laju difusi berbanding lurus dengan luas permukaan padatan dan berbanding terbalik dengan ketebalan padatan), sehingga proses ekstraksi menjadi lebih cepat dan optimal. Teknik pengecilan ukuran dapat dilakukan dengan cara pemotongan, penggilingan, maupun penghancuran.

Pengeringan bahan bertujuan untuk menguapkan sebagian air dalam bahan, sehingga kadar air bahan menurun.

Selain itu, kerusakan dinding sel bahan selama pengeringan



akan mempermudah pengeluaran *solute* dalam bahan. Pengeringan juga dapat mempermudah proses pengecilan ukuran dan meningkatkan mutu ekstrak dengan menghindari adanya air dalam ekstrak (Somaatmadja, 1985). Pada umumnya pengeringan dilakukan pada suhu kamar atau oven dengan temperatur kurang dari 30 °C. Keuntungan pengeringan dengan menggunakan oven yaitu tidak tergantung cuaca, kapasitas pengeringan dapat disesuaikan, tidak memerlukan tempat yang luas, dan kondisi pengeringan dapat dikontrol. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan yaitu udara pengering dan sifat bahan. Faktor yang berhubungan dengan udara pengering yaitu suhu, kecepatan volumetrik aliran udara pengering, dan kelembapan udara sedangkan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yaitu ukuran, kadar air awal, dan tekanan parial bahan.

b) Temperatur

Kelarutan bahan yang diekstraksi dan difusivitas akan meningkat dengan meningkatnya temperatur. Namun temperatur yang terlalu tinggi dapat merusak bahan yang diekstrak, sehingga perlu menentukan temperatur optimum.

c) Faktor pengadukan

Pengadukan dapat mempercepat pelarutan dan meningkatkan laju difusi *solute*. Pergerakan pelarut di sekitar bahan akibat pengadukan dapat mempercepat kontak bahan dengan pelarut dan memindahkan komponen dari permukaan bahan ke dalam larutan dengan jalan membentuk suspensi serta melarutkan komponen tersebut ke dalam media pelarut (Larian, 1959). Pengadukan dapat dilakukan dengan cara mekanis, pengaliran udara atau dengan kombinasi keduanya.



2.5.3 Pemilihan pelarut

Pemilihan pelarut merupakan salah satu faktor yang penting dalam proses ekstraksi. Jenis pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi mempengaruhi jenis komponen aktif bahan yang terekstrak karena masing-masing pelarut mempunyai selektifitas yang berbeda untuk melarutkan komponen aktif dalam bahan. Menurut Perry (1984), berbagai syarat pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi, yaitu sebagai berikut:

- a) Memiliki daya larut dan selektivitas terhadap *solute* yang tinggi. Pelarut harus dapat melarutkan komponen yang diinginkan sebanyak mungkin dan sesedikit mungkin melarutkan bahan pengotor.
- b) Bersifat inert terhadap bahan baku, sehingga tidak bereaksi dengan komponen yang akan diekstrak.
- c) Reaktivitas. Pelarut tidak menyebabkan perubahan secara kimia pada komponen bahan ekstraksi.
- d) Tidak menyebabkan terbentuknya emulsi.
- e) Tidak korosif.
- f) Tidak beracun.
- g) Tidak mudah terbakar.
- h) Stabil secara kimia dan termal.
- i) Tidak berbahaya bagi lingkungan.
- j) Murah dan mudah didapat, serta tersedia dalam jumlah yang besar.
- k) Memiliki titik didih yang cukup rendah agar mudah diuapkan.

Berbagai jenis pelarut yang sering digunakan dalam proses ekstraksi dapat dilihat pada **Tabel 2.7** berikut :

**Tabel 2.7** Beberapa jenis pelarut untuk ekstraksi (Stahl, 1969)

Pelarut	Titik didih ($^{\circ}\text{C}$, 1atm)	Viskositas (cp, 20°C)
n-heksana	68,7	0,326
Heksana	98,4	0,409
Sikloheksana	81,4	1,020
Benzena	80,1	0,652
Kloroform	61,3	0,580
Dietil eter	34,6	0,233
Etil asetat	77,1	0,455
Aseton	56,5	0,316
Etanol	78,5	1,200
Metanol	64,6	0,597
Air	100	1,005

Setiap komponen pembentuk bahan mempunyai perbedaan kelarutan yang berbeda dalam setiap pelarut, sehingga untuk mendapatkan sebanyak mungkin komponen yang diinginkan, maka ekstraksi dilakukan dengan menggunakan suatu pelarut yang secara selektif dapat melarutkan komponen tersebut. Komponen yang terkandung dalam bahan akan dapat larut pada pelarut yang relatif sama kepolarannya. Kriteria kepolaran suatu pelarut dapat ditinjau dari konstanta dielektrik dan momen dipol. Pelarut polar memiliki konstanta dielektrik yang besar, sedangkan non-polar memiliki konstanta dielektrik yang kecil. Semakin besar nilai konstanta dielektriknya, maka semakin polar senyawa tersebut. Nilai konstanta dielektrik pada berbagai jenis pelarut disajikan pada **Tabel 2.8** berikut:



Tabel 2.8 Nilai konstanta dielektrik pelarut organik pada 20°C
(Adnan, 1997)

Pelarut	Konstanta dielektrik
Heptana	1,924
n-heksana	1,890
Sikloheksana	2,023
Karbon tetraklorida	2,238
Benzen	2,284
Kloroform	4,806
Etil eter	4,340
Etil asetat	6,020
Piridin	12,30
Aseton	20,70
Etanol	24,30
Metanol	33,62
Asetonitril	38,00
Air	80,37

Momen dipol (μ) merupakan jumlah vektor dari momen ikatan dan momen pasangan elektron bebas (PEB) dalam suatu molekul. Senyawa yang memiliki momen dipol tidak sama dengan atau lebih besar dari nol ($\mu > 0$ atau $\mu \neq 0$) bersifat polar, sedangkan senyawa yang momen dipole sama dengan nol ($\mu = 0$) bersifat non-polar.

2.5.4 Sifat fisik dan kimia pelarut

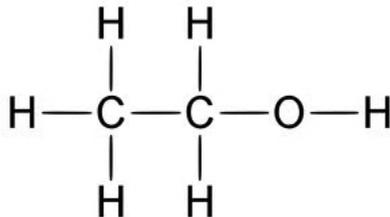
Beberapa jenis pelarut yang sering digunakan dalam proses ekstraksi



a) Etanol

Etanol (C_2H_5OH) memiliki nama lain yaitu etil alkohol, hidroksietana, dan alkohol absolut. Etanol merupakan molekul yang sangat polar karena adanya gugus hidroksil (OH) dengan keelektronegatifan oksigen yang sangat tinggi yang menyebabkan terjadinya ikatan hidrogen dengan molekul lain, sehingga etanol dapat bermolekul polar dan molekul ion. Gugus etil (C_2H_5) etanol dapat berikatan juga dengan molekul non melarutkan baik senyawa polar maupun non gr/mol, massa jenis 0,789 gr/cm momen dipol sebesar 1,69 D (gas), konstanta dielektrik 24,3 pada 20 (Mardawati, 2008)

Etanol merupakan pelarut paling penting kedua setelah air pada industri. Etanol merupakan alkohol yang paling tidak beracun (hanya beracun apabila dalam jumlah yang sangat besar), umumnya digunakan sebagai pelarut, antiseptik, perasa (sari vanila) atau pewarna makanan, dan bahan pada industri kosmetik (parfum) maupun obat-obatan. Struktur molekul etanol dapat dilihat pada **Gambar 2.7** berikut: (Schiller M., 2010; Cacycle, 2008).



Gambar 2.7 Struktur molekul etanol

b) Air

Air (H_2O) merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak



berasa, dan tidak berwarna dengan satu molekul air terdiri dari dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen (ikatanyang terjadi akibat adanya pemakaian bersama pasangan elektron) pada satu atom oksigen. Atom oksigen memiliki keelektronegatifan yang sangat besar sedangkan atom hidrogen memiliki keelektronegatifan yang paling kecil diantara unsur-unsur bukan logam. Hal tersebut menyebabkan sifat kepolaran air yang sangat besar. Air merupakan pelarut universal karena air mampu melarutkan banyak senyawa kimia lainnya.

Kelarutan suatu zat dalam air ditentukan oleh dapat tidaknya zat tersebut menandingi kekuatan gaya tarik-menarik listrik (gaya intermolekul dipol-dipol) antara molekul molekulair. Jika suatu zat tidak mampu menandingi gaya tarik-menarik antar molekul air, maka molekul-molekul zat tersebut tidak dapat larut dalam air. Zat yang dapat bercampur dengan baik atau larut dalam air (misalnya asam, alkohol, dan garam) disebut sebagai zat hidrofilik, sedangkan zat-zat yang tidak mudah tercampur atau larut dalam air (misalnya lemak dan minyak), disebut sebagai zat hidrofobik.

Senyawa polar dapat larut dalam air dan membentuk ikatan hidrogen dengan air. Ikatan hidrogen dapat terjadi karena elektron bebas pada atom yang memiliki elektronegatifan tinggi seperti N, O, F menarik proton yang dimiliki oleh atom H. Air memiliki berat molekul 18 gr/mol, titik didih 100°C, viskositas 1,005 cP, dan konstanta dielektrik sebesar 80,37 pada 20°C. Kelarutan beberapa zat dalam air disajikan pada **Tabel 2.9** (Azizah, 2011):

**Tabel 2.9** Kelarutan zat dalam air pada temperatur kamar

Zat	Kelarutan (per 100 gram)
Alkohol	Tidak Terbatas
Garam	36
Gula	211
Oksigen	0,0041
Karbon dioksida	0,144

2.6 Serapan (Adsorpsi dan Absorpsi)

Serapan adalah suatu proses dimana suatu partikel menempel pada suatu permukaan akibat adanya perbedaan muatan lemah diantara kedua benda (gaya Van Der Waals), sehingga terbentuk suatu lapisan tipis dari partikel-partikel halus pada permukaan. Permukaan karbon yang mampu menarik molekul organik merupakan salah satu contoh mekanisme serapan antara air, gas dan juga menyerap molekul protein yang polar (Boshi et al, 2003).

Penetrasi adsorbat kedalam adsorben dapat terjadi pada ketebalan beberapa lapis. Jika penetrasi molekul terjadi pada seluruh bagian material padat, maka prosesnya disebut absorpsi. Dalam banyak kasus sulit dibedakan mana absorpsi dan adsorpsi sehingga muncullah istilah sorpsi yang mengacu pada proses adsorpsi dan absorpsi.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

3.1 Tahap Pelaksanaan

1. Persiapan Bahan Baku
2. Proses Ekstraksi Daun *Stevia Rebaudiana*
3. Proses Pemurnian Ekstrak *Stevia Rebaudiana*
4. Proses Kristalisasi Ekstrak *Stevia Rebaudiana*
5. Tahap Analisa Hasil Percobaan

3.2 Bahan yang digunakan

1. Aquadest
2. Etanol
3. *Bleaching Earth*
4. *Calcium Bentonite*
5. CaO
6. Daun Kering *Stevia Rebaudiana*

3.3 Peralatan yang digunakan

1. Alur
2. *Beaker glass*
3. Cawan porselen
4. Corong
5. Erlenmeyer
6. Gelas ukur
7. Kertas Saring
8. *Klem*
9. Mortar
10. Oven
11. Pemanas elektrik
12. Pipet tetes



13. pH Meter
14. Spatula
15. Statif
16. Termometer
17. Timbangan elektrik

3.4 Variabel yang dipilih

1. Menggunakan penambahan *Bleaching Earth*, *Bentonite* dan Susu Kapur untuk dibandingkan pada proses pemurnian ekstrak *Stevia* dengan pelarut *Aquadest*
2. Menggunakan pelarut *Aquadest* dan Etanol untuk dibandingkan terhadap kadar kemanisan gula
3. Melakukan proses Ekstraksi dengan variabel waktu, untuk pelarut *Aquadest* selama 30, 60, dan 90 menit. Untuk pelarut Etanol Selama 8, 12, dan 24 jam
4. Melakukan proses Ekstraksi dengan massa 80 gram daun kering *Stevia* dalam 800 ml pelarut

3.5 Prosedur Percobaan

3.5.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

1. Menyiapkan Daun kering *Stevia* sebagai bahan utama.
2. Menumbuk Daun kering *Stevia* hingga halus

3.5.2 Tahap Proses Ekstraksi Daun *Stevia Rebaudiana*

3.5.2.1 Proses Ekstraksi Dengan Pelarut *Aquadest*

1. Menimbang berat daun kering *Stevia* sebanyak variabel dalam 800 ml pelarut *Aquadest*.
2. Memanaskan campuran daun kering *Stevia* dan pelarut dengan menggunakan pemanas elektrik.
3. Mengatur suhu pemanas elektrik dan menjaga suhu larutan daun kering *Stevia* sebesar 70°C selama variabel waktu.



