TUGAS AKHIR – TK145501

EKSTRAKSI SERAT DAUN NANAS SEBAGAI BAHAN UNTUK SERAT TEKSTIL

RIZKY AZIZAH HIDAYAT
NRP.10411500000004

ASTRI AZIZUN NISA'
NRP.10411500000090

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

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

TUGAS AKHIR – TK145501

EXTRACTION PINEAPPLE LEAF FIBER AS MATERIAL FOR TEXTILE FIBER

RIZKY AZIZAH HIDAYAT
NRP.10411500000004

ASTRI AZIZUN NISA'
NRP.10411500000090

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

DEPARTMENT INDUSTRIAL OF CHEMICAL ENGINEERING
Faculty of Vocation
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :
EKSTRAKSI SERAT DAUN NANAS
SEBAGAI BAHAN UNTUK SERAT TESKTIL

TUGAS AKHIR

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

Oleh

Rizky Azizah Hidayat **(NRP 10411500000004)**
Astri Azizun Nisa' **(NRP 10411500000090)**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

DosenPembimbing

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

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Kimia Industri
FV-ITS

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI

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

SURABAYA, 23 JULI 2018

LEMBAR REVISI

Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 18 Juli 2018 untuk tugas akhir dengan judul **"Ekstraksi Serat Daun Nanas Sebagai Bahan Untuk Serat Tekstil",** yang disusun oleh :

Rizky Azizah Hidayat	**(NRP 10411500000004)**
Astri Azizun Nisa'	**(NRP 10411500000090)**

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Ir. Agung Subyakto, M.S .....

2. Ir. Agus Surono, M.T .....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

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

SURABAYA, 23 JULI 2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat- Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir. Laporan tugas akhir ini merupakan tahap akhir dari penyusunan tugas akhir yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.md) di Departemen Teknik Kimia Industri FV – ITS. Pada kesempatan kali ini atas segala bantuannya dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini, kami mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Agung Subyakto M.S, selaku Ketua Program Studi Departemen Teknik Kimia Industri FV – ITS.
2. Ibu Warlinda Eka Triastuti, S.Si, M.T. selaku pembimbing yang selalu mengawasi dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Ir. Agung Subyakto M.S selaku dosen penguji tugas akhir Departemen Teknik Kimia Industri FV – ITS.
4. Bapak Ir. Agus Surono M.T. selaku dosen penguji tugas akhir Departemen Teknik Kimia Industri FV – ITS.
5. Seluruh dosen dan karyawan Departemen Teknik Kimia Industri FV – ITS.
6. Kedua orang tua kami dan orang terdekat yang selalu mendukung dan memberikan baik moril maupun materil yang tak ternilai harganya.
7. Koperta Langgeng Mulyo Utama yang mampu memperlancar dalam pengerjaan Tugas Akhir.

8. Rekan – rekan seperjuangan angkatan 2015 atas kerjasamanya selama menuntut ilmu di Departemen Teknik Kimia Industri FV – ITS

Penyusun berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan kami menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

Surabaya, 23 Juli 2018

Penyusun

EKSTRAKSI SERAT DAUN NANAS SEBAGAI BAHAN UNTUK SERAT TEKSTIL

Nama Mahasiswa : 1. Rizky Azizah Hidayat 10411500000004
2. Astri Azizun Nisa' 10411500000090
Departemen : Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi - ITS
Dosen Pembimbing: Warlinda Eka Triastuti S.Si, M.T

ABSTRAK

Tanaman nanas (Ananas cosmosus (L) Merr) yang termasuk famili Bromeliaceae merupakan tumbuhan tropis dan subtropis yang banyak terdapat di Indonesia. Bentuk daun nanas menyerupai pedang yang meruncing diujungnya dengan warna hijau kehitaman dan pada tepi daun terdapat duri yang tajam. Serat nanas terdiri atas selulosa dan non selulosa yang diperoleh melalui penghilangan lapisan luar daun secara mekanik. Hasil penelitian sifat kimia daun nanas meliputi kadar selulosa berkisar antara 69,5% - 71,5%, kadar lignin berkisar antara 4,4% - 4,7%, kadar pektin 1,0%-1,2%, kadar lemak dan wax 3%-3,3%, kadar abu 0,71% - 0,87%, sedangkan kadar pentosan 17,0% - 17,8%. Serat daun nanas berpotensi untuk dijadikan sebagai alternatif bahan baku tekstil dengan cara mengurangi kadar lignin pada serat daun nanas melalui proses delignifikasi.

Pada penelitian ini proses ekstraksi serat daun nanas dilakukan dalam lima tahap yaitu tahap persiapan, tahap deliginifikasi, tahap washing, tahap netralisasi dan tahap pengawetan. Tahap persiapan yaitu mempersiapkan bahan baku dengan menghilangkan daging kulit daun nanas sampai terlihat serat berwarna putih kemudian mengambil serat tersebut dengan perlahan, pembuatan larutan NaOH sesuai konsentrasi yang telah ditentukan. Tahap kedua yaitu tahap delignifikasi serat daun nanas yang direndam dalam larutan NaOH dengan dan tanpa pengadukan menggunakan magnetic stirrer. Tahap ketiga adalah tahap washing dengan melakukan pembilasan serat daun nanas menggunakan aquades untuk menghilangkan sisa pelarut dan pengotor pada serat. Selanjutnya adalah proses netralisasi, yakni dengan merebus serat daun nanas pada suhu 100°C selama 2 jam. Kemudian tahap pengawetan dilakukan dengan cara mengeringkan serat daun nanas sampai berat konstan.

Pada percobaan ini, hasil percobaan pada serat daun nanas yang paling optimal adalah serat daun nanas pada variabel konsentrasi NaOH 4%, suhu perendaman 80°C, serta kecepatan pengadukan 300 rpm dengan hasil kadar lignin 0,3% ; ukuran pori 18,30 µm ; dan kekuatan tarik sebesar 10,83 g/Tex.

Kata kunci: *Serat daun nanas, delignifikasi, NaOH.*

EXTRACTION PINEAPPLE LEAF FIBER AS MATERIAL FOR TEXTILE FIBER

Nama Mahasiswa : 1. Rizky Azizah Hidayat 10411500000004
2. Astri Azizun Nisa' 10411500000090
Departemen : Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi - ITS
Dosen Pembimbing : Warlinda Eka Triastuti S.Si, M.T

ABSTRACT

Pineapple plants (Ananas cosmosus (L) Merr) include in Bromeliaceae family which a tropical and subtropical plant that is widely available in Indonesia. Pineapple leaf shape resembles a sword that tapers at the end with a blackish-green color and on the edge of the leaf there is a sharp thorn. The pineapple fiber is composed by cellulose and non cellulose obtained by mechanically removing the outer layer of leaves. The results of pineapple leaf chemistry research included cellulose content ranges from 69.5% - 71.5%, lignin levels ranged between 4.4% - 4.7%, pectin levels 1.0% -1.2%, fat and waxes content 3% -3.3%, ash content 0.71% - 0.87%, while pentosan levels 17.0% - 17.8%. Pineapple leaf fiber has the potential to serve as an alternative raw material for textile by reducing lignin levels in pineapple fiber through a process of delignification.

In this research, the extraction process of pineapple leaf fiber is done in five stages: preparation stage, deliginification stage, washing stage, netralization stage and preservation stage. Preparation stage is to prepare raw materials by removing the skin flesh of pineapple leaves to see white fiber and then take the fiber slowly, making a solution of NaOH according to the concentration that has been determined. The second stage is the delignification stage of pineapple leaf fiber soaked in NaOH solution with and without stirring using magnetic stirrer. The third stage is the washing stage by purging the pineapple leaf fiber using aquades to remove residual solvents and impurities on the fibers. Next is the process of netralization by boiling pineapple leaf fiber at a temperature of 100°C for 2 hours. Then preservation stage with drying pineapple leaves fiber to a constant weight.

In this experiment, the most optimal pineapple fiber results were pineapple fiber in 4% NaOH concentration, temperature 80°C, and stirring rate 300 rpm with 0.3% lignin yield ; 18.30 μm pore size ; and 10.83 g/Tex for tensile stregth.

Keywords*: Pineapple Leaf Fibres, Delinification, NaOH*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i
ABSTRAK iii
ABSTRACT iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR GRAFIK viii
DAFTAR TABEL ix
BAB I PENDAHULUAN
2.1 Latar Belakang Masalah I-1
2.2 Perumusan Masalah I-3
2.3 Batasan Masalah I-3
2.4 Tujuan Inovasi Produk I-3
2.5 ManfaatProduk I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Daun Nanas II-1
2.2 Serat II-2
2.3 Serat Daun Nanas II-4
2.4 Lignin II-6
2.5 Delignifikasi II-8
2.6 Pengolahan Lignin II-11
2.7 Uji SEM *(Scanning Electron Microscope)* II-13
2.8 Natrium Hidroksida (NaOH) II-14
2.9 MSDS Natrium Hidroksida (NaOH) II-15
BAB IIIMETODOLOGI PEMBUATAN PRODUK
3.1 Bahan yang Digunakan III-1
3.2 Peralatan yang Digunakan III-1
3.3 Variabel yang Dipilih III-1
3.4 Prosedur Penelitian III-1
3.5 Tempat Pelaksanaan III-5
3.6 Diagram Block Proses Delignifikasi Serat Daun Nanas III-6
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Analisis Pengaruh Konsentrasi dan Pengadukan

terhadap Ukuran Pori dan Kuat Tarik IV-1
4.2 Analisis Pengaruh Konsentrasi dan Pengadukan terhadap Ukuran Pori dengan Uji SEM IV-1
4.3 Analisis Pengaruh Konsentrasi dan Pengadukan terhadap Kadar Lignin dengan Menggunakan Uji Kadar Lignin.....IV-7
4.4 Analisis Pengaruh Konsentrasi dan Pengadukan terhadap Kekuatan Tarik dengan Menggunakan Alat Testometric.....IV-10
BAB V NERACA MASSA
5.1 Neraca Massa Pada Prose *Pre-Treatment* V-1
5.2 Neraca Massa Pada Proses Delignifikasi.....V-2
5.3 Neraca Massa Pada Proses *Washing*.....V-3
5.3 Neraca Massa Pada Proses Netralisasi V-5
BAB VI NERACA PANAS
6.1 Neraca Panas Pada Prose Delignifikasi VI-1
6.2 Neraca Massa Pada Proses Netralisasi VI-2
BAB VII ESTIMASI BIAYA
7.1 Estimasi Biaya.....VII-1
7.2 *Fixed Cost* (FC).....VII-3
7.3*Variable Cost* (VC).....VII-4
7.4 Harga Pokok Penjualan (HPP) VII-4
7.5 *Break Event Point* (BEP).....VII-6
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN
8.1 Kesimpulan VIII-1
8.2 Saran VIII-2
DAFTAR NOTASI xi
DAFTAR PUSTAKA..... xii
LAMPIRAN :
APPENDIKS A NERACA MASSA..... A-1
APPENDIKS B NERACA PANAS.....B-1
APPENDIKS C C-1
APPENDIKS D ESTIMASI BIAYA D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daun Nanas.....II-2
Gambar 2.2 Serat Daun Nanas.....II-6
Gambar 2.3 Unit Dasar Pembentuk Lignin.....II-7
Gambar 2.4 Konsep dari Perbesaran SEM.....II-14
Gambar 2.5 NaOH *Powder*.....II-16
Gambar 4.1 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) konsentrasi NaOH 2% dengan Perlakuan Pengadukan NaOH *Powder* IV-3
Gambar 4.2 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) konsentrasi NaOH 2% Tanpa Perlakuan Pengadukan NaOH *Powder* IV-3
Gambar 4.3 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) konsentrasi NaOH 4% dengan Perlakuan Pengadukan NaOH *Powder* IV-4
Gambar 4.4 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) konsentrasi NaOH 4% Tanpa Perlakuan Pengadukan NaOH *Powder* IV-4
Gambar 4.5 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) konsentrasi NaOH 6% dengan Perlakuan Pengadukan NaOH *Powder* IV-5
Gambar 4.6 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) konsentrasi NaOH 6% Tanpa Perlakuan Pengadukan NaOH *Powder* IV-5
Gambar 4.7 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) Serat Kapas IV-6

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Pengadukan Terhadap Hasil Ukuran Pori Serat Daun Nanas Menggunakan SEM IV-6
Grafik 4.2 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Pengadukan Terhadap Hasil Kadar Lignin Serat Daun Nanas Menggunakan Metode Klason IV-6
Grafik 4.3 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Pengadukan Terhadap Kuat Tarik Serat Daun Nanas Menggunakan Alat Testometric IV-11
Grafik 7.1 Grafik *Break Event Point* (BEP)..... VII-8

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Fisik Daun Nanas II-5
Tabel 2.2 Kandungan Minyak Atsiri Jahe..... II-6
Tabel 2.3 Penggunaan Lignin dan Sifat Produknya II-12
Tabel 2.4 Komposisi MSDS NaOH..... II-16
Tabel 2.5 Data Fisik dan Kimia MSDS NaOH II-19
Tabel 4.1 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan PengadukanTerhadap Hasil Ukuran Pori Serat Daun Nanas Menggunakan SEM..... IV-2
Tabel 4.2 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Pengadukan Terhadap Hasil Kadar Lignin Serat Daun Nanas Menggunakan Metode Klason IV-9
Tabel 4.3 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Pengadukan Terhadap Hasil Kekuatan Tarik Serat Daun Nanas Menggunakan Alat Testometric IV-11
Tabel 7.1 Biaya Investasi Peralatan per Bulan VII-2
Tabel 7.2 Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi per Produk VII-2
Tabel 7.3 Biaya Utilitas per Bulan VII-3
Tabel 7.4 Biaya Pendukkung Lainnya VII-3
Tabel 7.5 Perhitungan Biaya Penjualan VII-8

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Bogadenta (2012), Indonesia merupakan negara beriklim tropis dengan intensitas sinar matahari yang cukup tinggi. Dan menurut survei yang telah dilakukan orang Indonesia memiliki aktivitas yang berlebih di bawah sinar matahari. Oleh sebab itu, karena banyaknya aktivitas di bawah sinar matahari maka bahan pakaian yang digunakan sangat berpengaruh besar dalam menjalani aktivitas tersebut.