4. Memisahkan ampas daun *Stevia* dan hasil ekstrak daun *Stevia* dengan menggunakan kertas saring.

3.5.2.2 Proses Ekstraksi Dengan Pelarut Etanol

1. Menimbang berat daun kering *Stevia* sebanyak variabel dalam 800 ml pelarut Etanol.
2. Menutup dan mendinginkan campuran daun kering *Stevia* dan pelarut selama variabel waktu.
3. Memisahkan ampas daun *Stevia* dan hasil ekstrak daun *Stevia* dengan menggunakan kertas saring.

3.5.3 Tahap Proses Pemurnian Ekstrak *Stevia Rebaudiana*

3.5.3.1 Pemurnian Ekstrak *Stevia* Pelarut *Aquadest*

1. Menambahkan (*Bleaching Earth*, *Bentonite* atau Susu Kapur) kedalam larutan ekstrak *Stevia* sebanyak 20% dari volume larutan ekstrak *Stevia*.
2. Mengaduk campuran larutan ekstrak *Stevia* dan (*Bleaching Earth*, *Bentonite* atau Susu Kapur) hingga merata.
3. Mendinginkan campuran larutan ekstrak *Stevia* dan (*Bleaching Earth*, *Bentonite* atau Susu Kapur) selama 30 menit.
4. Memisahkan larutan ekstrak *Stevia* dari (*Bleaching Earth*, *Bentonite* atau Susu Kapur) dengan menggunakan 4 lapisan kertas saring .

3.5.3.2 Pemurnian Ekstrak *Stevia* Pelarut Etanol

1. Memanaskan larutan ekstrak *Stevia* dengan menggunakan pemanas listrik dan menjaga suhu larutan sebesar 50°C.



2. Mendiamkan larutan ekstrak *Stevia* hingga terjadi perubahan warna dan munculnya residu pada larutan.
3. Memisahkan larutan ekstrak *Stevia* dari residu dengan menggunakan kertas saring.

3.5.4 Tahap Proses Kristalisasi Ekstrak *Stevia Rebaudiana*

1. Memanaskan larutan ekstrak *Stevia* dengan menggunakan pemanas elektrik dan menjaga suhu larutan sebesar 80°C hingga terbentuk kristal.

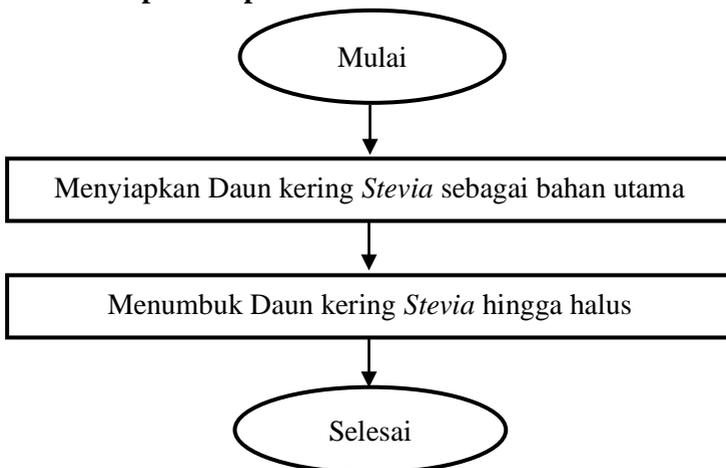
3.6 Tempat Pelaksanaan

Percobaan inovasi permunian garam dilaksanakan di :

1. Laboratorium Kimia Fisika DIII Teknik Kimia Industri FV-ITS
2. Laboratorium Kimia Organik DIII Teknik Kimia Industri FV-ITS

3.7 Diagram Alir Proses

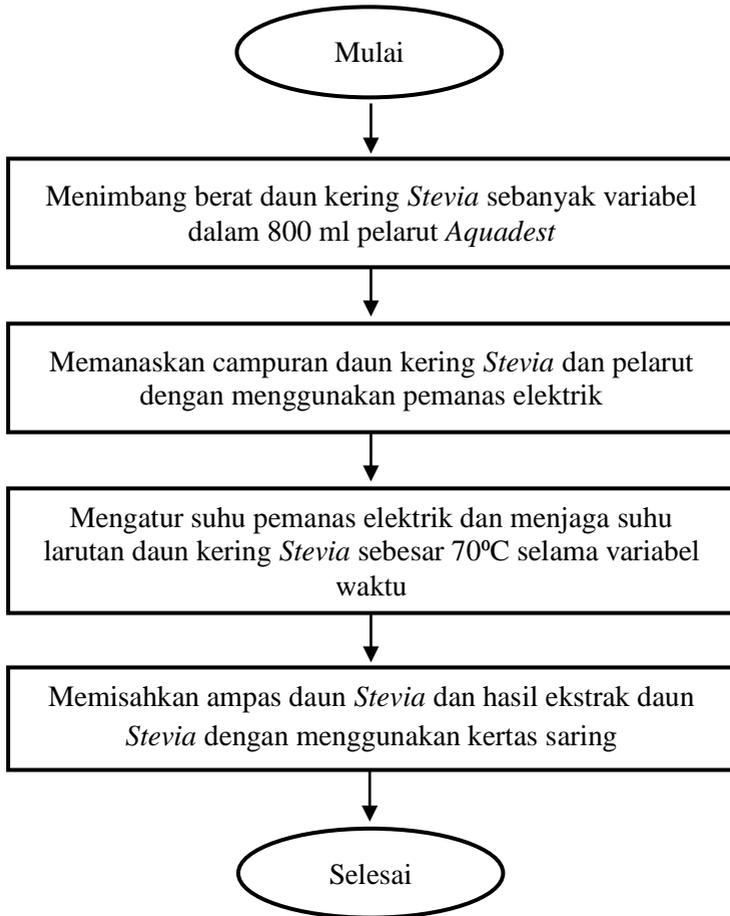
3.7.1 Tahap Persiapan Bahan Baku





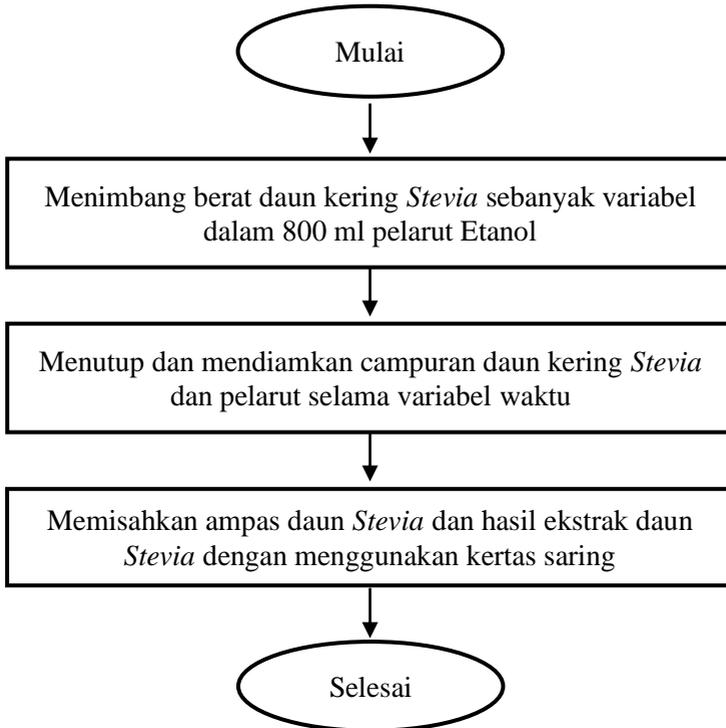
3.7.2 Tahap Proses Ekstraksi Daun *Stevia Rebaudiana*

3.7.2.1 Proses Ekstraksi dengan pelarut *Aquadest*



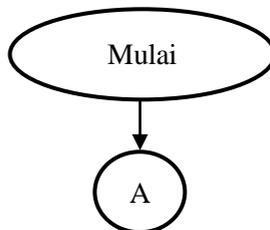


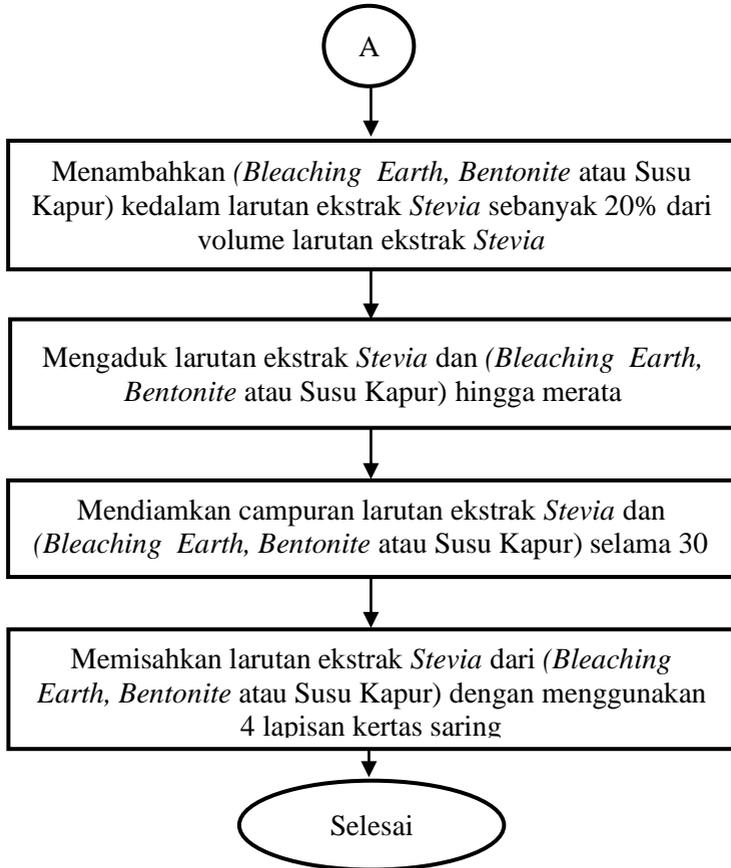
3.7.2.2 Proses Ekstraksi dengan pelarut Etanol



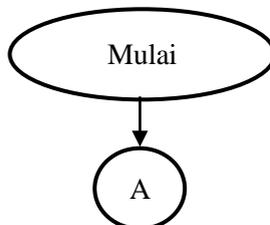
3.7.3 Tahap Proses Pemurnian Ekstrak Daun *Stevia Rebaudiana*

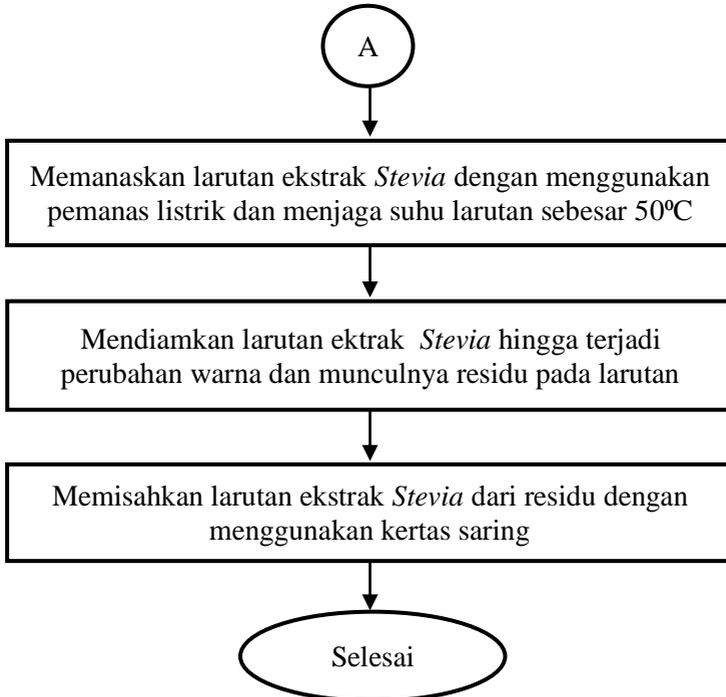
3.7.3.1 Pemurnian Ekstrak *Stevia* pelarut *Aquadest*