Menurut Irianto (2007), pakaian banyak menyerap keringat dan kotoran yang dikeluarkan oleh kulit. Pakaian bersentuhan langsung dengan kulit sehingga apabila pakaian yang basah karena keringat dan kotor akan menjadi tempat berkembangnya bakteri di kulit. Pakaian yang basah oleh keringat akan menimbulkan bau karena adanya bakteri. Oleh karena itu, harus dipertimbangkan dalam membeli pakaian dan sebaiknya mempertimbangkan jenis kain.

Penggunaan serat buatan sebagai bahan dan produk tekstil untuk memenuhi permintaan dalam negeri kini telah mendominasi. Tercatat pada tahun 2014, Kemenperin mengemukakan bahwa impor bahan baku tekstil untuk serat buatan yang tidak diproduksi di dalam negeri seperti rayon dan poliester mencapai Rp 56 triliun. Penggunaan serat sintetis tersebut selain didorong permintaan pasar karena harga serat sintetis yang relatif murah dan kuat yakni karena produksi serat alam dalam negeri seperti kapas terus menurun. Selain pengadaan serat sintetik yang sulit, bahan baku utamanya, resin minyak bumi, menjadikan serat sintetik tidak ramah lingkungan karena tidak dapat didegradasi. Oleh karena itu

diperlukan suatu substitusi penggunaan serat sintetik dari bahan alami yang memiliki karakterisitik yang tidak jauh berbeda dan juga kebutuhan kain dalam negeri dapat tercukupi sendiri.

Menurut Chasanah (2005), serat alam yang banyak dimanfaatkan sebagai serat tekstil ada beberapa macam diantaranya serat kapas, serat sutera, dan wol. Namun akhir-akhir ini mulai banyak dikembangkan serat alam yang lain sebagai pengganti serat kapas, yaitu serat rami, linen, nanas, pisang, rossela serta beberapa serat alam lainnya. Diantara beberapa serat tersebut ada jenis serat yang menurut penulis yang mempunyai potensi yang sama untuk dikembangkan menjadi serat tekstil namun belum pernah dimanfaatkan dalam tekstil yaitu serat bambu. Sedangkan sifat kimia yang telah dilakukan oleh Hidayat (2008) meliputi kadar selulosa berkisar antara 69,5% - 71,5%, kadar lignin berkisar antara 4,4% - 4,7%, kadar pektin 1,0%-1,2%, kadar lemak dan wax 3% - 3,3%, kadar abu 0,71% - 0,87%, sedangkan kadar pentosan 17,0% - 17,8%.

Syarat-syarat jenis serat agar dapat diolah menjadi produk tekstil diantaranya yaitu mimiliki kekuatan yang cukup, memiliki daya serap terhadap air serta memiliki fleksibilitas yang tinggi. Kadar lignin yang tinggi juga berpengaruh terhadap tingkat fleksibilitas, karena semakin tinggi kadar lignin maka tingkat fleksibilitasnya semakin rendah. Untuk menambah fleksibilitas maka dilakukan metode delignifikasi. Delignifikasi adalah suatu proses mengubah struktur kimia biomasa berlignoselulosa dengan tujuan mendegradasi lignin secara selektif sehingga menguraikan ikatan kimianya baik secara ikatan kovalen, ikatan hidrogen maupun ikatan Van der Waalls, dengan komponen kimia lain pada bahan

berlignoselulosa (selulosa dan hemiselulosa), dan diusahakan komponen lain tersebut tetap utuh. Proses delignifikasi bisa dilakukan secara panas (*thermal*), kimia dan biologis. Dengan demikian, substrat selulosa dan hemiselulosa yang tersisa akan lebih mudah diakses oleh enzim pengurai termasuk enzim hidrolisis *(Sun dan Cheng, 2012)*.

Akan tetapi menurut Agustini (2015), meskipun proses delignifikasi bisa dilakukan secara fisis, kimia dan biologis sama-sama dapat menurunkan kadar lignin, perlakuan delignifikasi fisis dan biologis belum seefektif perlakuan kimia baik terutama pada keefektifan waktu. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini kami memilih metode kimia. Sehingga pada peneltian ini akan dilakukan metode delignifikasi pada serat daun nanas dengan penggunakan pelarut Natrium Hidroksida (NaOH) dengan variabel konsentrasi pada pelarut dan kecepatan pengadukan.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH) pada hasil delignifikasi serat daun nanas terhadap daya serap, kadar lignin dan kuat tarik?
2. Bagaimana pengaruh putaran (rpm) pada hasil delignifikasi serat daun nanas terhadap daya serap, kadar lignin dan kuat tarik?

1.3 Tujuan Inovasi Produk

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH) pada hasil delignifikasi serat daun nanas

terhadap daya serap, kadar lignin dan kuat tarik.

2. Mengetahui pengaruh putaran (rpm) pada hasil delignifikasi serat daun nanas terhadap daya serap, kadar lignin dan kuat tarik.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian delignifikasi serat daun nanas ini, dilakukan pembatasan masalah dengan ruang lingkup sebagai berikut

1. Bahan baku utama pembuatan serat yaitu menggunakan serat daun nanas.
2. Pelarut yang digunakan untuk delignifikasi adalah Natrium Hidroksida (NaOH)

1.5 Manfaat Inovasi Produk

Manfaat yang dapat diambil dari inovasi delignifikasi serat daun nanas ini adalah :

1. Mendapatkan serat benang daun nanas yang diperoleh dari hasil delignifikasi serat daun nanas tersebut yang sesuai dengan SNI (Standart Nasional Indonesia), dengan kualitas dan kuantitas yang paling optimum,
2. Menjadikan serat daun nanas yang diperoleh dari hasil delignifikasi serat daun nanas tersebut menjadi pertimbangan bahan tekstil alami.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daun Nanas

Tanaman buah tropika merupakan tanaman buah endemik yang hanya dapat ditemui di daerah iklim tropika seperti Indonesia. Dengan kondisi iklim yang demikian, tanaman buah tropika seperti buah nanas dapat hidup dengan baik di Indonesia. Nanas merupakan salah satu contoh tanaman buah tropika yang mempunyai nama ilmiah *Ananas comosus L. Merr*. merupakan tanaman dari keluarga *Bromeliaceae* adalah tanaman tropika yang berasal dari Amerika Selatan. Nanas dapat dibedakan menjadi lima kelompok dengan karakteristik daun dan buah yang berbeda beda, yaitu: (1) *Spainsh* (daun panjang kecil, berduri halus, buah bulat dengan mata datar), (2) *Queen* (daun pendek berduri tajam, buah lonjong mirip kerucut), (3) *Abacaxi* (daun panjang berduri kasar, buah silindris atau seperti piramida), (4) *Cayenne* (daun halus tidak berduri, buah besar) dan (5) *Maipure* (buah silinder, warna daging buah putih dan kuning tua, rasa lebih manis dari pada *Cayenne*).

Menurut Hidayat (2008), tanaman nanas *(Ananas cosmosus (L) Merr)* yang termasuk famili *Bromeliaceae* merupakan tumbuhan tropis dan subtropis yang banyak terdapat di Indonesia. Bentuk daun nanas menyerupai pedang yang meruncing diujungnya dengan warna hijau kehitaman dan pada tepi daun terdapat duri yang tajam. Tergantung dari species atau varietas tanaman, panjang daun nanas berkisar antara 55 sampai 75 cm dengan lebar 3,1 sampai 5,3 cm dan tebal daun antara 0,18 sampai 0,27 cm.

Serat daun nanas terdiri atas selulosa dan non selulosa yang diperoleh melalui penghilangan lapisan luar daun secara mekanik. Lapisan luar daun berupa pelepah yang terdiri atas sel kambium, zat pewarna yaitu klorofil, xantofill dan karoten yang merupakan komponen kompleks dari jenis tanin, serta lignin yang terdapat di bagian tengah daun. Selain itu lignin juga terdapat pada lamela dari serat dan dinding sel serat.

Sedangkan hasil penelitian sifat kimia yang telah dilakukan oleh Hidayat (2008) meliputi kadar selulosa berkisar antara 69,5% - 71,5%, kadar lignin berkisar antara 4,4% - 4,7%, kadar pektin 1,0%-1,2%, kadar lemak dan wax 3% - 3,3%, kadar abu 0,71% - 0,87%, sedangkan kadar pentosan 17,0% - 17,8%.

Gambar 2.1 Daun Nanas
(Sumber : *https://manfaat.co.id/manfaat-daun-nanas)*

2.2 Serat

Menurut Watanabe (2003), serat adalah zat yang panjang, tipis, dan mudah dibengkokkan. Menurut Soeprijono P., (1974) berpendapat bahwa salah satu ciri yang dimiliki oleh semua

serat, ialah ukuran panjang yang relatif lebih besar dari pada lebarnya. Sifat karakteristiknya semata-mata ditentukan oleh bentuknya, yaitu: perbandingan yang besar antara panjang dan lebar, dan tidak ditentukan oleh zat-zat pembentuknya.

Menurut Jumaeri, Okim Djamhir dan Wagimin (1974: 8) dalam buku *Tekstil Design* mengelompokkan serat menjadi dua kelompok, yaitu:

1) Serat Alam (*Natural Fibers*)

   Yaitu serat yang didapatkan dari alam, terbagi menjadi 3 golongan yaitu:

   - Serat dari tumbuh-tumbuhanan, yaitu serat rami, kapas, flak, linen, henep, sisal, pisang, rosella dan lain-lain.
   - Serat dari binatang, yaitu setera, wool, cashmere, dan lain lain.
   - Serat dari mineral, yaitu : asbes

2) Serat buatan (*Man Made Fibers*)

   Serat ini proses pembuatannya melalui pengolahan secara kimiawi. Serat buatan menurut asalnya dapat dibedakan menjadi dua yaitu serat sintetis murni dan serat yang merupakan hasil percampuran dengan serat yang diambil dari tumbuh-tumbuhan, binatang maupun bahan galian (mineral). Serat buatan diantaranya adalah :

   - Serat dari bahan selulosa, misalnya: viskosa rayon, asetat rayon.
   - Serat dari bahan protein, misalnya: ardil, casein, vicara, soyban.
   - Serat dari bahan petro kimia, misalnya: nylon, poliester.
   - Serat dari karet, yaitu lastex.

- Serat dari mineral, serat gelas, serat tembaga, benang emas, benang perak.

2.3 Serat Daun Nanas

Serat daun nanas *(pineapple–leaf fibres)* adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan *(vegetable fibre)* yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Tanaman nanas yang juga mempunyai nama lain, yaitu *Ananas Cosmosus* (termasuk dalam famili *Bromeliaceae*), pada umumnya termasuk jenis tanaman semusim. Menurut sejarah, tanaman ini berasal dari Brazilia dan dibawa ke Indonesia oleh para pelaut Spanyol dan Portugis sekitar tahun 1599.

Di Indonesia tanaman tersebut sudah banyak dibudidayakan, terutama di pulau Jawa dan Sumatera yang antara lain terdapat di daerah Subang, Majalengka, Purwakarta, Purbalingga, Bengkulu, Lampung dan Palembang, yang merupakan salah satu sumber daya alam yang cukup berpotensi. Tanaman nanas akan dibongkar setelah dua atau tiga kali panen untuk diganti tanaman baru, oleh karena itu limbah daun nanas terus berkesinambungan sehingga cukup potensial untuk dimanfaatkan sebagai produk tekstil yang dapat memberikan nilai tambah (Kirby, 1963, Doraiswarmy et al., 1993).

Bentuk daun nanas menyerupai pedang yang meruncing diujungnya dengan warna hijau kehitaman dan pada tepi daun terdapat duri yang tajam. Tergantung dari spesies atau varietas tanaman, panjang daun nanas berkisar antara 55 sampai 75 cm dengan lebar 3,1 sampai 5,3 cm dan tebal daun antara 0,18 sampai 0,27 cm. Di samping spesies atau varietas nanas, jarak tanam dan intensitas sinar matahari akan mempengaruhi terhadap pertumbuhan panjang daun dan sifat atau

karakteristik dari serat yang dihasilkan. Intensitas sinar matahari yang tidak terlalu banyak (sebagian terlindung) pada umumnya akan menghasilkan serat yang kuat, halus, dan mirip sutera *(strong, fine and silky fibre)* (Kirby, 1963, Doraiswarmy et al., 1993).