3.7.3.2 Pemurnian Ekstrak *Stevia* pelarut Etanol





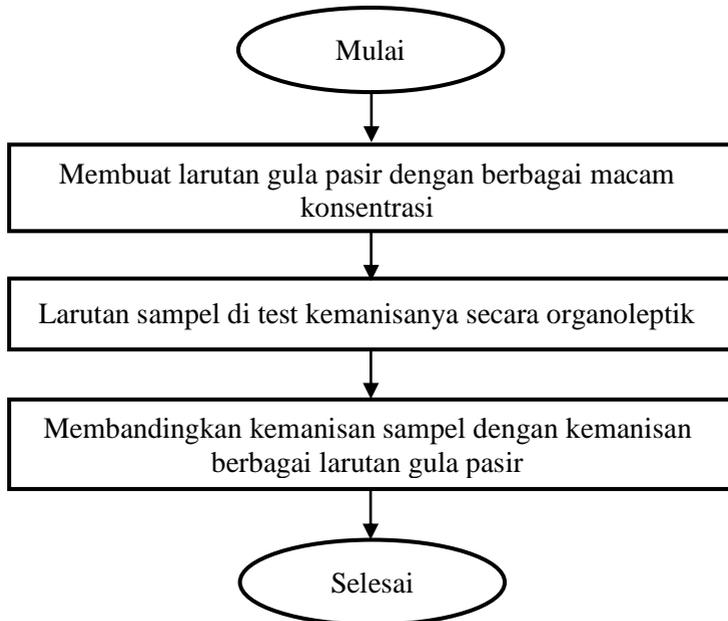
3.7.4 Tahap Proses Kristalisasi Ekstrak Daun *Stevia Rebaudiana*



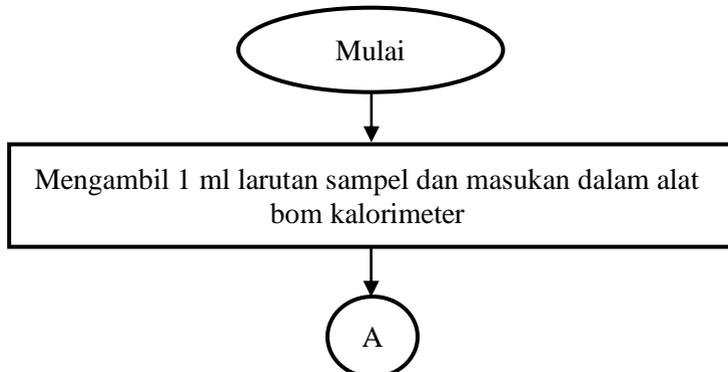


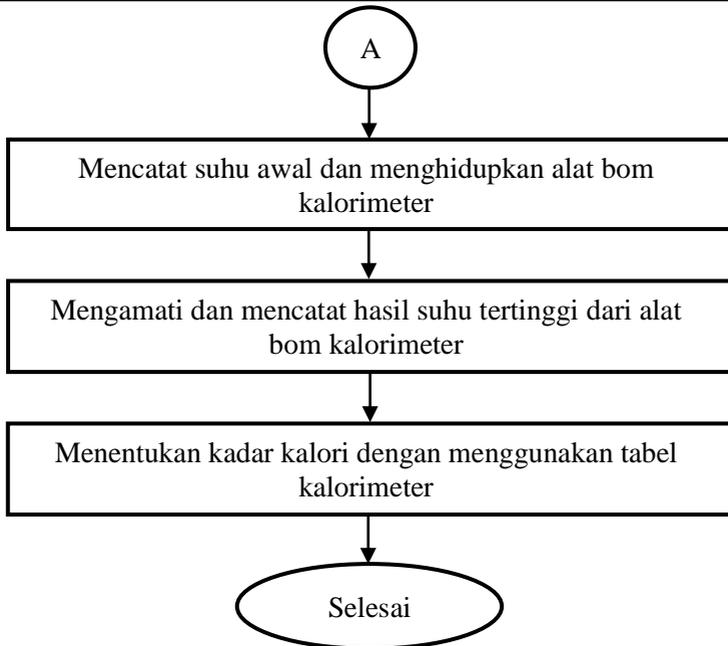
3.7.5 Tahap Analisa Hasil Percobaan

3.7.5.1 Analisa Kemanisan

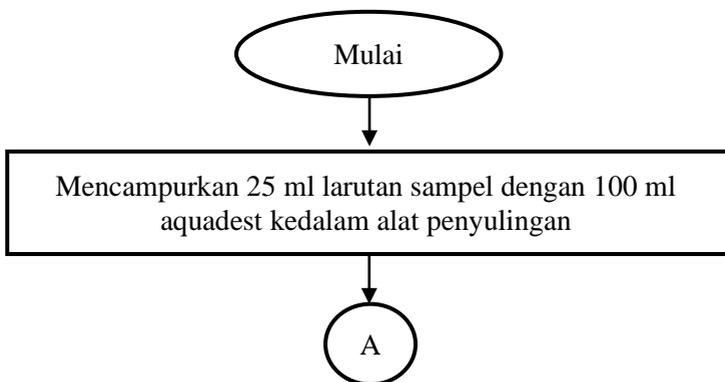


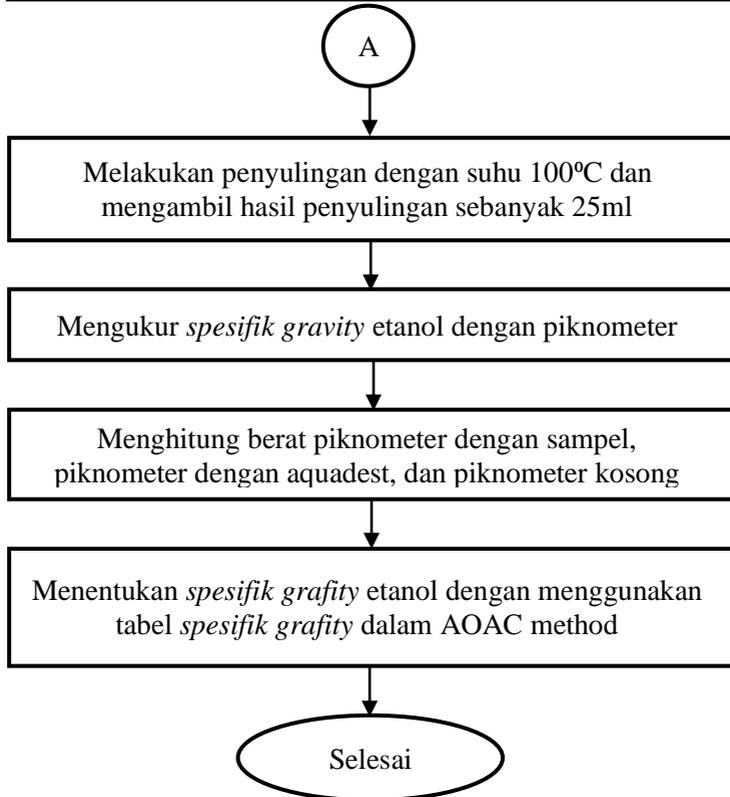
3.7.5.2 Analisa Kadar Kalori



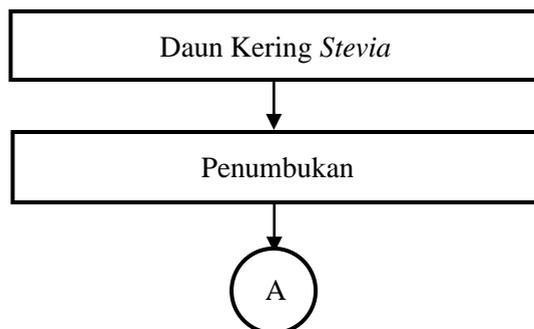


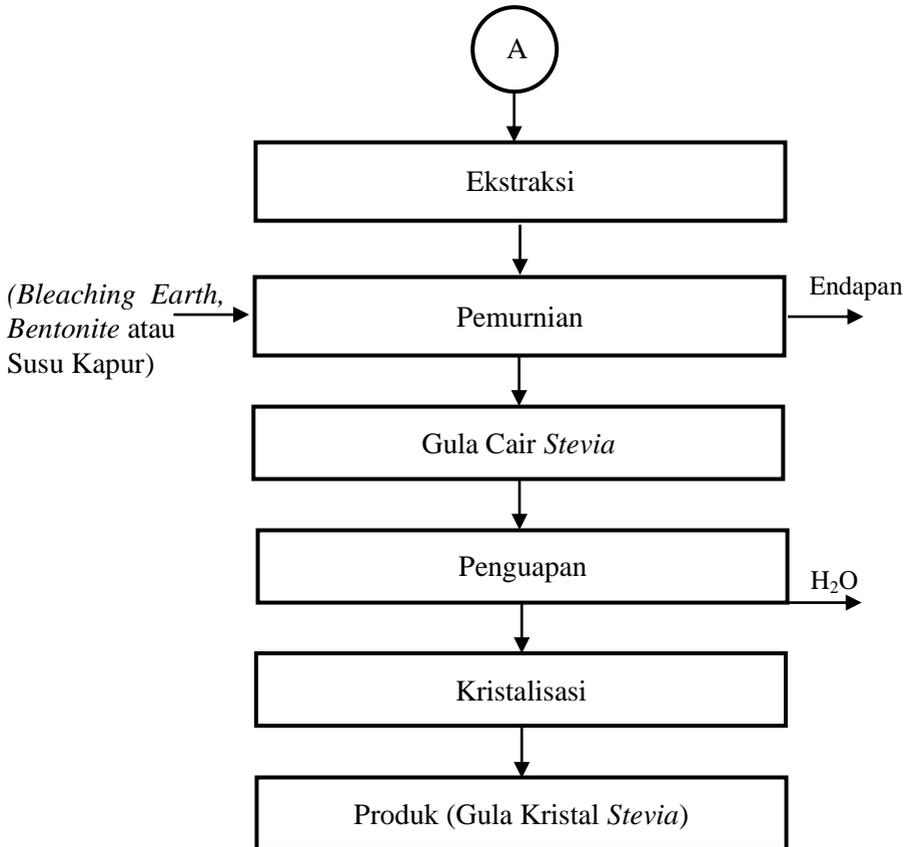
3.7.5.3 Analisa Kadar Etanol





3.8 Diagram Blok Inovasi Pemurnian Gula





BAB IV

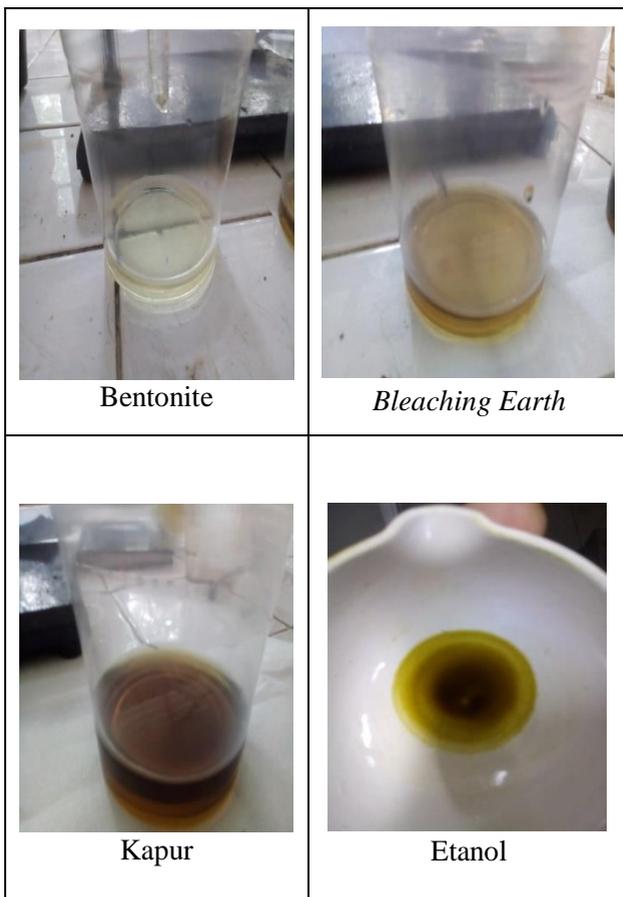
HASIL INOVASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Inovasi