Terdapat lebih dari 50 varietas tanaman nanas didunia, beberapa varietas tanaman nanas yang telah dibudidayakan di Indonesia antara lain *Cayenne, Spanish/Spanyol, Abacaxi* dan *Queen*. **Tabel 2.1** berikut memperlihatkan sifat fisik beberapa jenis varietas lain tanaman nanas yang sudah banyak dikembangkan *(Doraiswarmy et al., 1993)*.

Tabel 2.1 Karakterisitik Fisik Daun Nanas

Varietas Nanas	*Physical Characteristics*		
	Length (cm)	*Width (cm)*	*Thickness (cm)*
Assam Local	75	4,7	0,21
Cayenalisa	55	4,0	0,21
Kallara Local	56	3,3	0,22
Kew	73	5,2	0,25
Mauritus	55	5,3	0,18
Pulmath Local	68	3,4	0,27
Smooth Cayenne	58	4,7	0,21
Valera Moranda	65	3,9	0,23

(Sumber : *Doraiswarmy et al., 1993*)

Daun nanas mempunyai lapisan luar yang terdiri dari lapisan atas dan bawah. Diantara lapisan tersebut terdapat banyak ikatan atau helai-helai serat *(bundles of*

fibre) yang terikat satu dengan yang lain oleh sejenis zat perekat (*gummy substances*) yang terdapat dalam daun. Karena daun nanas tidak mempunyai tulang daun, adanya serat-serat dalam daun nanas tersebut akan memperkuat daun nanas saat pertumbuhannya.

Gambar 2.2 Serat Daun Nanas
(Sumber: http://www.itfnet.org/v1/wp-content/uploads/2015/12/Canada1.jpg)

2.4 Lignin

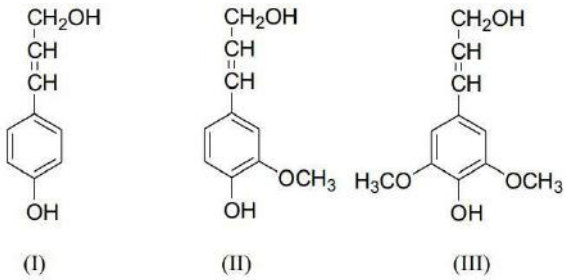
Lignin merupakan polimer alami terbanyak kedua setelah selulosa dan berperan penting dalam dunia tumbuhan. Lignin meningkatkan sifat-sifat kekuatan mekanik sedemikian rupa sehingga tumbuhan yang besar seperti pohon yang tingginya lebih dari 15 meter tetap dapat kokoh berdiri *(Nofriadi, 2009).*

Lignin adalah suatu polimer yang kompleks dengan berat molekul tinggi, tersusun atas unit-unit fenilpropan. Meskipun tersusun atas karbon, hidrogen, dan oksigen, lignin bukanlah karbohidrat dan bahkan tidak ada hubungan dengan golongan senyawa tersebut, akan tetapi lignin pada dasarnya adalah suatu fenol. Lignin sangat stabil dan sukar dipisahkan dan mempunyai bentuk yang bermacam-macam, karenanya

susunan lignin yang pasti didalam kayu tetap tidak menentu *(Nofriadi, 2009).*

Lignin merupakan bagian utama dari dinding sel tanaman yang merupakan polimer terbanyak setelah selulosa. Lignin merupakan polimer yang mengandung penylpropana (Sjostrom,1981). Kandungan lignin dalam kayu berkisar antara 20-25% untuk kayu daun lebar *(hardwood).* Lignin terbagi dalam dua kelompok, yakni lignin guaiasil dan lignin guaiasil-siringil (Akhmadi,1990). Kelompok lignin guaiasil (koniferil alkohol) yang terdapat dalam kayu daun jarum *(softwood)* sebesar 26-32%. Kelompok lignin guaiasil-siringil (sinapil alkohol atau koniferil alkohol) terdapat pada kayu daun lebar *(hardwood)* sebanyak 20-28% *(Falah, 2012).*

Unit dasar penyusun lignin adalah aromatik propenil alkohol (monolignol) yang terdiri atas koniferil alkohol (4-(3-hidroksi-1-propenil)-2-metoksifenol), *p*-kumaril alkohol (4-[(*E*)-3-hidroxiprop-1-enil]-fenol), dan sinapil alkohol (4-hidroksi-3,5-dimetoksisinamil alkohol), 4-(3-hidroksi-1-propenil)-2-metoksifenol), dimana koniferil alkohol menjadi penyusun utamanya *(Falah, 2012).*



Gambar 2.3 Unit Dasar Pembentuk Lignin
(Sumber: *Nofriadi, 2009*)

Sebagai mana pada G**ambar 2.3** terdapat 3 unit dasar pembentuk lignin. (I) menunjukkan unit *p*-kumaril alkohol, (II) menunjukkan unit koniferil alkohol, (III) menunjukkan sinapil alkohol.

2.5 Delignifikasi

Menurut Sumada, Tamara, & Fiqih (2011) dalam Permatasari, et.al (2014), tujuan dari proses delignifikasi yaitu mengurangi kadar lignin di dalam bahan berlignoselulosa. Delignifikasi akan membuka struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi lebih mudah diakses. Proses delignifikasi akan melarutkan kandungan lignin di dalam bahan sehingga mempermudah proses pemisahan lignin dengan serat.

Menurut Sun dan Cheng (2002), delignifikasi adalah suatu proses mengubah struktur kimia biomasa berlignoselulosa dengan tujuan mendegradasi lignin secara selektif sehingga menguraikan ikatan kimianya baik secara ikatan kovalen, ikatan hidrogen maupun ikatan Van der Waalls, dengan komponen kimia lain pada bahan berlignoselulosa (selulosa dan hemiselulosa), dan diusahakan komponen lain tersebut tetap utuh. Proses delignifikasi bisa dilakukan secara fisis, kimia dan biologis. Dengan demikian, substrat selulosa dan hemiselulosa yang tersisa akan lebih mudah diakses oleh enzim pengurai termasuk enzim hidrolisis. Delignifikasi dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya yaitu :

A. Delignifikasi Secara Fisis

1. Piroilisis

Pirolisis adalah proses pemanasan suatu zat tanpa adanya oksigen sehingga terjadi penguraian komponen-komponen penyusun kayu keras. Istilah

lain dari pirolisis adalah penguraian yang tidak teratur dari bahan-bahan organik yang disebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar. Hal tersebut mengandung pengertian bahwa apabila tempurung dan cangkang dipanaskan tanpa berhubungan dengan udara dan diberi suhu yang cukup tinggi, maka akan terjadi reaksi penguraian dari senyawa-senyawa kompleks yang menyusun kayu keras dan menghasilkan zat dalam tiga bentuk yaitu padatan, cairan dan gas.

B. Delignifikasi secara Kimia

1. *Ozonolysis Pretreatment*

   Ozonolysis pretreatment yaitu delignifikasi menggunakan ozon dilakukan pada suhu ruangan dan tekanan atmosfer serta dapat menghancurkan sekitar lignin yang terkandung dalam lignoselulosa.

2. Hidrolisis Asam

   Asam konsentrat seperti H2SO4 dan HCl telah digunakan untuk mengolah bahan lignoselulosa. Meskipun H2SO4 dan HCl adalah golongan kuat untuk hidrolisis selulosa, asam pekat bersifat toksik, korosif dan berbahaya dan memerlukan reaktor yang tahan terhadap korosi. Selain itu, asam pekat harus dipulihkan setelah hidrolisis agar prosesnya layak secara ekonomi.

3. Hidrolisis Alkali

   Beberapa basa juga dapat digunakan untuk pretreatment bahan lignoselulosa dan efek pretreatment basa tergantung pada kandungan lignin dari bahan. Mekanisme hidrolisis alkali

diyakini sebagai saponifikasi ikatan ester antarmolekul yang mengikat silang xylan hemiselulosa dan komponen lainnya, misalnya lignin dan hemiselulosa lainnya. Porositas bahan lignoselulosa meningkat dengan penghilangan ikatan silang. Delignifikasi Pulp menggunakan Hidrogen Peroksida (dalam media asam asetat)

4. Delignifikasi Oksigen

   Delignifikasi Oksigen merupakan proses untuk mengurangi kandungan lignin dari pulp coklat (yang belum mengalami proses pemutihan). Bahan kimia yang dipakai adalah O2 dan alkali.

C. Delignifikasi secara Biologi

Dalam proses pretreatment biologis, mikroorganisme seperti jamur *brown-, white- and soft-rot* digunakan untuk menurunkan lignin dan hemiselulosa dalam bahan limbah. Bintik coklat terutama menyerang selulosa, sementara pembantai putih dan lembut menyerang selulosa dan lignin. Jamur rotasi putih adalah *basidiomycetes* paling efektif untuk perlakuan awal biologis bahan lignoselulosa.

White-rot fungus P. chrysosporium menghasilkan enzim pengatur lignin, peroksidase lignin dan peroksidase yang bergantung pada mangan, selama metabolisme sekunder sebagai respons terhadap pembatasan karbon atau nitrogen. Kedua enzim tersebut telah ditemukan di filtrat ekstraseluler dari banyak jamur busuk putih untuk

degradasi dinding sel kayu. Enzim lain termasuk oksidase polifenol, lakase, enzim penghasil H2O2 dan enzim perekat kuinon juga dapat menurunkan lignin. Keunggulan pretreatment biologis meliputi kebutuhan energi rendah dan kondisi lingkungan yang ringan. Namun, laju hidrolisis pada kebanyakan proses pretreatment biologis sangat rendah.

Menurut Agustini (2015) dalam penelitiannya, meskipun sama-sama dapat menurunkan kadar lignin, perlakuan delignifikasi fisis dan biologis belum seefektif perlakuan kimia. Belum optimalnya perlakuan delignifikasi fisis menunjukkan bahwa pengkondisian sifat-sifat fisika, yaitu: pemanasan sampai 121°C pada tekanan 1 atmosfer selama 30 menit, bukan kondisi yang optimal untuk proses delignifikasi. Sedangkan kurang optimalnya proses biodegradasi lignin dengan menggunakan isolat fungi MD-14 FB.1 yang hanya meningkatkan biodegradasi lignin 17,7 % pada serbuk kayu sengon dan 5,1% pada serbuk pelapah sawit dapat disebabkan oleh singkatnya waktu inkubasi (2 minggu), sehingga jumlah lignin yang terurai belum optimal.

2.6 Pengolahan Lignin

Lignin dari lindi hitam dapat dimanfaatkan sebagai perekat karena adanya kecenderungan penurunan sumber perekat sintetik dari minyak bumi yang merupakan sumber daya tidak terbarukan. Selain sebagai perekat, lignin juga dapat dimanfaatkan secara komersial sebagai bahan pengikat,

pengisi, surfaktan, produk polimer, *dispersan*, dan sumber bahan kimia lainnya terutama turunan benzena *(Santoso et al. 2004)*. Dalam bidang mikrobiologi, lignin juga dapat digunakan sebgai media selektif untuk isolasi jamur pelapuk putih kelas Basidiomycetes *(Thorn et al. 1996)*.

Upaya pemanfaatan hasil samping lignin dari proses hidrolisa asam sebagai Lignin Asam Sulfat (*sulfuric acid lignin*) dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dispersan dan resin penukar ion telah dilakukan dengan menggunakan bahan baku kayu keras dan kayu lunak *(Matsushita et al., 2007)*.

Lignin dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar jika dibuat dalam jumlah besar dan dalam keadaan benar-benar kering. Lignin relatif lebih tinggi kandungan atom C dan H-nya, namun kandungan O-nya lebih rendah dibandingkan selulosa dan hemiselulosa, dan lignin sebagai bahan bakar lebih bernilai dibanding selulosa dan hemiselulosa karena panas pembakarannya lebih besar *(Judoamidjojo et al.,1989)*

Menurut Setiawan (2001), penggunaan lignin alkali adalah berdasarkan sifat-sifat kimia dan fisika dari lignin itu sendiri seperti dispersitas, daya rekat, stabilitas, dan lainnya. Beberapa penggunaan lignin dan sifat produknya dapat dilihat pada **Tabel 2.2**

Tabel 2.3 Penggunaan Lignin dan Sifat Produknya

No	Bidang Penggunaan	Sifat Produk
1	Bahan Pewarna	Dispersitas
2	Perekat Kayu	Daya Rekat
3	Bahan Pengemulsi	Kestabilan Emulsi
4	Dispersan Bahan Kimia Pertanian	Dispersitas

5	Pengkondisian Tanah	Daya Rekat
6	Pengeboran Sumur Minyak	Dispersitas
7	Resin Fenol Formaldehida	Daya Rekat

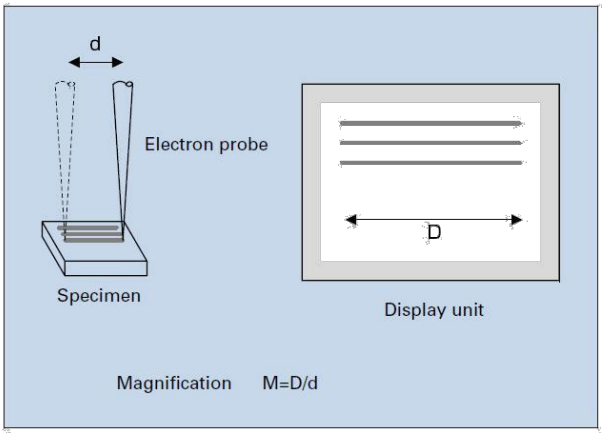
(Sumber: *Setiawan, 2001*)

2.7 Uji SEM *(Scanning Electron Microscope)*

Scanning Electron Microscope (SEM) digunakan untuk mengamati permukaan spesimen. Ketika spesimen diradiasi dengan berkas elektron halus (disebut probe elektron), elektron sekunder dipancarkan dari permukaan spesimen. Topografi permukaan dapat diamati dengan pemindaian dua dimensi probe elektron di atas permukaan dan akuisisi gambar dari mendeteksi elektron sekunder.

Ketika permukaan spesimen dipindai dua dimensi oleh probe elektron, gambar SEM muncul di layar monitor unit tampilan. Pada saat ini, jika lebar pemindaian probe elektron diubah, pembesaran gambar SEM yang ditampilkan juga berubah. Karena ukuran layar monitor tidak berubah, penurunan lebar pindaian akan meningkatkan pembesaran, sedangkan meningkatkan lebar pindaian menurunkan pembesaran. Gambar 2.3 menunjukkan prinsip ini. Misalnya, ketika ukuran layar monitor adalah 10 cm dan lebar pemindaian probe elektron adalah 1 mm, pembesaran adalah 100 kali, sedangkan lebar pindaian adalah 10 μm, 10.000 kali. Dalam hal latar belakang historis, pembesaran dinyatakan untuk a layar 12 cm (horizontal) dan 10 cm (vertikal) sebagai standar (sedikit berbeda tergantung pada produsen SEM). Jika sebuah layar unit memiliki layar monitor yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran standar, pembesaran gambar SEM yang ditampilkan menjadi lebih besar. Di kasus seperti

itu, pembesaran dan ukuran objek dihitung dengan skala bar ditampilkan pada layar sebagai referensi.



Gambar 2.4 Konsep dari Perbesaran SEM

2.8 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH) merupakan zat padat higroskopik berwarna putih dan mudah larut dalam air dan gliserol, sedikit tembus cahaya, dan bertekstur serat. NaOH merupakan elektrolit dan basa kuat yang dapat diperoleh dengan cara dalam laboratorium dengan reaksi Na, Na2O atau Na2O2 dengan air. Dengan elektrolisis NaCl dengan menggunakan katoda raksa atau dengan sel diafragma. Dalam sel *Castner-Keilner*, natrium dibebaskan pada katoda raksa sehingga akan bereaksi dengan air membentuk NaOH dan H2. Melalui proses Gossage, yakni Na2CO3 20% diberi Ca(OH)2 berlebih pada 85°C *(Arsyad, 2001)*.

Natrium hidroksida mudah larut dalam air disertai dengan panas. Larutan ini memiliki nuansa sabun dan sangat korosif. Hal ini digunakan untuk menyerap gas-gas asam, seperti

karbondioksida (CO2) dan sulfur (IV) oksida (SO4). Secara industri digunakan dalam sabun dan kertas pembuatan dan dalam pemurnian bauksit *(Daintith, 2005)*.

Gambar 2.5 NaOH *Powder*

(Sumber: https://www.escentialsofaustralia.com/products/productid622)

2.9 MSDS Natrium Hidroksida (NaOH)

A. Bagian 1 (Identifikasi)

- Nomor Produk : C2584
- Nama Produk : Sodium Hydroxide Technical Grade, Flake Nama Dagang
- Formula : NaOH
- RTECS : WB4900000
- C.A.S. : CAS# 1310-73-2

Kesehatan : 3
Kemungkinan terbakar : 0
Reaktivitas : 2

B. Bagian 2 (Komposisi)

Tabel 2.4 Komposisi MSDS NaOH

Sara 313	Komponen	Nomor CAS	%	Dim	Batas Penggunaan
	Sodium Hydroxide	CAS# 1310-73-2	100.0%	W/W	OSHA PEL 2 mg/m*f* ACGIH 2mg/m*f*

C. Bagian 3 (Pengenalan Bahaya)

- Parah menyebabkan iritasi dan luka bakar.
- Berbahaya jika tertelan dan terhirup
- Gunakan dengan ventilasi yang memadai.
- Cuci tangan sampai bersih setelah bekerja dengan bahan tersebut.
- Jagalah agar wadah tertutup.

D. Bagian 4 (Tata Cara Pertolongan Pertama)

- Pertolongan Pertama : PANGGIL DOKTER
- Kulit :

  Dalam kasus kontak, segera basuh kulit dengan air selama minimal 15 menit sambil melepas pakaian dan sepatu yang tercemar. Bersihkan pakaian dan sepatu sampai benarbenar bersih sebelum digunakan kembali.
- Mata :

  Cuci mata dengan banyak air sedikitnya selama 15 menit, buka tutup mata beberapa kali. Lepaskan kontak jika memakainya dan mudah melakukannya lalu lanjutkan membilas. Cari pertolongan medis.

- Pernafasan :

  Hirup udara segar. Jika tidak bernapas, berikan pernapasan buatan. Jika sulit bernapas, berikan oksigen
- Tertelan :

  Berikan beberapa gelas susu atau air. Muntah dapat terjadi secara spontan, tetapi Jangan Dibuat Muntah Jangan memberikan apapun melalui mulut kepada orang yang tidak sadar.

E. Bagian 5 (Tata Cara Penanggulangan Kebakaran)

- Tipe Pemadam Kebakaran :

  Semua pemadam dapat digunakan. Tambahan air akan melepaskan panas.
- Bahaya api / ledakan :

  Tidak berbahaya kebakaran, tetapi material panas atau cair dapat bereaksi hebat dengan air atau metal
- Prosedur penanggulangan kebakaran: Pakailah diri alat bantu pernapasan dan pakaian pelindung untuk mencegah kontak dengan kulit dan pakaian.

F. Bagian 6 (Tata Cara Penanggulnga Tumpahan)

- Pakaian pelindung diperlukan saat menyapu, menyendok, atau mengambil materi tumpah.
- Jangan menghirup uap-uap, aerosol. Hindari kontak dengan bahan. Pastikan ventilasi memadai. Jauhkan dari panas dan sumber api. Evakuasi dari daerah bahaya, amati prosedur darurat, hubungi ahli.
- Tutup saliran. Kumpulkan, ikat dan pompa keluar

tumpahan. Amati kemungkinan pembatasan bahan (lihat bagian 7 dan 10). Serap dengan bahan penyerap cairan dan penetral (misal Chemizorb® OH^-, Merck Art. No. 101596). Teruskan ke pembuangan. Bersihkan area yang terkena.

G. Bagian 7 (Penanganan dan Penyimpanan)

- Menyimpan di tempat yang sejuk, kering, berventilasi baik tempat yang jauh dari bahan-bahan yang tidak kompatibel. Tetap tertutup rapat. Jauhkan dari nyala terbuka, permukaan panas dan sumber penyulut.
- Cuci bersih setelah memegang material.

H. Bagian 8 (Pengendalian dan Perlindungan Diri)

- Proteksi pernapasan diperlukan ketika uap/aerosol dihasilkan Jenis filter yang direkomendasikan: Filter A (menurut DIN 3181) untuk uap senyawa organik Pengusaha harus memastikan bahwa perawatan, pembersihan, dan pengujian perangkat perlindungan pernafasan telah dilakukan sesuai dengan petunjuk dari pabriknya. Tindakan ini harus didokumentasikan dengan benar.
- Proteksi tangan: Pakailah sarung tangan yg tepat untuk mencegah kulit yang terpapar
- Proteksi mata: Kaca mata pelindung yang pas dan rapat
- Perlindungan lain Peralatan: pakaian untuk mencegah kerusakan

I. Bagian 9 (Data Fisik dan Kimia)

Tabel 2.5 Data Fisik dan Kimia MSDS NaOH

Titik Leleh	10,5°C (50,9°F)	Gravitasi Spesifik	Tidak tersedia
Titik Didih	171°C (339°F)	Presentase Penguapan per Volume	N/A
Tekanan Uap	0,5 hPa Pada 20°C	Tingkat Penguapan	N/A
Kepadatan Uap	2,1	Penguapan Standar Suhu menyala sendiri	N/A
Kelarutan dalam Air	Larut Pada 20°C	Lower Flamm. Limit in Air	N/A
Penampilan dan Bau	Cair dan bau seperti amonia	Upper Flamm. Limit in Air	N/A
Titik Nyala	92,5°C		

J. Bagian 10 (Stabilitas dan Reaktivitas

- Stabilitas : Peka terhdap air (higroskopik)
- Kondisi yang dihindari : air, material yg sifatnya tidak sesuai, suhu ekstrim

- Bahan-bahan yang dihindari: Karet, tembaga, Aloi Tembaga
- Reaksi eksotermik dengan : Acrolein, Nitril, chlorosulfonic acid, Gas hidrogen klorida, acetic acid, Asetat anhidrida, penguapan sulfuric acid, Asam nitrat, asam sulfat, mineral acids, vinyl acetate, Oksidator
- Resiko ignisi dan pembentukan gas atau uap yang tidak menyala dengan sulfur dan senyawa iron (III)
- Resiko Kondisi untuk dihindari : Pemanasan kuat

K. Bagian 11 (Informasi Tambahan)

- Bahaya
- Korosif
- Dapat berakibat fatal jika tertelan
- Dapat berbahaya jika dihirup.
- Menyebabkan kerusakan mata yang serius
- Menyebabkan luka bakar untuk setiap bagian yang terkena
- Untuk mata atau kontak kulit, segera bilas dengan air selama paling sedikit 15 menit.
- Dalam kasus tertelan, Jangan dibuat muntah. Berikan sejumlah besar air atau susu.
- Dapatkan pertolongan medis segera.

BAB III

METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

BAB III
METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

3.1 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu daun nanas, NaOH dan aquades.

3.2 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini antara lain *beaker glass*, erlenmeyer, cawan porselin, labu ukur, gelas ukur, pipet, pemanas elektrik, *magnetic stirrer*, dan timbangan elektrik.

3.3 Variabel yang Dipilih

Variabel yang digunakan dalam percobaan ini yaitu:

1. Daun nanas madu kelud
2. Pelarut NaOH
3. Konsentrasi Larutan: 2%, 4% dan 6%
4. Kecepatan pengadukan : 0 rpm dan 300 rpm

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Tahap Persiapan

3.4.1.1 Mempersiapkan bahan baku utama:

Menghilangkan daging kulit daun nanas sampai terlihat serat berwarna putih kemudian mengambil serat tersebut dengan perlahan

3.4.1.2 Membuat larutan NaOH dengan konsentrasi yang telah ditentukan

3.4.2 Tahap Delignifikasi

Tahap delignifikasi merupakan tahapan perendaman

serat daun nanas dalam larutan NaOH selama 2 jam pada temperatur 80°C dengan dan tanpa pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*.

3.4.3 Tahap *Washing*

Tahap pembilasan merupakan tahapan pembersihan serat daun nanas dari sisa pelarut. Serat daun nanas yang telah direndam kemudian dibilas dengan aquades untuk menghilangkan sisa pelarut dan pengotor pada serat.

3.4.4 Tahap Netralisasi

Tahap netralisasi dilakukan dengan merebus serat daun nanas pada suhu 100°C selama 2 jam agar larutan NaOH yang tersisa dpat terlarut dalam aquades.

3.4.5 Tahap Pengawetan

Tahap pengawetan dilakukan dengan cara mengeringkan serat daun nanas terdelignifikasi dan bebas dari NaOH hingga didapat berat konstan.

3.4.6 Tahap Uji Produk Serat Daun nanas

3.4.6.1 Uji Kadar Lignin

Uji kadar lignin dilakukan untuk mengetahui kadar lignin yang terdapat pada serat daun nanas sebelum proses delignifikasi dan sesudah proses delignifikasi sehingga dapat diketahui penurunan kadar lignin pada serat daun nanas pada setiap konsentrasi larutan yang ditentukan.

Serat daun nanas akan diuji kadar lignin menggunakan metode Klason. Langkah-langkah uji Kadar Lignin:

3.4.6.1.1 Menimbang contoh serat daun nanas sebanyak 1,0 ± 0,1 gram

3.4.6.1.2 Meletakkan contoh serat daun nanas kedalam *beaker glass* dan menambahkan 15 ml H_2SO_4 72%. Penambahan dilakukan secara perlahan pada temperatur 20°C ± 1°C dengan pengadukan selama 2 sampai 3 menit.