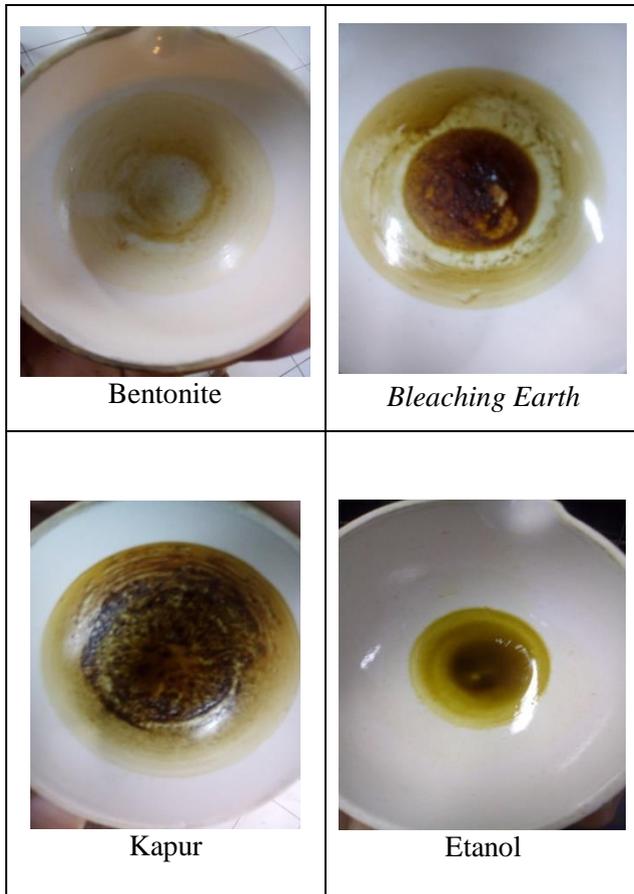
Dari hasil praktikum yang telah dilakukan didapatkan hasil berupa: Hasil Ekstraksi Daun Stevia, Hasil Pemurnian dan Hasil Kristalisasi Ekstrak Daun Stevia yang secara berurutan ditunjukkan pada **Gambar 4.1**, **Gambar 4.2**, dan **Gambar 4.3**.



Gambar 4.1 Hasil Ekstraksi Daun Kering Stevia



Gambar 4.2 Hasil Pemurnian Ekstrak Daun Stevia



Gambar 4.3 Hasil Kristalisasi Ekstrak Daun Stevia



4.2 Hasil Analisa

Proses pembuatan gula pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan. Pertama adalah proses ekstraksi, dalam proses ekstraksi yang dilakukan digunakan 2 jenis pelarut yaitu air dan etanol. Kemudian dilakukan proses pemurnian dan yang terakhir adalah proses pengkristalan. Berikut adalah hasil yang didapatkan dari penelitian ini.

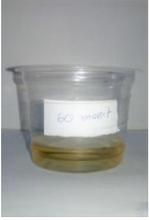
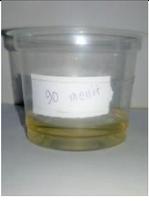
Tabel 4.1 Tabel Analisa Pada Proses Ekstraksi Daun *Stevia*

Jenis Pelarut	Warna Larutan Ekstrak
<i>Aquadest</i>	Coklat Kehitaman
Etanol	Hijau Kehitaman

Tabel 4.2 Tabel Analisa Pada Proses Pemurnian Ekstrak *Stevia* Dengan Pelarut *Aquadest*

Gambar	Pemurnian	Lama Waktu Ekstraksi	Kemanisan (x Gula Pasir)	Kalori (Kkal/100g)
	Bentonite	30 menit	132,8	29,40



	Bentonite	60 menit	135,5	30,40
	Bentonite	90 menit	137,2	31,60
	<i>Bleaching Earth</i>	30 menit	120,5	29,50
	<i>Bleaching Earth</i>	60 menit	124,6	31,50
	<i>Bleaching Earth</i>	90 menit	125,5	32,50



	CaO	30 menit	130,6	27,50
	CaO	60 menit	136,8	28,60
	CaO	90 menit	135,5	29,40

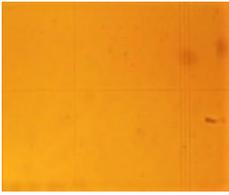
**Tabel 4.3 Tabel Analisa Pada Proses Pemurnian Ekstrak
Stevia Dengan Pelarut Etanol**

Gambar	Lama Waktu Ekstraksi	Kemanisan (x Gula Pasir)	Kalori (Kkal/100g)	Kadar Etanol (%)
	8 jam	124,7	32,60	2,1



	12 jam	146,8	34,50	1,5
	24 jam	168,5	38,50	1,8

Tabel 4.4 Tabel Hasil Analisa Uji Bakteri pada Larutan Gula Stevia

Keterangan	Gambar Inokulasi Bakteri	Gambar Penampakan Bakteri
Hari Pertama		
Hari Kedua		



Tabel 4.5 Tabel Hasil Perhitungan Bakteri pada Larutan Gula Stevia

Run	Kotak					Jumlah Sel	Jumlah Sel Rata-rata
	1	2	3	4	5		
I	4	8	4	5	3	24	4,8
II	2	6	5	4	4	21	4,2
Total:						45	9

Tabel 4.6 Tabel Hasil Pengkristalan Ekstrak Stevia

Jenis Pemurnian	Suhu Pengkristalan (°C)	Hasil
<i>Aquadest-Bentonite</i>	150°C	Ekstrak Stevia Habis Menguap
<i>Aquadest-Bleaching Earth</i>	150°C	Terbentuk Karamel Coklat
<i>Aquadest-Kapur</i>	150°C	Ekstrak Stevia Hangus
Etanol	50°C	Terjadi Pengentalan



4.3 Pembahasan

Proses pembuatan gula *Stevia* ini secara garis besar dilakukan dengan tiga tahap; tahap pertama (ekstraksi), yaitu mengekstrak daun kering *Stevia* dengan cara ekstraksi maserasi dan ditambahkan pemanasan ketika menggunakan pelarut *Aquadest*. Tahap kedua (pemurnian), yaitu mencampurkan larutan ekstrak *Stevia* dengan (Bentonite, Bleaching Earth, atau Susu kapur) dan kemudian dipisahkan kembali dengan penyaringan. Tahap ketiga (Pengkristalan), yaitu dengan cara memanaskan ekstrak *Stevia* yang telah dimurnikan dengan pemanas elektrik dalam suhu rendah.

Pada proses ekstraksi dalam penelitian ini digunakan pelarut aquadest dan etanol. Pada pelarut aquadest hasil ekstrak yang didapat berwarna coklat kehitaman sedangkan pada etanol hasil ekstrak yang didapatkan berwarna hijau kehitaman. Menurut Isdianti (2007), Senyawa bukan glikosida dalam ekstrak daun *stevia* yang menghasilkan warna dan dapat larut di dalam pelarut polar yaitu klorofil, alkaloid, tannin, dan flavonoid. Larutan ekstrak berwarna coklat kehitaman dan hijau kehitaman (Gambar 4.1) dikarenakan senyawa seperti klorofil, alkaloid, tannin, steroid dan flavonoid ikut terekstrak selama proses ekstraksi berlangsung.

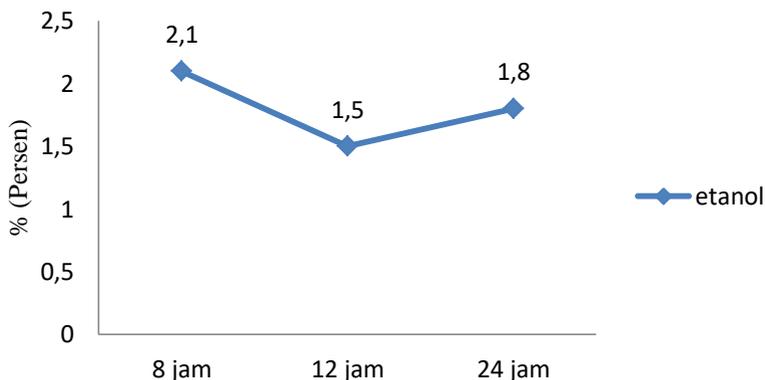
Pada Proses pemurnian yang dilakukan terjadi perubahan warna yang signifikan pada proses pemurnian menggunakan Bentonite ditunjukkan dengan perubahan warna dari coklat kehinaman menjadi jernih (bening). Menurut Limparnar (2005) Bentonit mempunyai sifat mengadsorpsi karena ukuran partikel koloidnya sangat kecil mempunyai kapasitas pertukaran ion yang sangat tinggi. Material bentonit bermuatan negatif pada struktur



kerangkanya akibat isomorfik pada lapisan octahedral dan tetrahedral, substitusi ini di imbangi dengan pertukaran kation seperti: Na, K, Ca dan Mg. Organo-bentonit diperoleh dengan cara pertukaran kation anorganik (seperti Na, Ca dan H) pada daerah *interlayer* dan *outlayer* mineral bentonit dengan kation organik dengan senyawa organik dilakukan untuk meningkatkan kinerja, terutama keperluan adsorpsi senyawa organik dalam air minum.

Pada proses pengkristalan larutan ekstrak *Stevia* yang dilakukan. Larutan ekstrak dengan pelarut aquadest tidak mengalami perubahan menjadi Kristal gula, hal ini dikarenakan campuran gula dan aquadest merupakan campuran homogen dan suhu pemanasan terlalu tinggi yaitu 150°C. Sedangkan pada larutan ekstrak dengan pelarut etanol dan pemanasan sebesar 50°C terjadi pengentalan larutan hingga terjadi pengentalan.

Grafik Hubungan Kadar Etanol terhadap Waktu Ekstraksi (Pelarut Etanol)



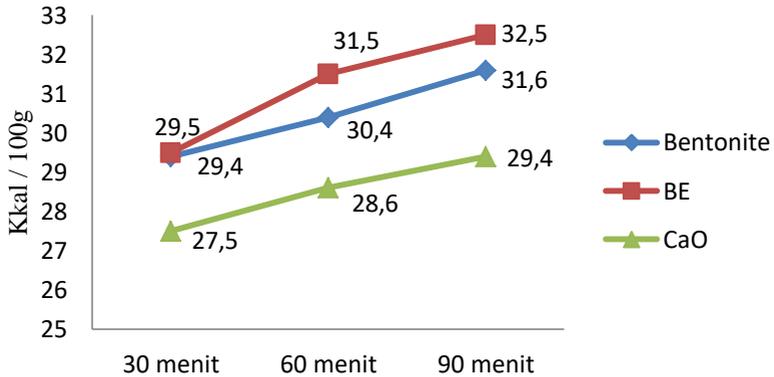
Grafik 4.1 Hubungan antara kadar etanol ekstrak *Stevia* terhadap lama waktu ekstraksi (pelarut etanol)



Grafik diatas merupakan hubungan antara kadar etanol dengan jenis pelarut dan pemurnian ekstrak daun Stevia. Hasil terendah menunjukkan ekstrak Stevia dengan pelarut etanol dengan perendaman selama 24 jam didapatkan kadar etanol sebesar 1,5% . Menurut L. Buchori (2007) dalam penelitian ekstraksi daun stevia menggunakan pelarut etanol, metanol, dan aseton diperoleh bahwa methanol merupakan pelarut yang menghasilkan *yield* tertinggi. Hal ini disebabkan karena metanol mempunyai polaritas yang lebih besar daripada aseton maupun etanol. Etanol memiliki polaritas yang lebih rendah, namun menghasilkan *yield* yang lebih tinggi daripada methanol maupun air. Kemungkinan penyebab hal ini terjadi yaitu karena rasio matriks padatan terhadap pelarut besar sehingga ada kemungkinan air maupun metanol telah jenuh sebelum solute di dalam matriks padatan yang dapat dilarutkan dalam air maupun metanol terekstrak seluruhnya. Kemungkinan lainnya yaitu etanol mengekstrak senyawa-senyawa yang semi polar (bukan glikosida) lebih banyak daripada air dan metanol.