3.4.6.1.3 Setelah terdispersi sempurna, menutup wadah perendaman serta melakukan perendaman selama dua jam dan dilakukan pengadukan sekali-kali selama proses perendaman berlangsung.

3.4.6.1.4 Memindahkan contoh serat daun nanas dan menambahkan aquades sebanyak 300 ml kedalam erlenmeyer 1000 ml. Menambahkan lagi aquades sebanyak 575 ml , sehingga konsentrasi H_2SO_4 menjadi 3%.

3.4.6.1.5 Memanaskan larutan dalam erlenmeyer sampai mendidih dan memanaskan selama 4 jam dengan api kecil. Menjaga supaya volume larutan tetap.

3.4.6.1.6 Mendinginkan dan mendiamkan sampai endapan lignin mengendap sempurna.

3.4.6.1.7 Menyaring larutan dan memindahkan endapan kedalam cawan yang dilapisi kertas saring dan telah diketahui beratnya

3.4.6.1.8 Mencuci endapan lignin sampai bebas asam maupun basa dengan air panas.

3.4.6.1.9 Mengeringkan kertas saring dengan endapan lignin pada oven dengan temperatur 105°C ± 3°C, mendinginkan dalam desikator dan

menimbang sampai berat konstan

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{\text{Endapan Berat Kering x 100\%}}{\text{Berat Contoh Kering}}$$

3.4.6.2 Uji Kekuatan Tarik

Uji kekuatan tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik serat daun nanas setelah proses delignifikasi.

Bahan serat daun nanas yang akan diuji dibuat sampel (spesimen) dengan bentuk dan ukuran mengacu pada standar uji SNI 08-1112-1989. Langkah-langkah Uji Tarik:

3.4.6.2.1 Menyiapkan spesimen uji yang telah dibuat

3.4.6.2.2 Menyetel alat uji tarik sesuai dengan data-data yang akan diambil (seperti gaya, tegangan, regangan, modulus elastis)

3.4.6.2.3 Memasang spesimen uji pada alat

3.4.6.2.4 Menjalankan alat uji hingga serat daun nanas tercabut atau terlepas dari matriks dengan kecepatan penarikan 15 mm/menit

3.4.6.2.5 Menyimpan data-data hasil pembacaan alat uji pada komputer yang terkoneksi dengan alat uji

3.4.6.3 Uji SEM

Uji SEM dilakukan untuk mengamati morfologi suatu bahan. Uji SEM bertujuan untuk mengetahui pori-pori pada serat daun nanas setelah proses delignifikasi.

3.4.6.3.1 Mensejajarkan berkas elektron dan difokuskan oleh magnet yang didesain khusus

berfungsi sebagai lensa

3.4.6.3.2 Meletakkan sampel serat daun nanas tipis pada ruang sampel

3.4.6.3.3 Bayangan akan diproyeksikan ke dalam layar pendar atau film

3.4.6.4 Analisa Yield

3.4.6.4.1 Menimbang daun nanas basah

3.4.6.4.2 Menimbang serat daun nanas

3.4.6.4.3 Menghitung perbandingan berat serat daun nanas dengan dihasilkan dengan daun nanas

$$\text{Yield} = \frac{\text{Serat Daun Nanas}}{\text{Daun Nanas Basah}} \times 100\%$$

3.5 Tempat pelaksanaan

Percobaan tugas akhir dengan judul "Ekstraksi Serat Daun Nanas sebagai Alternatif Serat Tekstil" kami laksanakan di laboratorium lantai 3 yaitu laboratorim Kimia Fisika, kampus Departemen Teknik Kimia Industri – Fakultas Vokasi.

3.6 Diagram Block Proses Delignifikasi Serat Daun Nanas

Proses persiapan serat daun nanas

Proses Delignifikasi serat daun nanas

Proses *Bleaching* serat daun nanas

Proses Pengawetan serat daun nanas

Serat daun nanas terdelignifikasi keadaan basah

Serat daun nanas terdelignifikasi keadaan kering

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Pengaruh Konsentrasi dan Pengadukan terhadap Ukuran Pori dan Kuat Tarik

Pada penelitian ini dilakukan proses ekstraksi serat daun nanas dan dilanjutkan dengan proses delignifikasi dengan menggunakan larutan NaOH dengan variabel konsentrasi 2%, 4% dan 6%, serta menggunakan variabel pengadukan dan tanpa pengadukan disetiap konsentrasi. delignifikasi adalah suatu proses mengubah struktur kimia biomasa berlignoselulosa dengan tujuan mendegradasi lignin secara selektif sehingga menguraikan ikatan kimianya baik secara ikatan kovalen, ikatan hidrogen maupun ikatan van der waalls, dengan komponen kimia lain pada bahan berlignoselulosa (selulosa dan hemiselulosa), dan diusahakan komponen lain tersebut tetap utuh. Metode ini digunakan untuk mengekstraksi komponen dalam serat daun nanas sehingga lebih lunak.

Pada metode delignifikasi dilakukan tahap perendaman antara serat daun nanas dengan NaOH dalam *Bekaer Glass* dengan suhu 80°C selama 2 jam. Dan dilanjutkan dengan tahap pembilasan yaitu pencucian serat daun nanas dari sisa pelarut. Selanjutnya dilkukan tahap pengawetan dengan cara merebus serat daun nanas dengan suhu 100°C selama 2 jam.

4.2 Analisis Pengaruh Konsentrasi dan pengadukan terhadap Ukuran Pori dengan Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Scanning Electron Microscope (SEM) digunakan untuk mengamati permukaan spesimen. Ketika spesimen diradiasi dengan berkas elektron halus (disebut probe elektron),

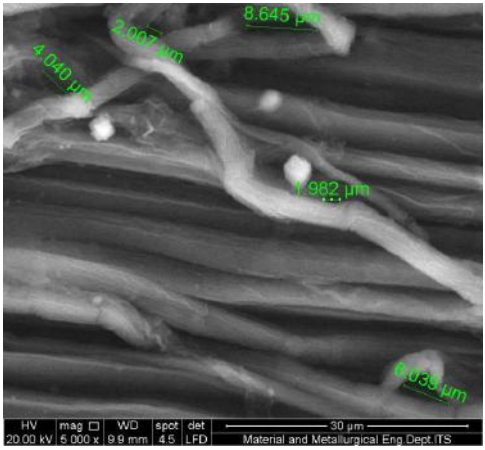
elektron sekunder dipancarkan dari permukaan spesimen. Topografi permukaan dapat diamati dengan pemindaian dua dimensi probe elektron di atas permukaan dan akuisisi gambar dari mendeteksi elektron sekunder.

Ketika permukaan spesimen dipindai dua dimensi oleh probe elektron, gambar SEM muncul di layar monitor unit tampilan. Pada saat ini, jika lebar pemindaian probe elektron diubah, pembesaran gambar SEM yang ditampilkan juga berubah. Karena ukuran layar monitor tidak berubah, penurunan lebar pindaian akan meningkatkan pembesaran, sedangkan meningkatkan lebar pindaian menurunkan pembesaran. Berikut merupakan hasil uji SEM dengan perbesaran 5000x.

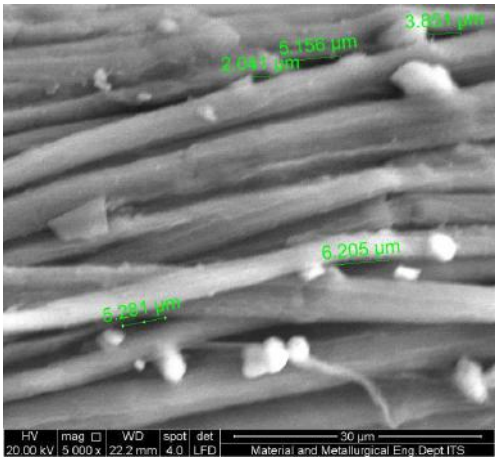
Tabel 4.1 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Pengadukan Terhadap Hasil Ukuran Pori Serat Daun Nanas Menggunakan SEM

Konsentrasi NaOH (%)	**Ukuran Pori (µm)**	
	Dengan Pengadukan	**Tanpa Pengadukan**
2%	8,645	6,205
4%	18,30	7,026
6%	8,552	7,857

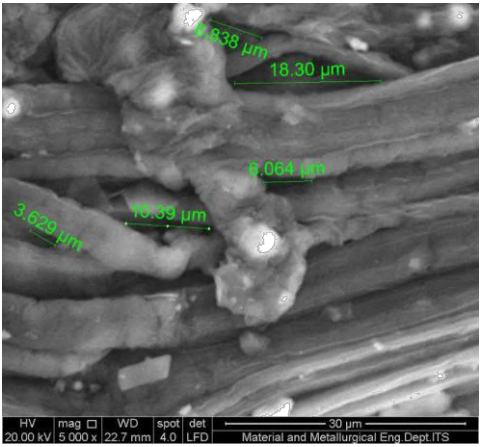
Dari **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa pada konsentrasi 2%, 4% dan 6% dengan menggunakan pengadukan memiliki hasil ukuran pori secara berurutan sebesar 8,645µm ; 18,30 µm dan 8,552 µm. Namun, dengan perlakuan tanpa pengadukan hasil ukuran pori pada konsentrasi 2%, 4%, 6% secara berurutan sebesar 8,66,205 µm; 7,026µm dan7,857 µm.



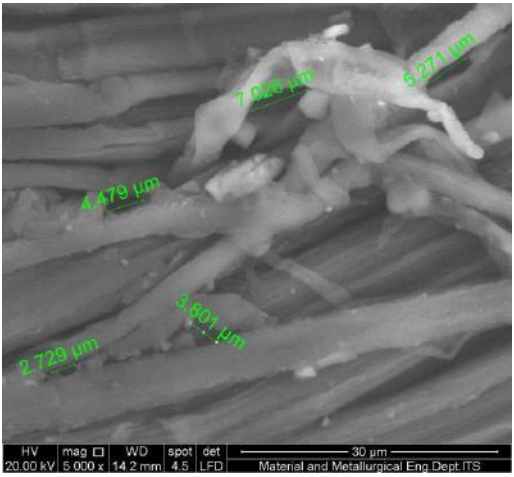
Gambar 4.1 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) konsentrasi NaOH 2% dengan Perlakuan Pengadukan



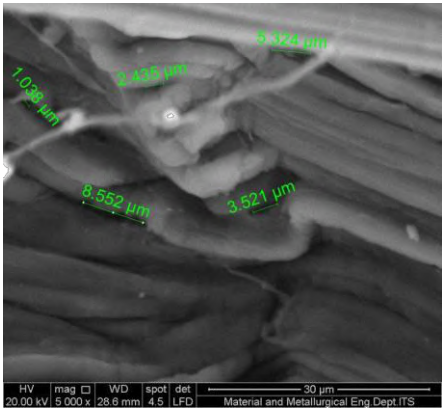
Gambar 4.2 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) konsentrasi NaOH 2% dengan Perlakuan Tanpa Pengadukan



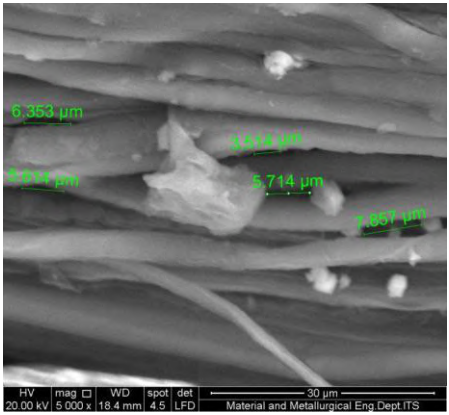
Gambar 4.3 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) konsentrasi NaOH 4% dengan Perlakuan Pengadukan



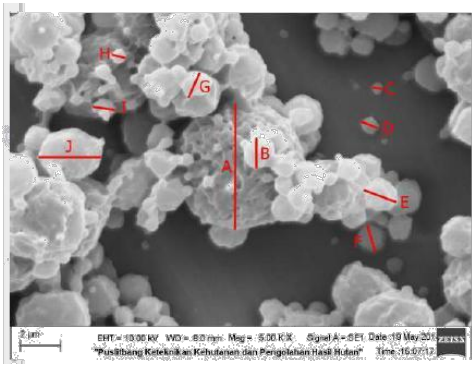
Gambar 4.4 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) konsentrasi NaOH 4% dengan Perlakuan Tanpa Pengadukan