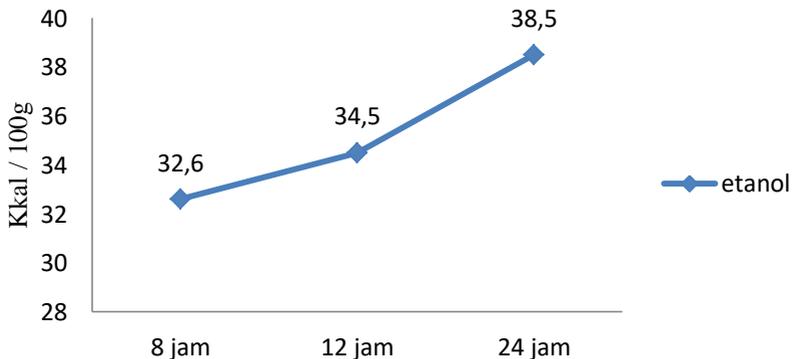


Grafik Hubungan Kadar Kalori terhadap Waktu Ekstraksi (Pelarut Aquadest)



Grafik 4.2 Hubungan antara kadar kalori ekstrak Stevia terhadap lama waktu ekstraksi (pelarut aquadest)

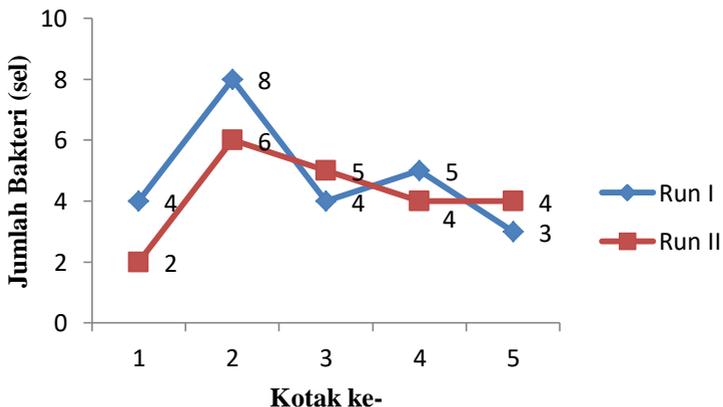
Grafik Hubungan Kadar Kalori terhadap Waktu Ekstraksi (Pelarut Etanol)



Grafik 4.3 Hubungan antara kadar kalori ekstrak Stevia terhadap lama waktu ekstraksi (pelarut etanol)



Grafik diatas merupakan hubungan antara jenis pelarut dan pemurnian ekstrak daun Stevia dengan kadar kalori. Hasil terendah menunjukkan ekstrak Stevia dengan pelarut Aquadest dan Pemurnian CaO dengan lama ekstraksi 30 menit didapatkan kadar kalori sebanyak 27,5 Kkal/100g. Menurut Soraya (2010), stevia menunjukkan rasa manis yang menakjukan dengan tingkat kemanisan 300 kali rasa manis sukrosa. Di samping itu stevia mempunyai nilai kalori yang rendah, sehingga cocok untuk dikonsumsi oleh orang yang mengidap diabetes dan orang yang sedang melakukan diet. Stevia tidak bersifat racun, sehingga aman untuk di konsumsi.



Grafik 4.4 Perhitungan Bakteri pada Larutan Gula Stevia dengan pelarut Aquadest (90 menit)

Berdasarkan **Grafik IV 4.4** didapat hasil bahwa perhitungan bakteri pada Larutan Gula Stevia dengan *solvent aquadest* dengan lama ekstraksi 90 menit pada Run I dengan sebanyak 4, 8, 4, 5, dan 3 sel. Sedangkan pada Run



II sebanyak 2, 6, 5, 4, dan 4 sel. Munculnya bakteri pada larutan gula stevia disebabkan karena pelarut yang digunakan berupa air dan bahan baku yang kemungkinan tidak steril (terkontaminasi) dan adanya sumber rantai karbon yang cukup pada glikosida stevia. Menurut Nainggolan (2009), Pertumbuhan bakteri maupun golongan jamur sangat dipengaruhi oleh adanya sumber karbon yang cukup, suhu yang optimal, dan kondisi pH yang cocok serta kondisi lain yang mendukung. Sumber karbon yang berperan sebagai nutrisi diperlukan untuk kelangsungan hidup bakteri.

BAB V

NERACA MASSA

Kapasitas	= 100 Kg/hari
Operasi	= 300 Hari/tahun
Satuan Massa	= Kg
Kapasitas Waktu	= 1 hari

5.1 Neraca Massa Pembuatan Gula Stevia

5.1.1 Neraca Massa pada Proses Ekstraksi

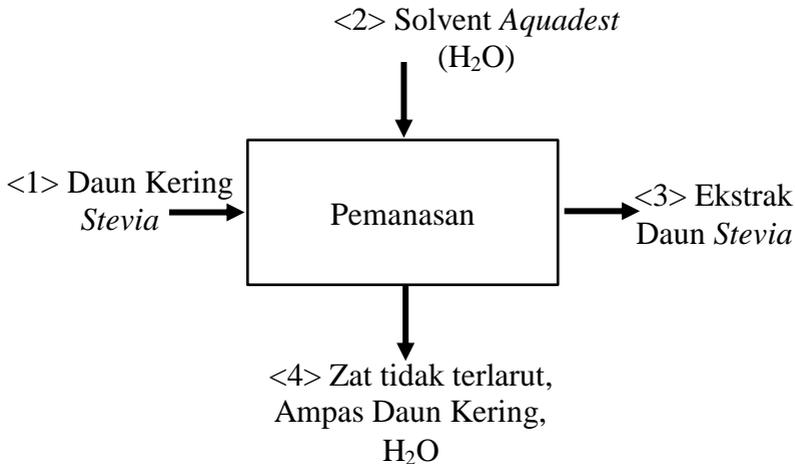
Fungsi; Untuk mengambil kandungan Stevioside dan Rebaudioside A yang terkandung dalam daun kering Stevia.

Tabel 5.1 Komposisi Daun Kering *Stevia*

No	Komponen	% Berat
1	Protein	10
2	Lemak	3
3	Air	7
4	Karbohidrat	26,3
5	Debu	11
6	Serat Kasar	18
7	Calsium	0,5
8	Phospor	0,01
9	Besi	0,05
10	Sodium	0,02
11	Potasium	1,8
12	Asam Oksalik	2,3
13	Tannin	0,02
14	Steviosida	15



15	Rebaudioside A	5
Total		100



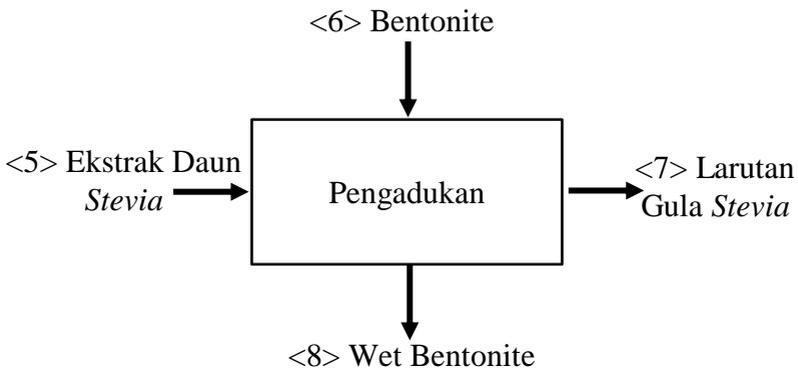
No	Komponen	Massa Aliran Masuk (Kg)		Massa Aliran Keluar (Kg)	
		<1>	<2>	<3>	<4>
1	Protein	10	-	5	5
2	Lemak	3	-	1,5	1,5
3	Karbohidrat	26,3	-	13,15	13,15
4	Debu	11	-	11	-
5	Serat Kasar	18	-	18	-
6	Calcium	0,5	-	0,5	-
7	Phospor	0,01	-	0,01	-
8	Besi	0,05	-	0,05	-
9	Sodium	0,02	-	0,02	-
10	Potasium	1,8	-	0,9	0,9
11	Asam Oksalik	2,3	-	1,15	1,15



12	Tannin	0,02	-	-	0,02
13	Steviosida	15	-	-	15
14	Rebaudioside A	5	-	-	5
15	H ₂ O	7	997	702,8	301,2
Total		100	997	745,1	351,9
		1097		1097	

5.1.2 Neraca Massa pada Proses Pemurnian

Fungsi: Untuk menjernihkan warna hasil ekstraksi daun Stevia.



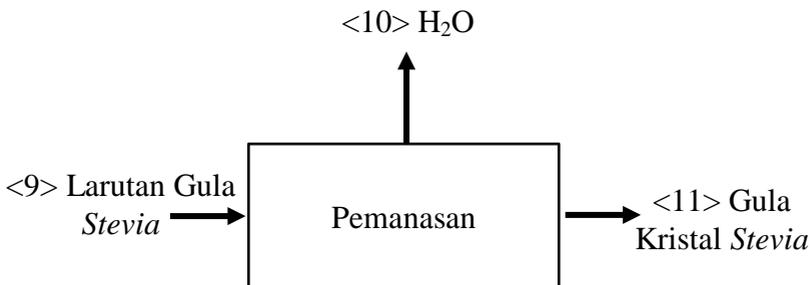
No	Komponen	Massa Aliran Masuk (Kg)		Massa Aliran Keluar (Kg)	
		<5>	<6>	<7>	<8>
1	Protein	5	-	5	-
2	Lemak	1,5	-	1,5	-
3	Karbohidrat	13,15	-	6,575	6,575
4	Calsium	0,5	-	-	0,5
5	Phospor	0,01	-	-	0,01



6	Besi	0,05	-	-	0,05
7	Sodium	0,02	-	-	0,02
8	Potasium	0,9	-	-	0,9
9	Asam Oksalik	1,15	-	-	1,15
10	Tannin	0,02	-	-	0,02
11	Steviosida	15	-	15	-
12	Rebaudioside A	5	-	5	-
13	Bentonite	-	149	-	149
14	H ₂ O	702,8	-	491,96	210,84
Total		745,1	149	525,04	369,065
		894,1		894,1	

5.1.3 Neraca Massa pada Proses Kristalisasi

Fungsi: Untuk mengurangi kadar air dalam gula Stevia



No	Komponen	Massa Aliran Masuk (Kg)	Massa Aliran Keluar (Kg)	
		<9>	<10>	<11>
1	Protein	5	-	5
2	Lemak	1,5	-	1,5
3	Karbohidrat	6,575	-	6,575



4	Steviosida	15	-	15
5	Rebaudioside A	5	-	5
6	H ₂ O	491,96	491,96	-
Total		525,035	491,96	33,075
			525,035	



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI NERACA PANAS

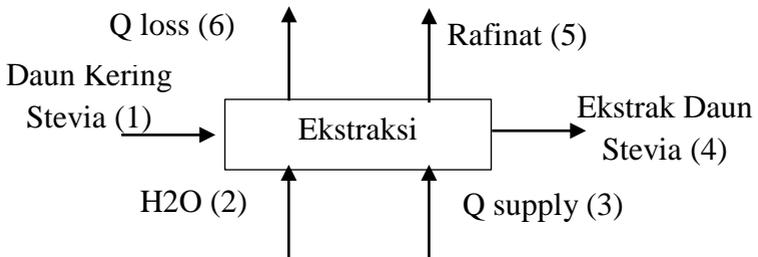
Kapasitas = 100 kg/hari
 Operasi = 300 hari/tahun
 Satuan Massa = kcal
 Kapasitas waktu = 1 hari
 Suhu referensi = 25 °C

6.1 Neraca Panas Pembuatab Gula Stevia

6.1.1 Neraca Panas pada Proses Ekstraksi

Fungsi: Mengambil ekstrak stevia

P (Daya heater) = 970 kW
 = 970,000 W
 T kondisi operasi = 50 °C



Neraca Panas Proses <i>Ekstraksi</i>			
Masuk		Keluar	
Komposisi	kcal	Komposisi	kcal
(1) Daun Kering Stevia		(4) Ekstrak Daun Stevia	
Serat	154,683	H ₂ O	17563,851
H ₂ O	174,939	Lemak	18,375



Lemak	36,750	Protein	61,875
Protein	123,750	$C_{28}H_{70}O_{23}$	17,201
$C_{28}H_{70}O_{23}$	17,201	$C_{38}H_{60}O_{18}$	43,245
$C_{38}H_{60}O_{18}$	43,245	Karbohidrat	128,213
Karbohidrat	256,425	(5) Rafinat	
(2) H₂O		H ₂ O	8794,421
		Lemak	18,375
		Protein	61,875
H ₂ O	24916,276	Serat	154,683
(3) Q Supply		Karbohidrat	128,213
		(6) Q loss	
Q supply	1325,016	Q loss	57,960
Total	27048,286	Total	27048,286

BAB VII

ESTIMASI BIAYA

Kapasitas produksi gelatin sisik ikan kakap merah adalah 33 Kg/hari, dengan rincian sebagai berikut :

- Berat gula untuk 1 Sachet yaitu 1 gram.
- Untuk menghasilkan gula stevia 33 Kg per hari dibutuhkan bahan baku (sisik ikan kakap merah) sebesar 100,000 gram atau 100 kg.

Peralatan (*Equipment*)

Berikut merupakan beberapa kebutuhan peralatan yang dibutuhkan dalam proses produksi :

Tabel 7.1 Biaya Investasi Peralatan per Bulan

No.	Keterangan	Jumlah	Harga Per Unit (Rp)	Lifetime (bulan)	Biaya perbulan (Rp)
1	<i>Cutter</i>	1	1,500,000	60	25,000
2	<i>Boiling Tank</i>	2	6,000,000	60	200,000
3	<i>Mixing Tank</i>	1	2,000,000	60	60,000
4	Alat Penyaring/Filter	2	1,800,000	60	60,000
5	pH meter	1	600,000	60	10,000
6	Pendingin	2	2,400.000	60	80,000
7	Oven	2	5,400,000	60	180,000
total					615,000

Biaya Kebutuhan Bahan Baku

Berikut merupakan beberapa kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi :

**Tabel 7.2** Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi per Hari

No	Keterangan	Kuantitas	Satuan	Harga per Kg (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Daun Stevia Kering	100	kg	150,000	15,000,000
2	Bentonite	149	kg	120,000	715,000
3	Aquadest	997	liter	700	697,000
4	Packaging	33,000	buah	1000	33,000,000
total					49,412,000

Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan dalam proses industri ini yaitu:

Tabel 7.3 Biaya Utilitas per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	satuan	Harga (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Listrik	1,300	kWH	1,500	1,950,000
2	Air	1,000	m3	5,000	5,000,000
Total					6,950,000

Biaya Pendukung Lainnya

Pada proses produksi ini terdapat beberapa biaya pendukung lainnya yang terdiri dari gaji karyawan, sewa bangunan, dan *maintenance* peralatan.

**Tabel 7.4** Biaya Pendukung Lainnya per Bulan

No.	Keterangan	Kuantitas	satuan	Harga (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Gaji karyawan	4	orang	1,500,000	6,000,000
2	Sewa Bangunan	1	buah	3,000,000	3,000,000
3	Maintenance perawatan	-	-	2,000,000	2,000,000
Total					11,000,000

7.1 Fixed Cost (FC)

Fixed cost atau biaya tetap meliputi PBB, penyusutan alat, sewa tanah atau bangunan, gaji karyawan, dan *maintenance* peralatan.

Tabel 7.5 Biaya Tetap per Bulan

No	Keterangan	Total Biaya
1	Investasi Alat	615,000
2	Utilitas	6,950,000
3	Lain-lain	11,000,000
Total		18,565,000

7.2 Variable Cost (VC)

Variable cost atau total biaya yang berubah-ubah tergantung dengan perubahan volume penjualan/produksi.

Tabel 7.6 Total Biaya yang Berubah-ubah per Bulan

No	Keterangan	Total Biaya (Rp)
1.	Bahan baku	49,412,000



Total	49,412,000
--------------	------------

7.3 Total Cost (TC)

Total cost atau biaya total produksi merupakan hasil penjumlahan *fixed cost* dan *variable cost*. Hasil TC dalam waktu satu bulan, yaitu :

$$TC = FC + VC$$

$$TC = 18,565,000 + 49,412,000$$

$$TC = \text{Rp } 67,977,000$$

7.4 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

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

$$HPP = \frac{67,977,000}{990,000}$$

$$HPP = \text{Rp. } 68,7$$

2. Harga Jual

$$\text{Harga Jual} = \frac{HPP}{(1 - \% \text{Mark Up})}$$

$$\text{Harga Jual} = \frac{68,7}{(1 - 0,05)}$$

$$\text{Harga Jual} = \text{Rp. } 72,4$$

3. Laba

$$\text{Laba} = \text{Harga Jual} - \text{HPP}$$

$$= 72,4 - 68,7$$

$$= 3,7$$

4. Hasil Penjualan per Bulan



Hasil Penjualan/Bulan = Harga Jual x Jumlah Produk/Bulan

Hasil Penjualan per Bulan = $72,4 \times 990,000$

Hasil Penjualan pr Bulan = Rp. 71,676,000

5. Laba per Bulan

Laba/Bulan = Laba x Jumlah Produk/Bulan

Laba/Bulan = $3,7 \times 990,000$

Laba/Bulan = Rp. 3,663,000

6. Laba per Tahun

Laba/Tahun = Laba per Bulan x 12

Laba/Tahun = $3,663,000 \times 12$

Laba/Tahun = Rp. 43,956,000

7.5 Break Event Point (BEP)

Break event point (BEP) adalah titik impas dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan.

7.5.1 Metode Perhitungan (Aljabar)

- a) Menentukan BEP dalam jumlah unit produk

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fixed Cost}}{\text{P-VC per unit}}$$

$$\text{BEP} = \frac{18,565,000}{68,7 - 50}$$

$$\text{BEP} = 992,780.7 \text{ unit}$$

- b) Menentukan BEP dalam jumlah unit produk

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fixed Cost}}{1-(\text{VC per unit}/\text{P})}$$

$$\text{BEP} = \frac{18,565,000}{1-(50/68,7)}$$

$$\text{BEP} = \text{Rp. } 61,883,333.3$$



Keterangan :

- Data *fixed cost* diperoleh dari **Tabel 7.5**
- P merupakan Harga Jual dimana data diperoleh pada subbab **7.4 Harga Penjualan Produk (HPP)**
- VC merupakan biaya variabel per unit dimana data diperoleh dari subbab **7.2 Variable Cost** dibagi unit produksi

7.5.2 Metode Grafik

Perhitungan data pada produksi 990,000 *sachet* gula stevia

- Total Penghasilan = jumlah produksi *sachet* gula stevia x harga jual

$$= 990,000 \times \text{Rp } 72,4$$

$$= \text{Rp } 71,676,000$$
- *Fixed cost* diperoleh dari **Tabel 7.5** yaitu Rp 18,565,000
- *Average Variable cost* = *variable cost* per produksi / Jumlah Produksi Gula Stevia

$$= 49,412,000 / 990,000$$

$$= \text{Rp } 50,00$$
- Total biaya = *Fixed cost* + *Variable cost*

$$= \text{Rp } 18,565,000 + \text{Rp } 49,412,000$$

$$= \text{Rp } 67,977,000$$

Kemudian untuk produksi selanjutnya dilakukan perhitungan dengan cara yang sama seperti produksi 33,000 *sachet*. Sehingga diperoleh tabel perhitungan biaya penjualan sebagai berikut :

Tabel 7.7 Perhitungan Biaya Penjualan

Jumlah Produk si	Total Penghasilan	Fixed Cost	Variabel Cost	Total Biaya
0	0	1882250	0	18822500.0
0	0	0	0	0

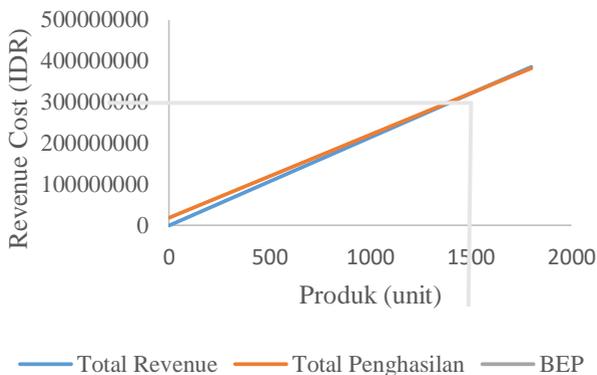


100	21400000	1882250 0	20175131.3 5	38997631.3 5
200	42800000	1882250 0	40350262.7 0	59172762.7 0
300	64200000	1882250 0	60525394.0 5	79347894.0 5
400	85600000	1882250 0	80700525.3 9	99523025.3 9
500	107000000	1882250 0	100875656. 74	119698156. 74
600	128400000	1882250 0	121050788. 09	139873288. 09
700	149800000	1882250 0	141225919. 44	160048419. 44
800	171200000	1882250 0	161401050. 79	180223550. 79
900	192600000	1882250 0	181576182. 14	200398682. 14
1000	214000000	1882250 0	201751313. 49	220573813. 49
1100	235400000	1882250 0	221926444. 83	240748944. 83
1200	256800000	1882250 0	242101576. 18	260924076. 18
1300	278200000	1882250 0	262276707. 53	281099207. 53
1400	299600000	1882250 0	282451838. 88	301274338. 88
1500	321000000	1882250 0	302626970. 23	321449470. 23
1600	342400000	1882250 0	322802101. 58	341624601. 58
1700	363800000	1882250 0	342977232. 92	361799732. 92



1800	385200000	1882250 0	363152364. 27	381974864. 27
------	-----------	--------------	------------------	------------------

Dari **Tabel 7.7**, maka dapat dibuat **Grafik 7.1** sehingga dapat diketahui BEP.



Grafik 7.1 Grafik *Break Even Point* (BEP)

Keterangan :

BEP = *Break Even Point*

TC = *Total Cost* (Total Biaya)

TR = *Total Revenue* (Total Penghasilan)

VC = *Variabel cost*

Dari grafik tersebut diketahui bahwa BEP berada pada titik produksi unit ke-1,536.69 unit dengan BEP rupiah yang didapatkan sebesar Rp. 328,852,811.7

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian pembuatan gula dari ekstrak daun stevia adalah:

1. Ekstraksi menggunakan pelarut etanol menunjukkan hasil paling baik dalam kemanisan dan pengkristalan gula.
2. Ekstraksi menggunakan pelarut Aquadest menunjukkan kadar kalori paling rendah.
3. Pengamatan bakteri dengan *counting chamber* pada sampel larutan gula stevia dengan pelarut aquadest dengan lama perendaman 90 menit diperoleh hasil optimum pada Run I sebesar 3 sel.
4. Metode pemurnian ekstrak daun Stevia paling baik yaitu dengan menggunakan Bentonite.
5. Pada ekstrak dengan pelarut Aquadest tidak terbentuk Kristal dikarenakan campuran gula bersifat homogen dan kontrol suhu yang dilakukan terlalu tinggi.