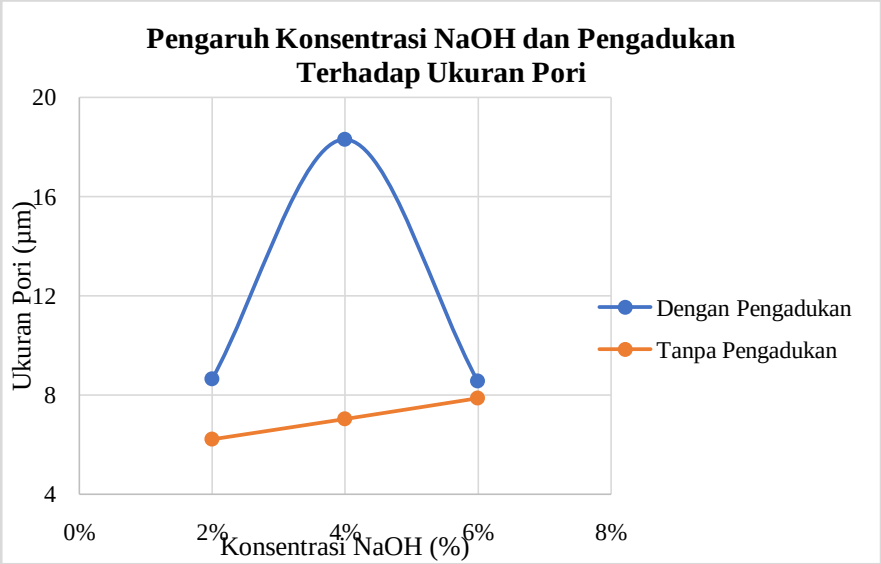
Gambar 4.5 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) konsentrasi NaOH 6% dengan Perlakuan Pengadukan



Gambar 4.6 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) konsentrasi NaOH 6% dengan Perlakuan Tanpa Pengadukan



Gambar 4.7 Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) Serat Kapas



Grafik 4.1 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Pengadukan Terhadap Hasil Ukuran Pori Serat Daun Nanas Menggunakan SEM

Dari **Grafik 4.1** menunjukkan bahwa metode pengadukan memiliki pengaruh terhadap hasil pori serat daun nanas. Dimana pada saat tanpa pengadukan ukuran pori yang dihasilkan lebih kecil bandingkan dengan ukuran pori bila menggunakan metode pengadukan. Hasil ukuran pori paling optimum yaitu pada konsentrasi 4% dengan perlakuan pengadukan dengan nilai 18,30µm. Menurut Aisyah (2010), hal tersebut disebabkan karena proses pengadukan bertujuan untuk mencapai kestimbangan adsoprsi, jika cairan yang berisi adsorben diam, maka difusi adsorbat melalui permukaan adsroben akan lambat. Jika dibandingkan dengan serat kapas pada **Gambar 4.7** ukuran pori dari serat daun nanas lebih lebar dibandingkan serat kapas dengan lebar pori untuk serat daun nanas sebesar 18,30µm dan serat kapas sebesar 5,702µm.

Karena hasil ukuran pori paling optimum pada konsentrasi 4% dengan perlakuan pengadukan maka daya serap paling optimum yaitu pada konsentrasi 4% dengan perlakuan pengadukan pula. Karena semakin besar pori maka luas permukaannya semakin bertambah dan bertambahnya luas permukaan ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan adsorpsi *(Fitri, 2015)*.

4.3 Analisis Pengaruh Konsentrasi dan pengadukan terhadap Kadar Lignin dengan Menggunakan Uji Kadar Lignin Klason

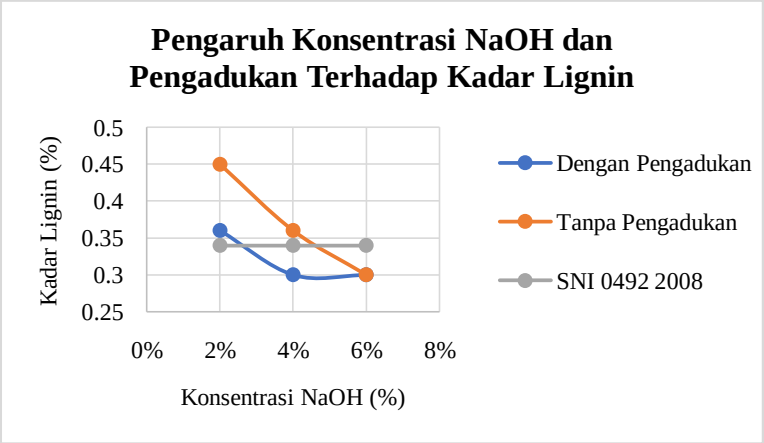
Uji kadar lignin dilakukan untuk mengetahui kadar lignin yang terdapat pada serat daun nanas sebelum proses delignifikasi dan sesudah proses delignifikasi sehingga dapat diketahui penurunan kadar lignin pada serat daun nanas pada setiap konsentrasi larutan yang ditentukan. Serat daun nanas akan diuji kadar lignin menggunakan metode Klason.

Pada metode Klason, contoh serat daun nanas ditimbang terlebih dahulu sebanyak 1 gram kemudian diletakkan dalam *beaker glass* dan menambahkan 15 ml H_2SO_4 72% yang ditambahkan secara perlahan dengan pengadukan selama 2 sampai 3 menit. Setelah terdispersi sempurna, wadah perendaman ditutup serta melakukan perendaman selama 2 jam dan dilakukan pengadukan sesekali selama proses perendaman berlangsung. Lalu contoh serat daun nanas dipindahkan dan ditambahkan aquades sebanyak 300 ml kedalam erlenmeyer 1000 ml. Menambahkan lagi aquades sebanyak 575 ml sehingga konsentrasi H_2SO_4 menjadi 3%. Kemudian larutan dipanaskan dalam erlenmeyer sampai mendidih lalu dilanjutkan pemanasan selama 4 jam dengan api kecil. Kemudian didinginkan dan didiamkan sampai endapan lignin mengendap sempurna. Lalu larutan disaring dan endapan dipndahkan kedalam cawan yang dilapisi kertas saring. Kemudian endapan lignin dicuci sampai bebas asam maupun basa dengan air panas. Lalu kertas saring dikeringkan dengan endapan lignin pada oven dengan temperatur 105℃ lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang smapai berat konstan.

Tabel 4.2 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Pengadukan Terhadap Hasil Kadar Lignin Serat Daun Nanas Menggunakan Metode Klason

Konsentrasi NaOH (%)	**Kadar Lignin (%)**		**SNI 0492 – 2008 (%)**
	Dengan Pengadukan	**Tanpa Pengadukan**	
2%	0,36	0,45	0,34

4%	0,3	0,36	
6%	0,3	0,3	



Grafik 4.2 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Pengadukan Terhadap Hasil Kadar Lignin Serat Daun Nanas Menggunakan Metode Klason

Dari **Grafik 4.2** menunjukkan bahwa metode pengadukan memiliki pengaruh terhadap hasil kadar lignin serat daun nanas. Dimana pada saat tanpa pengadukan kadar lignin yang terkandung pada serat setelah delignifikasi lebih besar dibandingkan dengan kadar lignin pada serat daun nanas menggunakan metode pengadukan. Hasil kadar lignin paling optimum yaitu pada konsentrasi 4% dengan perlakuan pengadukan dengan nilai 0,3%. Menurut Sumada, Tamara, & Fiqih (2011) dalam Permatasari, et.al (2014), hal ini terjadi karena kadar lignin di dalam bahan berlignoselulosa. Delignifikasi akan membuka struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi lebih mudah diakses. Proses delignifikasi

akan melarutkan kandungan lignin di dalam bahan sehingga mempermudah proses pemisahan lignin dengan serat.

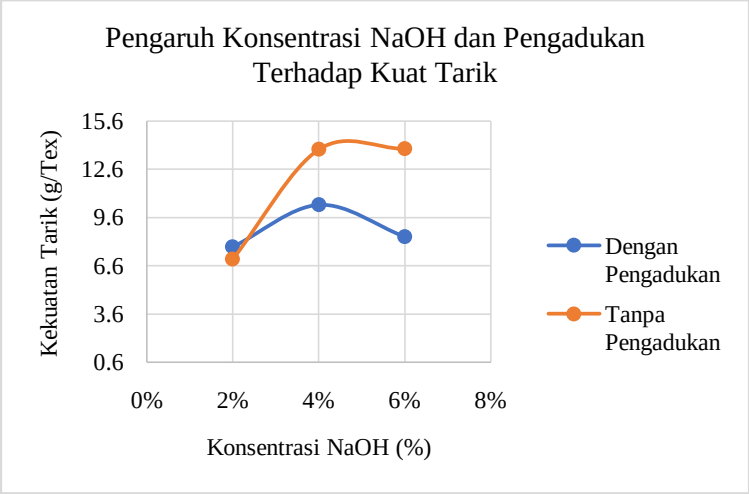
4.4 Analisis Pengaruh Konsentrasi dan Pengadukan Terhadap Kekuatan Tarik dengan Menggunakan Alat Testometric

Uji kekuatan tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan serat daun nanas setelah proses delignifikasi. Serat daun nanas akan diuji kekuatan tarik sesuai dengan SNI 08-1112-1989 menggunakan alat Testometric. Prinsip kerja alat Testometric sebagai alat uji kekuatan tarik adalah memberikan gaya tarik pada spesimen uji sampai putus. Nantinya, parameter pada alat testometric akan menunjukkan nilai atau data maksimal kekuatan pada spesimen.

Pada uji kekutan tarik sesuai SNI 08-1112-1989 ini serat daun nanas yang akan diuji disiapkan kemudian alat Testometric akan disetel (dikalibrasi) sesuai dengan data-data yang akan diambil. Setelah alat Testometric terkalibrasi maka serat daun nanas dapat dipasang pada alat, kemudian alat dapat langsung dijalankan hingga serat daun nanas terputus dari matriks dengan kecepatan penarikan 15 mm/menit. Kemudian menyimpan data-data hasil pembacaan alat uji pada komputer yang tekoneksi pada alat.

Tabel 4.3 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Pengadukan Terhadap Hasil Kekuatan Tarik Serat Daun Nanas Menggunakan Alat Testometric

Konsentrasi NaOH (%)	Kekuatan Tarik (g/Tex)	
	Dengan Pengadukan	Tanpa Pengadukan
2%	7,78	6,99
4%	10,38	13,85
6%	8,4	13,88



Grafik 4.3 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Pengadukan Terhadap Kuat Tarik Serat Daun Nanas Menggunakan Alat Testometric

Dari **Grafik 4.3** menunjukkan bahwa metode pengadukan memiliki pengaruh terhadap hasil kekuatan tarik serat daun nanas. Dimana hasil optimum didapatkan pada serat daun nanas dengan perlakuan tanpa pengadukan pada konsentrasi

NaOH 6% dengan nilai 13,88 g/Tex. Sedangkan yang terendah pada konsentrasi NaOH 2% dengan perlakuan tanpa pengadukan sebesar 6,97%.Kekuatan ini dipengaruhi oleh penambahan persentase delignifikasi dengan NaOH sampai batas optimum yaitu 4% NaOH yang dapat meningkatkan kekuatan tarik. Serat daun nanas yang diberi perlakuan 4% NaOH, kekuatannya masih lebih tinggi dibandingkan dengan serat daun nanas dengan konsentrasi 2% dan 6%.

Pada serat daun nanas dengan konsentrasi NaOH 2% ikatan antara serat dan resin menjadi tidak sempurna karena terhalang oleh adanya lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat, sehingga ketika diuji tarik kegagalan didominasi oleh lepasnya ikatan antara serat dengan matrik yang diakibatkan oleh tegangan geser di permukaan serat yang disebut dengan istilah ”*fiber pull out*”. Pada kondisi kegagalan ini, matrik dan serat sebenarnya masih mampu menahan beban dan meregang yang lebih besar, tetapi karena ikatan antara serat dan matrik gagal, maka komposit pun mengalami kegagalan lebih awal. Besarnya regangan dan tegangan ketika gagal juga menjadi lebih rendah.

Pada komposit yang diperkuat serat dengan perlakuan delignifikasi dengan menggunakan konsentrasi NaOH 6% dengan perlakuan pengadukan memiliki kekuatan tarik 8,4 g/Tex, terrnyata kekuatan tariknya menurun dibandingkan konsentrasi NaOH 4% dengan perlakuan pengadukan. Hal ini disebabkan pada konsentrasi NaOH 6% dengan perlakuan pengadukan hemiselulosa, lignin dan pektin hilang sama sekali maka kekuatan serat alam akan menurun karena kumpulan *microfibril* penyusun serat yang disatukan oleh lignin dan pektin akan terpisah, sehingga serat hanya berupa serat-serat

halus yang terpisah satu sama lain. Besarnya tegangan dan regangan yang mampu ditahan menjadi menurun.

Oleh sebab itu, peningkatan kekuatan antar muka akan optimum pada penambahan larutan NaOH konsentrasi tertentu, pada penelitian ini yaitu sebesar 4% NaOH. Pada serat yang diberi perlakuan delignifikasi dengan konsentrasi NaOH 2% dan 6% ternyata memiliki kekuatan tarik yang tidak terlalu besar perbedaannya yaitu masingmasing sebesar 7,78 g/Tex dan 8,4 g/Tex. Hal ini bisa terjadi karena adanya kadar void yang hampir sama pada masingmasing spesimen.