7.2 Saran

Berdasar hasil penelitian yang diperoleh, saran yang dapat disusun untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Perlu dilakukan inovasi pada metode kristalisasi.
2. Perlu dilakukan variasi perbandingan bahan baku : pelarut, baik pelarut air maupun pelarut etanol.
3. Perlu dilakukan variasi konsentrasi pelarut etanol yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, Feny. 2010. **Pemberian Ekstrak Teh Hijau Menurunkan Berat Badan, Lingkar Perut, dan Presentase Lemak Tubuh pada Wabita Kelebihan Berat Badan yang Melakukan Latihan Fisik Dengan Pola Makan Biasa**. Tesis.
- Amila, N. 2015. **Makalah Farmakologi Senyawa Steviosida**.
- Anindita, R., Tri, R.S dan Nanik, H.S. 2012. **Potensi Teh Hijau (*Camelia sinensis* L.) Dalam Perbaikan Fungsi Hepar Pada Mencit Yang Diinduksi Monosodium Glutamat (MSG)**. Buletin Anatomi dan Fisiologi, 20(2): 15-23.
- Chattopadhyaya, D. 2007. **Stevia : Prospect as an Emerging Natural Sweetner**. Veena Sharma International Food Division, India.
- Chen, H.Y dan Yen, G.C. 1995. **Antioxidant of Various Tea Extract it Relationship to Their Antimutagenicity**. *Agre Food Chem* 43 : 27-32.
- DeMan,J.M.1997. **Kimia Makanan**. Penerbit ITB : Bandung.
- EFSA, 2010.**Scientific Opinion on the Safety of Steviol Glycosides for the Proposed Uses as a Food Additive**. EFSA Journal 8(4): 1-84. Fajriyati. 2010.
- Feriady,A. 2013. **Pengaruh Metode Pengeringan terhadap Tingkat Kesukaan Teh Buah Rosela (*Hibiscus Sabdarifa* L)**. Jurnal Penelitian.
- Gaspersz, V. 2006. **Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan**. Penerbit : Tarsito. Bandung.
- Ghani, A.M. 2002. **Buku Pintar Mandor : Dasar-dasar Budi Daya Teh**. Penerbit : Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hadiwijaya, H. 2013. **Pengaruh Perbedaan Penambahan Gula Terhadap Karakteristik Sirup Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*)**.
- Handayani, D.,Abdul, M dan Anna, S. R. 2014. **Optimasi Ekstraksi Ampas Teh Hijau (*Camellia sinensis*) Menggunakan Metode *Microwave Assisted Extraction* Untuk Menghasilkan Ekstrak**

- Teh Hijau.** *Traditional Medicine Journal*, 19(1): 29-35.
- Harismah, K., Mutiara, S., Shofi, A., dan Rahmawati, N.F. 2014. **Pembuatan Sirup Rosella Rendah Kalori dengan Pemanis Daun Stevia (*Stevia rebaudiana* \\bertoni).** Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)2, ISSN: 2339-028X: 44-47.
- Hernani dan M. Rahardjo. 2006. **Tanaman Berkhasiat Antioksidan.** Penebar Swadaya : Jakarta.
- Isnaini, L dan Khamidah, A. 2010. **Kajian Lama *Blanching* dan Konsentrasi CaCl₂ terhadap Sifat Fisik Pembuatan *French Fries* Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L).** Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Timur.
- Kamal, N. 2010. **Pengaruh Bahan Aditif CMC terhadap Beberapa Parameter pada Larutan Sukrosa.** *Jurnal Teknologi*, 1 (17) : halaman 78-84.
- Kartika, B.,P. Hastuti dan W. Supartono. 1987. **Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan.** Universitas Gajah Mada : Yogyakarta. Halaman 9-10.
- Larasati, I. 2015. **Aktivitas Antioksidan Sirup Kombinasi Ekstrak Kulit Manggis dan Daun Sirsak Dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Gula Pasir.** Naskah Publikasi : Hal 1-9.
- Mailandari, M. 2012. **Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun *Garcinia kydia* Roeb dengan metode DPPH dan Identifikasi Senyawa Kimia Fraksi yang Aktif.** Skripsi. 68 Hal.
- Raini, M dan Ani, I. 2011. **Khasiat dan Keamanan Stevia Sebagai Pemanis Pengganti Gula.** *Media Litbang Kesehatan*, 21 (4) : 145-156.
- Setyamidjaja, D. 2000. **Teh Budi Daya dan Pengolahan Pasca Panen.** Penerbit Kanisius : Yogyakarta. 154 Hal.
- Soekarto, S.T. 1985. **Penilaian Organoleptik.** Penerbit ; Bharatara Karya Aksara. Jakarta.

APPENDIKS A NERACA MASSA

Kapasitas = 100 kg/hari
Operasi = 300 hari/tahun
Satuan Massa = kg
Kapasitas Waktu = 1 hari

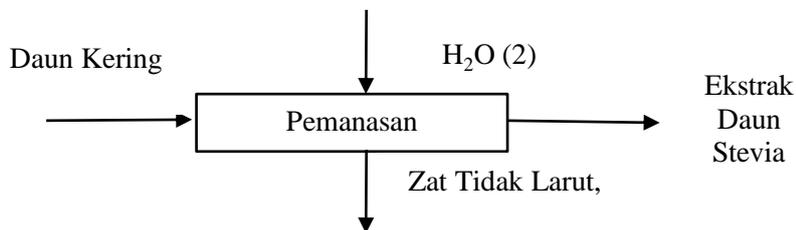
A.1 Neraca Massa Pembuatan Gula Stevia

A.1.1 Neraca Massa pada Proses Ekstraksi Dengan Pelarut Aquadest

Fungsi: Untuk mengambil kandungan Stevioside dan Rebaudioside A yang terkandung dalam daun kering Stevia

Komposisi daun kering Stevia (Per 100 gram)

Komposisi	Kadar (%)
H ₂ O	7
Protein	10
Debu	11
Serat Kasar	18
Calcium	0,5
Phosfor	0,01
Ferrum	0,05
Natrium	0,02
Kalium	1,8
Asam Oksalit	2,3
Lemak	3
Tannin	0,02
Steviosida	15
Rebaudioside A	5
Karbohidrat	26,3
Total	100



Aliran 1. Daun Stevia Kering

Komposisi	Kadar (%)	Jumlah (kg)
H ₂ O	7	7
Protein	10	10
Debu	11	11
Serat Kasar	18	18
Calcium	0,5	0,5
Phosfor	0,01	0,01
Ferrum	0,05	0,05
Natrium	0,02	0,02
Kalium	1,8	1,8
Asam Oksalit	2,3	2,3
Lemak	3	3
Tannin	0,02	0,02
Steviosida	15	15
Rebaudioside A	5	5
Karbohidrat	26,3	26,3
Total	100	100

Aliran 2. H₂O

$$\text{Volume H}_2\text{O} = 1000 \text{ L}$$

$$\rho \text{ H}_2\text{O} (25^\circ\text{C}) = 997 \text{ kg/m}^3 = 0,997 \text{ kg/dm}^3$$

$$= 0,997 \text{ kg/L}$$

$$\rho \text{ H}_2\text{O} = \frac{\text{massa H}_2\text{O}}{\text{Volume H}_2\text{O}}$$

$$0,997 = \frac{\text{massa H}_2\text{O}}{1000 \text{ L}}$$

$$\text{Massa H}_2\text{O} = 997 \text{ kg}$$

Komposisi	Kadar (%)	Jumlah (kg)
H ₂ O	100	997
Total	100	997

Aliran 3. Ekstrak Daun Stevia

Komposisi	Kadar (%)	Jumlah (kg)
H ₂ O	94,323	702,8
Protein	0,671	5
Calcium	0,067	0,5
Phosfor	0,001	0,01
Ferrum	0,007	0,05
Natrium	0,003	0,02
Kalium	0,121	0,9
Asam Oksalit	0,154	1,15
Lemak	0,201	1,5
Tannin	0,003	0,02
Stevioside	2,013	15
Rebaudioside A	0,671	5
Karbohidrat	1,765	13,15
Total	100	745,1

Aliran 4. Zat Tidak Larut, H₂O

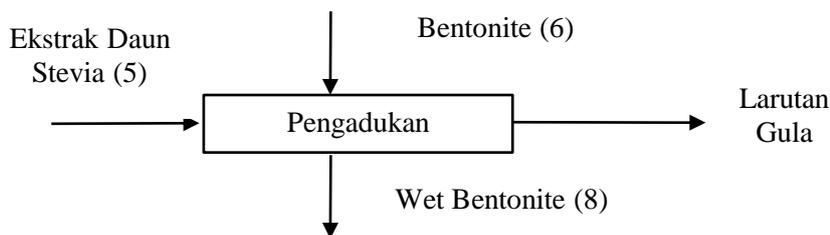
Komposisi	Kadar (%)	Jumlah (kg)
H ₂ O	85,6	301,2
Protein	1,4	5
Debu	3,1	11
Serat Kasar	5,1	18
Kalium	0,3	0,9
Asam Oksalat	0,3	1,15
Lemak	0,4	1,5
Karbohidrat	3,7	13,15
Total	100	351,9

No	Komponen	Massa Aliran Masuk (Kg)		Massa Aliran Keluar (Kg)	
		<1>	<2>	<3>	<4>
1	H ₂ O	7	997	702,8	301,2
2	Protein	10	-	5	5
3	Debu	11	-	-	11
4	Serat Kasar	18	-	-	18

5	Calcium	0,5	-	0,5	-
6	Phosfor	0,01	-	0,01	-
7	Ferrum	0,05	-	0,05	-
8	Natrium	0,02	-	0,02	-
9	Kalium	1,8	-	0,9	0,9
10	Asam Oksalit	2,3	-	1,15	1,15
11	Lemak	3	-	1,5	1,5
12	Tannin	0,02	-	0,02	-
13	Steviosida	15	-	15	-
14	Rebaudiosida A	5	-	5	-
15	Karbohidrat	26,3	-	13,15	13,15
Total		100	997	745,1	351,9
		1097		1097	

A.1.2 Neraca Massa pada Proses Pemurnian Dengan Pelarut Aquadest

Fungsi : Untuk menjernihkan warna hasil ekstraksi daun Stevia



Aliran 5 Ekstrak Daun Stevia

Komposisi	Kadar (%)	Jumlah (kg)
H ₂ O	94,323	702,8
Protein	0,671	5
Calcium	0,067	0,5
Phosfor	0,001	0,01
Ferrum	0,007	0,05
Natrium	0,003	0,02
Kalium	0,121	0,9
Asam Oksalit	0,154	1,15
Lemak	0,201	1,5

Tannin	0,003	0,02
Stevioside	2,013	15
Rebaudioside A	0,671	5
Karbohidrat	1,765	13,15
Total	100	745,1

Aliran 6 Bentonite

Penambahan Bentonite sebanyak 20% dari hasil ekstrak daun Stevia

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Ekstrak daun Stevia} &= 745,1 \text{ kg} \\
 \text{Bentonite yang dibutuhkan} &= \frac{745,1 \times 20}{100} \\
 &= 149 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Komposisi	Kadar (%)	Jumlah (kg)
Bentonite	100	149
Total	100	149

Aliran 7 Larutan Gula Stevia

Komposisi	Kadar (%)	Jumlah (kg)
H ₂ O	93,7	491,96
Protein	1,0	5
Lemak	0,3	1,5
Stevioside	2,9	15
Rebaudioside A	1,0	5
Karbohidrat	1,3	6,58
Total	100	525,04

Aliran 8 Wet Bentonite

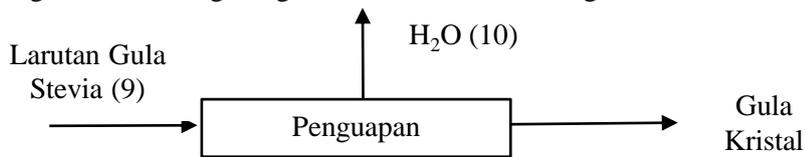
Komposisi	Kadar (%)	Jumlah (kg)
Bentonite	40,372	149
H ₂ O	57,128	210,84
Calcium	0,135	0,5
Phosfor	0,003	0,01
Ferrum	0,014	0,05
Natrium	0,005	0,02
Kalium	0,244	0,9
Asam Oksalite	0,312	1,15

Tannin	0,005	0,02
Karbohidrat	1,782	6,575
Total	100	369,065

No	Komponen	Massa Aliran Masuk (Kg)		Massa Aliran Keluar (Kg)	
		<5>	<6>	<7>	<8>
1	H ₂ O	702,8	-	491,96	210,84
2	Protein	5	-	5	-
3	Calcium	0,5	-	-	0,5
4	Phosfor	0,01	-	-	0,01
5	Ferrum	0,05	-	-	0,05
6	Natrium	0,02	-	-	0,02
7	Kalium	0,9	-	-	0,9
8	Asam Oksalit	1,15	-	-	1,15
9	Lemak	1,5	-	1,5	-
10	Tannin	0,02	-	-	0,02
11	Stevioside	15	-	15	-
12	Rebaudioside	5	-	5	-
13	Karbohidrat	13,15	-	6,575	6,575
14	Bentonite	-	149	-	149
Total		745,1	149	525,035	369,065
		894,1		894,1	

A.1.3 Neraca Massa pada Proses Kristalisasi

Fungsi: Untuk mengurangi kadar air dalam larutan gula Stevia



Aliran 9 Larutan Gula

Komposisi	Kadar (%)	Jumlah (Kg)
H ₂ O	93,7	491,96
Protein	1,0	5

Lemak	0,3	1,5
Stevioside	2,9	15
Rebaudioside A	1,0	5
Karbohidrat	1,3	6,575
Total	100	525,035

Aliran 10 H₂O

Komposisi	Kadar (%)	Jumlah (Kg)
H ₂ O	100	491,96
Total	100	491,96

Aliran 11 Gula Kristal Stevia

Komposisi	Kadar (%)	Jumlah (Kg)
Protein	15	5
Lemak	5	1,5
Stevioside	45	15
Rebaudioside A	15	5
Karbohidrat	20	6,575
Total	100	33,075

No	Komponen	Massa Aliran Masuk (Kg)	Massa Aliran Masuk (Kg)	
		<9>	<10>	<11>
1	H ₂ O	491,96	491,96	-
2	Protein	5	-	5
3	Lemak	1,5	-	1,5
4	Stevioside	15	-	15
5	Rebaudioside A	5	-	5
6	Karbohidrat	6,575	-	6,575
Total		525,035	491,96	33,075
			525,035	

APPENDIKS B NERACA PANAS

Kapasitas	=	100 kg/hari
Operasi	=	300 hari/tahun
Satuan Massa	=	kcal
Kapasitas Waktu	=	1 hari
Suhu referensi	=	25 °C

Perhitungan Kapasitas Panas (Cp) Tiap Komponen

Dari tabel 8.2 Culson & Richardson's "Chemical Engineering" volume 6, 4th edition diperoleh data untuk perhitungan *heat capacity* (cp) komponen-komponen yang terkandung di dalam sisik ikan kakap merah

Tabel B.1 Data Perhitungan *Heat Capacity* Komponen

Komponen	Solid	Liquid
C	7,5	11,7
H	9,6	18
B	11,3	19,7
St	15,9	24,3
O	16,7	25,1
F	20,9	29,3
P and S	22,6	31
Other	26	33,5

Heat Capacity tiap kompoenen dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C_p = C_p(\text{kepala rantai}) + C_p(\text{kepala rantai}) + C_p(\text{tubuh rantai})$$

Menghitung Cp Stevioside (C₃₈H₆₀O₁₈) pada Daun Kering Stevia

$$C_p = 44(7.5) + 60(9.6) + 18(16.7)$$

$$= 1162 \text{ kJ/kmol}^\circ\text{C}$$

$$C_p(\text{kJ/kg}^\circ\text{C}) = 1162 : 2417,46$$

$$= 0,48 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \text{Cp (kcal/kg}^\circ\text{C)} &= 0,48 \times 0,24 \\ &= 0,115 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Menghitung Cp Rebaudioside A ($\text{C}_{44}\text{H}_{70}\text{O}_{23}$) pada Daun Stevia

$$\begin{aligned} \text{Cp} &= 44(7.5) + 70(9.6) + 23(16.7) \\ &= 1386 \text{ kJ/kmol}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cp (kJ/kg}^\circ\text{C)} &= 1386 : 2417,46 \\ &= 0,57 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cp (kcal/kg}^\circ\text{C)} &= 0,57 \times 0,24 \\ &= 0,138 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Berdasarkan *Heldman* (1992), data Cp adalah

$$\begin{aligned} \text{Cp Serat} &= 0,765 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \\ &= 0,184 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Berdasarkan *Geankoplis* (1986), data Cp adalah

Cp air

$$\begin{aligned} \text{pada suhu } 30^\circ\text{C} &= 0,999 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C} \\ \text{pada suhu } 40^\circ\text{C} &= 0,999 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C} \\ \text{pada suhu } 50^\circ\text{C} &= 1,000 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C} \\ \text{pada suhu } 60^\circ\text{C} &= 1,001 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C} \\ \text{pada suhu } 80^\circ\text{C} &= 1,003 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Berdasarkan *Choi dan Okos* (Toledo, 1991)

Cp Protein:

$$\text{Cp} = 2008.2 + (1208.9 \times 10^{-3} T) - (1312.9 \times 10^{-6})$$

$$\begin{aligned} \text{pada suhu } 70^\circ\text{C} &= 2092,82 \text{ J/kg}^\circ\text{K} \\ &= 0,50 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pada suhu } 50^\circ\text{C} &= 2074,69 \text{ J/kg}^\circ\text{K} \\ &= 0,50 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Cp Lemak:

$$\text{Cp} = 1984.2 + (1473.3 \times 10^{-3} T) - (4800.8 \times 10^{-6})$$

$$\begin{aligned} \text{pada suhu } 70^\circ\text{C} &= 2087,33 \text{ J/kg}^\circ\text{K} \\ &= 0,50 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\text{pada suhu } 50^\circ\text{C} = 2065,23 \text{ J/kg}^\circ\text{K}$$

$$= 0,49 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

Cp Karbohidrat

$$C_p = 1548.8 + (1962.5 \times 10^{-3} T) - (5939.9 \times 10^{-6})$$

pada suhu 70 °C = 1686,17 J/kg°K

$$= 0,4 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

pada suhu 50 °C = 1656,70 J/kg°K

$$= 0,39 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

pada suhu 60 °C = 1666,54 J/kg°K

$$= 0,40 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

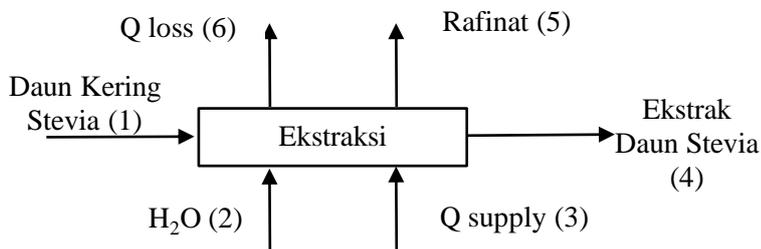
B-1. Neraca Panas pada Proses Ekstraksi

Fungsi : Mengambil ekstrak stevia dalam daun stevia

P (Daya heater) = 970 kW

$$= 970000 \text{ W}$$

T kondisi operasi = 50 °C



Enthalpi bahan masuk dapat dihitung dengan rumus:

$$\Delta H = m \cdot C_p \cdot (T - T_{ref})$$

$$T_{ref} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

Enthalpy bahan masuk proses ekstraksi

Komposisi	Massa (kg)	Cp (Kkal/kg°C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (Kcal)
Aliran 1 Daun Kering Stevia					
Serat	33,7	0,184	50	25	154,683
H ₂ O	7	1,000	50	25	174,939

Lemak	3	0,49	50	25	36,750
Protein	10	0,50	50	25	123,750
C ₄₄ H ₇₀ O ₂₃	5	0,14	50	25	17,201
C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	15	0,12	50	25	43,245
Karbohidrat	26,3	0,39	50	25	256,425
Aliran 2 H₂O					
H ₂ O	997	1,000	50	25	24916,276
Total					25723,270

Aliran 3 Q supply

$$Q = P \times t = 1 \text{ W} = 14.340 \text{ kal/min}$$

$$Q = 1540 \text{ W} \times 14,34 \text{ cal/min} \times 60 \text{ menit}$$

$$Q = 1325016 \text{ cal}$$

$$Q = 1325,016 \text{ Kcal}$$

Enthalpy bahan keluar proses *ekstraksi*

Komposisi	Massa (kg)	Cp (Kkal/kg°C)	T (°C)	T-Tref (°C)	ΔH (Kcal)
Aliran 4 Esktrak Daun Stevia					
H ₂ O	703	1,00	50	25	17563,851
Lemak	1,5	0,49	50	25	18,375
Protein	5	0,50	50	25	61,875
C ₄₄ H ₇₀ O ₂₃	5	0,14	50	25	17,201
C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	15	0,12	50	25	43,245
Karbohidrat	13,15	0,39	50	25	128,213
Aliran 5 Rafinat					
H ₂ O	352	1,00	50	25	8794,421
Lemak	1,5	0,49	50	25	18,375
Protein	5	0,50	50	25	61,875
Serat	33,7	0,18	50	25	154,683
Karbohidrat	13,15	0,39	50	25	128,213
Total					26990,326

Aliran 6 Q loss

$$\Delta H \text{ Bahan Masuk} = 25723,270 \text{ kcal}$$

$$\Delta H \text{ Bahan Keluar} = 26990,326 \text{ kcal}$$

Menghitung Q loss pada Proses Ekstraksi

$$\Delta H \text{ masuk} + Q \text{ supply} = \Delta H \text{ keluar} + Q \text{ loss}$$

$$Q \text{ loss} = (Q \text{ supply} + \Delta H \text{ masuk}) - (\Delta H \text{ keluar})$$

$$Q \text{ loss} = 57,960 \text{ kcal}$$

Neraca Panas Proses Ekstraksi			
Masuk		Keluar	
Komposisi	kcal	Komposisi	kcal
(1) Daun Kering Stevia		(4) Ekstrak Daun Stevia	
Serat	154,683	H ₂ O	17563,851
H ₂ O	174,939	Lemak	18,375
Lemak	36,750	Protein	61,875
Protein	123,750	C ₂₈ H ₇₀ O ₂₃	17,201
C ₂₈ H ₇₀ O ₂₃	17,201	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	43,245
C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	43,245	Karbohidrat	128,213
Karbohidrat	256,425	(5) Rafinat	
(2) H₂O		H ₂ O	8794,421
		Lemak	18,375
		Protein	61,875
H ₂ O	24916,276	Serat	154,683
(3) Q Supply		Karbohidrat	128,213
		(6) Q loss	
Q supply	1325,016	Q loss	57,960
Total	27048,286	Total	27048,286

BIODATA PENULIS



Penulis I bernama Aditya Pratama, dilahirkan di Surabaya, 22 Oktober 1995. Alamat Jl. Keputih Timur 12 C, Sukolilo, Surabaya. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu lulus dari SDI Darut Taqwa Surabaya, SMP Negeri 36 Surabaya, SMA 17 Agustus 1995 Surabaya dan hingga saat ini meneruskan pendidikan di DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh November dengan nomor registrasi 10411600000073. Selama kuliah penulis aktif di organisasi sebagai Ketua di Departemen Laskar “FUKI Al-Ikrom” DIII Teknik Kimia Industri FV-ITS, dan sebagai staff di Departemen Kewirausahaan Himpunan Mahasiswa DIII Teknik Kimia Industri FV-ITS. Penulis juga melaksanakan Kerja Praktek di PG.Tjoekir, Jombang.



Penulis II bernama Ilham Ardiansyah Ramadhan, dilahirkan di Surabaya, 23 Januari 1998. Alamat Jl. Tambak Wedi Baru 7/10, Kenjeran, Surabaya. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu lulus dari SD Tanah Kali Kedinding VII Surabaya, SMP Negeri 6 Surabaya, SMA Negeri 1 Surabaya dan hingga saat ini meneruskan pendidikan di DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh November dengan nomor registrasi 10411600000102.

Selama kuliah penulis mengikuti perlombaan “Kompetisi Bisnis Mahasiswa Indonesia” pada tahun 2018 dan meraih peringkat 10 besar, penulis juga mengikuti perlombaan yang sama pada tahun 2019. Serta penulis bersama Team REXIC meraih juara 3 dalam perlombaan “Inkubator Bisnis ITS” dan mengikuti UKM Badminton. Penulis juga melaksanakan kerja praktek di PG. Candi Baru, Sidoarjo.