BAB V

NERACA MASSA

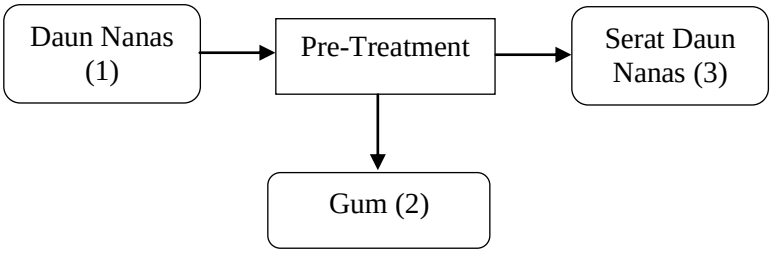
BAB V
NERACA MASSA

Kapasitas : 631,2 kg daun nanas/hari
Operasi : 300 hari/tahun, 24 jam/hari
Satuan Massa : kg
Basis Waktu : 1 hari

Komposisi	Kadar (%)
Alpha Selulosa	69,5
Pentosan	17
Lignin	4,4
Pektin	1
Lemak dan Wax	3
Abu	0,7
Zat Lain (As. Organik)	4,4
Total	100%

5.1 Neraca Massa Pada Proses Pre-Treatment

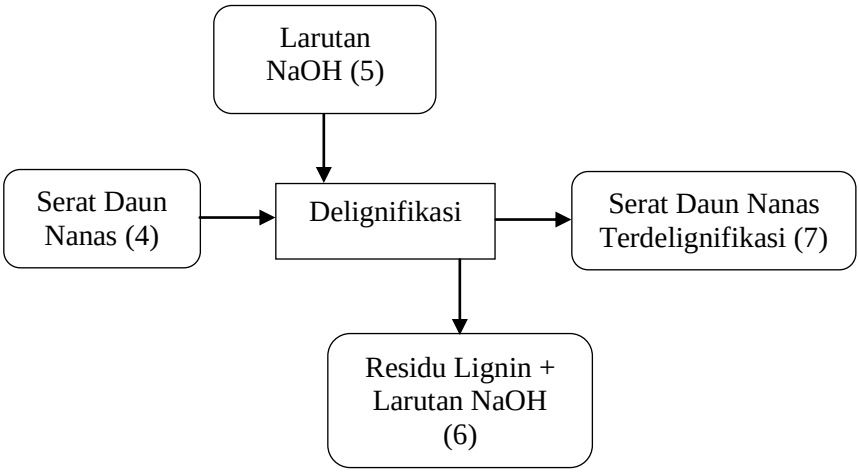
Fungsi : Menghilangkan daging dan kulit daun nanas sehingga didapatkan serat daun nanas



Massa Masuk (kg)		Massa Keluar (kg)	
Aliran 1		**Aliran 2**	
Daun Nanas	631,2	Gum	611,2
		Aliran 3	
		Serat Daun Nanas	20
Total	631,2	Total	631,2

5.2 Neraca Massa Pada Proses Delignifikasi

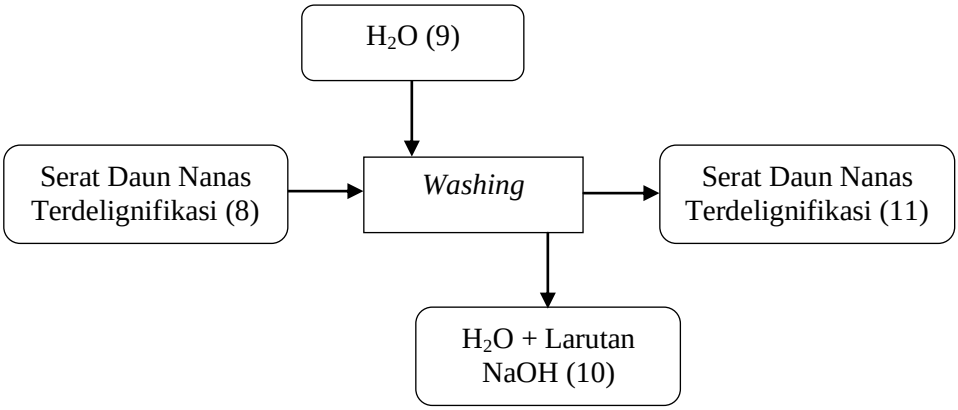
Fungsi : Mengurangi kadar lignin pada serat daun nanas



Massa Masuk (kg)		Massa Keluar (kg)	
Aliran 4		**Aliran 6**	
Alpha Selulosa	438,684	Larutan NaOH sisa	196,366
Pentosan	107,304	Lignin	25,879
Lignin	27,772	**Aliran 7**	
Pektin	6,312	Alpha Selulosa	438,684
Lemak dan Wax	18,936	Pentosan	107,304
Abu	4,418	Lignin	1,893
Zat Lain (As. Organik)	27,772	Pektin	6,312
Aliran 5		Lemak dan Wax	18,936
Larutan NaOH 4%	327,277	Abu	4,418
		Zat Lain (As. Organik)	27,772
		Larutan NaOH sisa	130,910
Total	**958,477**	**Total**	**958,477**

5.3 Neraca Massa Pada Proses *Washing*

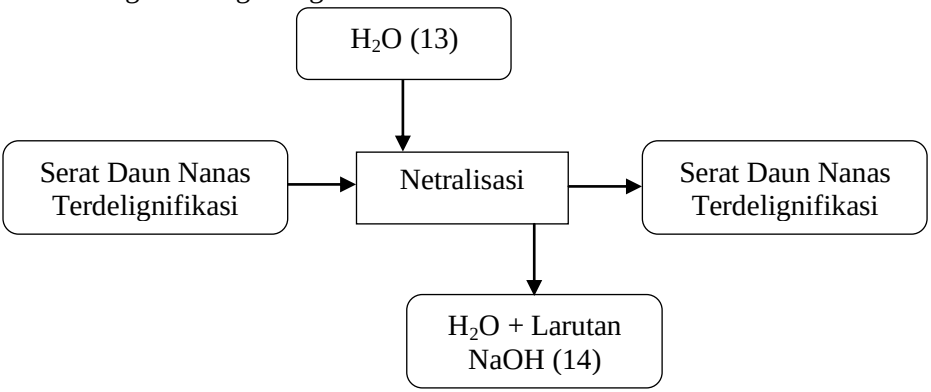
Fungsi : Membersihkan kotoran daun pada serat daun nanas terdelignifikasi dengan cara mencuci menggunakan H_2O



Massa Masuk (kg)		**Massa Keluar (kg)**	
Aliran 8		**Aliran 10**	
Alpha Selulosa	438,684	H_2O	314,653
Pentosan	107,304	NaOH terlarut	0,126
Lignin	1,893	**Aliran 11**	
Pektin	6,312	Alpha Selulosa	438,684
Lemak dan Wax	18,936	Pentosan	107,304
Abu	4,418	Lignin	1,893
Zat Lain (As. Organik)	27,772	Pektin	6,312
Larutan NaOH sisa	130,910	Lemak dan Wax	18,936
Aliran 9		Abu	4,418
H_2O	314,653	Zat Lain (As. Organik)	27,772
		Larutan NaOH sisa	130,784
Total	1050,885	Total	1050,885

5.4 Neraca Massa Pada Proses Netralisasi

Fungsi : Menghilangkan sisa NaOH dalam serat daun nanas



Massa Masuk (kg)		**Massa Keluar (kg)**	
Aliran 12		**Aliran 14**	
Alpha Selulosa	438,684	H_2O	314,653
Pentosan	107,304	Larutan NaOH sisa	130,784
Lignin	1,893	**Aliran 15**	
Pektin	6,312	Alpha Selulosa	438,684
Lemak dan Wax	18,936	Pentosan	107,304
Abu	4,418	Lignin	1,893
Zat Lain (As. Organik)	27,772	Pektin	6,312
Larutan NaOH sisa	130,784	Lemak dan Wax	18,936
Aliran 13		Abu	4,418
H_2O	314,653	Zat Lain (As. Organik)	27,772
Total	1050,759	Total	1050,759

BAB VI

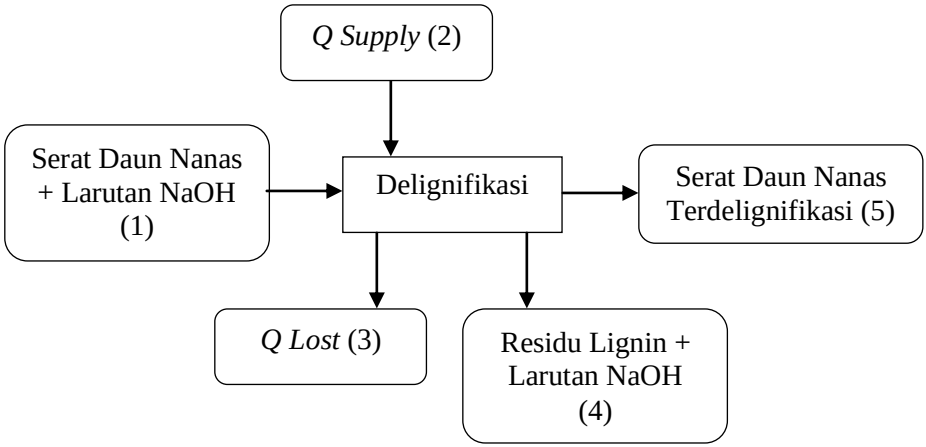
NERACA PANAS

BAB VI
NERACA PANAS

Kapasitas : 631,2 kg daun nanas/hari
Operasi : 300 hari/tahun, 24 jam/hari
Satuan : kkal
Basis waktu : 1 hari
Suhu referensi : 25°C

6.1 Neraca Panas Pada Proses Delignifikasi

Suhu Operasi = 80°C
Fungsi : Mengurangi kadar lignin pada serat daun nanas



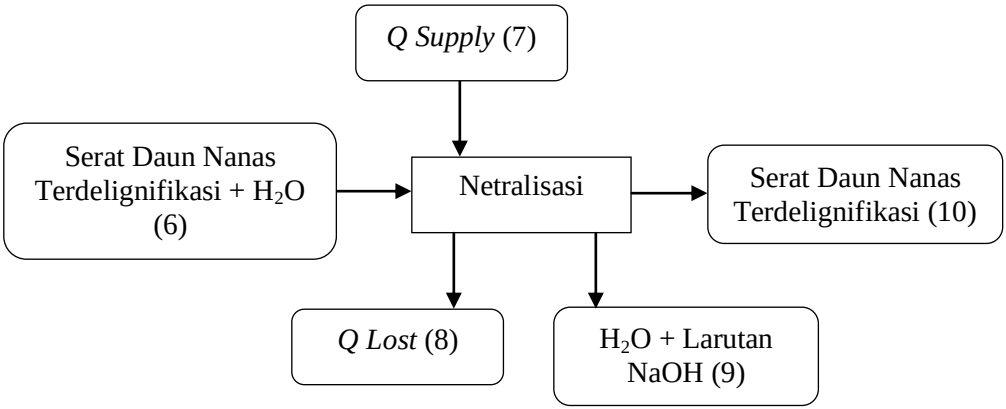
Neraca Panas Total Proses Delignifikasi

Kalor Masuk		**Kalor Keluar**	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 1		**Aliran 3**	
Serat Daun Nanas	1007,016	*Q lost*	2185,081
		Aliran 4	
Larutan NaOH	1505,475	Lignin	441,240
		Larutan NaOH	9936,136
Aliran 2		**Aliran 5**	
Q Supply	11619,060	Serat Daun Nanas	966,903
		Larutan NaOH sisa	602,19
Total	14131,552	Total	14131,552

6.2 Neraca Panas Pada Proses Netralisasi

Suhu Operasi = 100°C

Fungsi : Menghilangkan sisa NaOH dalam serat daun nanas



Neraca Panas Total Proses Netralisasi

Kalor Masuk		**Kalor Keluar**	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 6		**Aliran 8**	
Serat Daun Nanas	966,903	*Q lost*	673,554
H_2O	601,609	**Aliran 9**	
Larutan NaOH sisa	1557,533	H_2O	2336,300
Aliran 7		NaOH sisa	9024,140
Q Supply	13471,089	**Aliran 10**	
		Serat Daun Nanas	966,903
Total	16597,136	Total	16597,136

BAB VII
ESTIMASI BIAYA

BAB VII
ESTIMASI BIAYA

7.1 Estimasi Biaya

Produksi serat tekstil di-*scale up* pada skala industry dengan kapasitas produksi sebesar 20 kg/sehari. Dengan rincian sebagai berikut :

- Massa serat tekstil daun nanas untuk 1 ikat yaitu 1 kg.
- Untuk menghasilkan serat tekstil daun nanas 20 kg per hari dibutuhkan bahan baku (daun nanas) basah sebesar 631.200 gram atau 631,2 kg.

Jadi, daun nanas yang dibutuhkan setiap harinya yaitu 631,2 kg dan setiap tahunnya sebesar 7574,4 kg.

7.1.1 Peralatan (*Equipment*)

Peralatan merupakan salah satu penunjang di dalam proses industri. 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 (Rp/Bulan)
1.	Timbangan Gantung Digital	2	700.000	6	233.333,33
2.	Timbangan Duduk	1	1500.000	12	125.000

3.	*Mixing Tank Electric*	2	10.000.000	12	1.666.666,67
4.	Dekortikator	1	5.000.000	12	416.666,67
Total					2.441.666,67

7.1.2 Biaya Kebutuhan Bahan Baku

Bahan baku merupakan komponen penting dalam berjalannya suatu proses di industri. Oleh karena itu, perhitungan mengenai biaya bahan baku dilakukan untuk memperoleh analisa ekonomi yang baik. Berikut merupakan beberapa kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi :

Tabel 7.2 Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi per Produk

No	Keterangan	Kuantitas	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	NaOH	4 kg	30.000	120.000
2.	*Packaging*	1 buah	5.000	5.000
Total				125.000

7.1.3 Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan dalam proses industri ini yaitu:

- Air yang digunakan untuk air proses *degumming*, pengawetan dan pencucian.
- Listrik yang digunakan sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses serta penerangan.

Tabel 7.3 Biaya Utilitas per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Air	75 m^3	6.000	450.000
2.	Listrik	300 kWh	1.500	800.000
Total				1.250.000

7.1.4 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	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Gaji karyawan	8 orang	2000.000	16.000.000
2.	Sewa bangunan	-	5.000.000	5.000.000
3.	*Maintenance* peralatan	-	500.000	500.000
Total				21.500.000

7.2 *Fixed Cost* (FC)

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

1.	Investasi Alat	Rp 2.441.666,67
2.	Utilitas	Rp 1.250.000
3.	Lain-lain	Rp 21.500.000
		Rp 25.191.666,67

7.3 *Variable Cost* (VC)

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

1. Biaya Variabel per Produksi = 125.000
2. Biaya Variabel selama 1 Bulan = 125.000 x 600
   = Rp 75.000.000

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

TC = FC + VC
TC = 25.191.666,67 + 75.000.000
TC = Rp 100.191.666,67

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 $= \dfrac{100.191.666,67}{600 \text{ Unit}}$

HPP = Rp 166.986,11

2. Harga Jual

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

Harga Jual $= \dfrac{166.986,11}{(1 - 0.35)}$

Harga Jual = Rp 225.431,25

3. Laba = Harga Jual – HPP
   = Rp 225.431,25– Rp 166.986,11
   = Rp 58.445,14

4. Hasil Penjualan per Bulan
   Hasil Penjualan/Bulan = Harga Jual x Jumlah Produk/Bulan
   Hasil Penjualan/Bulan = Rp 225.431,25x 600
   Hasil Penjualan/Bulan = Rp 135.258.750,-

5. Laba per Bulan
   Laba/Bulan = Laba x Jumlah Produk/Bulan
   Laba/Bulan = Rp 58.445,14 x 600
   Laba/Bulan = Rp 35.067.083,33

6. Laba per Tahun
   Laba/Tahun = Laba/Bulan x 12
   Laba/Tahun = Rp 35.067.083,33 x 12

Laba/Tahun = Rp 420.805.000

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. BEP ini digunakan untuk menganalisa proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa yang yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal.

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

a) Metode Perhitungan (Aljabar)

- Menentukan BEP dalam jumlah unit produk

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

$$BEP = \frac{\text{Rp } 41.108.333,33}{\text{Rp } 261.243,75 - \text{Rp } 125.000}$$

$$BEP = 250,83 \text{ unit}$$

Artinya, perusahaan perlu menjual 250,83 unit ikat untuk tercapainya titik impas antara total penjualan sama dengan total biaya produksi. Pada penjualan ke-250,83 unit (ikat), maka perusahaan tersebut akan mulai memperoleh laba.

- Menentukan BEP dalam jumlah unit rupiah

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

$$BEP = \frac{\text{Rp } 251.191.666,67}{1 - (\text{Rp } 75.000.000 / \text{Rp } 225.431,25)}$$

$$BEP = \text{Rp } 56.546.034,29$$

Artinya, perusahaan perlu mendapatkan omset penjualan produk serat tekstil daun nanas senilai Rp 56.546.034,29 agar terjadi BEP dan perusahaan akan memperoleh keuntungan jika mendapatkan omset sebesar Rp 56.546.034,29

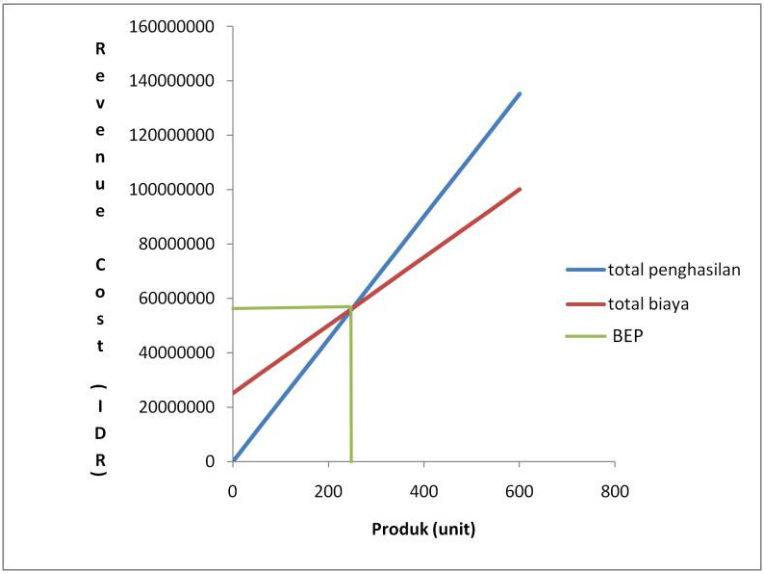
b) Metode Grafik

Pada penentuan BEP dengan metode grafik dapat diketahui dari perpotongan antara garis *total cost* dan total penghasilan selang waktu tertentu.

Tabel 7.5 Perhitungan Biaya Penjualan

Ikat	**Total Penghasilan (Rp)**	***Fixed Cost* (Rp)**	***Variable Cost* (Rp)**	**Total Biaya (Rp)**
0	-	41.108.333,33	0	25.191.666.67
60	13.525.875	25.191.666.67	7.500.000	32.691.666.67
120	27.051.750	25.191.666.67	15.000.000	40.191.666.67
180	40.577.625	25.191.666.67	22.500.000	47.691.666.67
240	54.103.500	25.191.666.67	30.000.000	55.191.666.67
300	67.629.375	25.191.666.67	37.500.000	62.691.666.67
360	81.155.250	25.191.666.67	45.000.000	70.191.666.67
420	94.681.125	25.191.666.67	52.500.000	77.691.666.67
480	108.207.000	25.191.666.67	60.000.000	85.191.666.67
540	121.732.875	25.191.666.67	67.500.000	92.691.666.67
600	13.5258.750	25.191.666.67	75.000.000	100.191.666.67

Dari **Tabel 7.5,** 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-250,83 unit dengan BEP rupiah yang didapatkan sebesar Rp 56.546.034,29.

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VIII
KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada metode delignifikasi yang menggunakan perlakuan dengan pengadukan pada hasil pori menggunakan uji SEM *(Scanning Electron Microscope)* yang memiliki hasil terbaik untuk menghasilkan ukuran pori terbesar pada konsenrasi serat daun nanas dengan dengan konsentrasi NaOH 4% dengan besar pori yaitu 18,30µm. Untuk kadar lignin yang memiliki hasil terbaik yang sesuai tekstur untuk serat tekstil yaitu dengan menggunakan konsentrasi NaOH 4% dengan hasil 0,3% kadar lignin. Sedangakan kekuaran tarik yang memiliki hasil terbaik yaitu dengan menggunakan konsentrasi NaOH 4% dengan hasil kuat tarik 10,38 g/Tex.
2. Pada metode delignifikasi yang menggunakan perlakuan tanpa pengadukan pada hasil pori menggunakan uji SEM *(Scanning Electron Microscope)* yang memiliki hasil terbaik untuk menghasilkan ukuran pori terbesar pada konsenrasi serat daun nanas dengan dengan konsentrasi NaOH 6% dengan besar pori yaitu 7,857 µm. Untuk kadar lignin yang memiliki hasil terbaik yang sesuai tekstur untuk serat tekstil yaitu dengan menggunakan konsentrasi NaOH 6% dengan hasil 0,3% kadar lignin. Sedangakan kekuaran tarik yang memiliki hasil terbaik yaitu dengan menggunakan konsentrasi NaOH 6% dengan hasil kuat tarik 13,88 g/Tex.

8.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa saran untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Produk serat daun nanas yang dihasilkan memiliki kelemahan dari segi bentuk yang masih perlu dilakukan treatment selanjutnya agar tidak terlilit
2. Perlu dilakukan kajian mengenai alat untuk untuk mengekstrak serat daun nanas dari daunnya agar lebih cepat dan effisien.

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
Cp	Heat Capacity	kkal/kg.℃
Massa	Berat	kg
T	Suhu	℃
Tref	Suhu Referensi	℃
ρ	Densitas	gr/cm^3
Q	Kalor	kkal
Volume	Volume	ml
BM	Berat Molekul	kg/kmol
t	Waktu	menit
ΔE	Nilai Kontribusi Elemen Atom	kJ/kmol.K

DAFTAR PUSTAKA

Agustini, Luciasih et.al. (2015). *Pengaruh Perlakuan Delignifikasi Terhadap Hidrolisis Selulosa dan Produksi Etanol Dari Limbah Berlignoselulosa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi: Bogor.

Akhmadi, SS. (1990). *Kimia Kayu*. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Arsyad M, Natsir. (2001). *Kamus Kimia: Arti dan Penjelasan Istilah*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.

Bogadenta, A. (2012). *Antisipasi Gejala Penuaan Dini Dengan Kesaktian Ramuan Herbal*. Buku Biru: Yogyakarta.

Chasanah, Mufidatun Nur. (2005). *Pemanfaatan Serat Bambu Dalam Perancangan Struktur Tekstil Interior*. Fakultas Sastra dan Seni Rupa Universitas Sebelas Maret: Surakarta.

Daintith, John. (2005). *Kamus Lengkap Kimia*. Erlangga: Jakarta.

Doraiswarmy *et al.* (1993). *Pineapple Leaf Fibres*. Textile Progress Vol. 24 Number 1: Textile Institute.

Falah, Faizatul. (2012). *Pemanfaatan Limbah Lignin Dari Proses Pembuatan Bioetanol Dari TKKS Sebaga Bahan Aditif Pada Mortar.* Universitas Indonesia: Depok.

Hadiati, S., dan S. Yulianti. (2012). *Evaluasi Nenas Hibrida Hasil Persilangan Antara Cayenne, Queen, A. Bracteatus dan Merah*. Agrin. 16(2): 149

Hidayat, Pratikno. (2008). *Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Bahan Baku Tesktil*. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.

Irianto, K. (2007). *Menguak Dunia Mikroorganisme*. CV Yrama Widya. Bandung.

Jumaeri, Okim Djamhir, Wagimin. (1974). *Textile Design*. Institut

Teknologi Tekstil: Bandung.
Kirby. (1963). *Vegetable Fibres*. Leonard Hill: London.
Nofriadi, Edo. (2009). *Keragaman Nilai Lignin Terlarut Asam (Acid Soluble Lignin) Dalam Kayu Reaksi Pinus merkusii Jungh et de Vriese dan Gnetum gnemon Linn.* Institut Pertanian Bogor: Bogor.
Permatasari, et.al. (2014). *Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 dan NaOH Terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu (Ggigantochloa Apus)*. *Program Studi Pendidikan Kimia FKIP.* Universitas Sriwijaya: Palembang.
Santoso, A., S. Ruhendi, Y. S. Hadi, & S. S. Achmadi. (2004). *Sintesis Dan Karakterisasi Resin Lignin Resorsinol Formaldehida Sebagai Perekat Kayu Lamina*. Majalah IPTEK-ITS: Surabaya.
Sarwono, Jonatahan. (2010). *Pengertian Dasar Structural Equation Modeling (SEM)*. Jurnal Ilmiah Menejemen Bisnis.
Setiawan, Y. dan E.C.C. Ruhyat. (2001). *Pemanfaatan Lindi Hitam (Black Liquor) Industri Kertas Sembahyang (Joss Paper) untuk Pembuatan Dispersan*. Departemen Perindustrian RI, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa: Bandung.
Sjostrom, E. (1995). *Kimia Kayu: Dasar-Dasar dan Penggunaannya Edisi 2*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta
Soeprijono P. (1974). *Serat-Serat Tekstil*. ITT Bandung: Bandung.
Sun Y., and J. Cheng. (2002). *Hydrolysis Of Lignocellulosic Materials For Ethanol Production: A Review*, 83, 1-11.
Thorn, R.G., C. A. Reddy, D. Harris, & E.A. Paul. (1996). *Isolation of saprophytic Basidiomycetes from soil.* Applied and Environmental Microbiolgy 62 (11): 4288-4292.

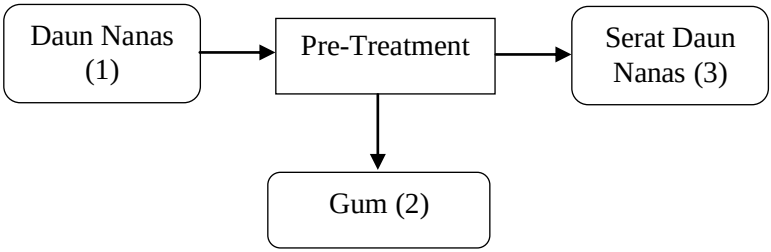
Watanabe S., N. Sugiarto.H. (2003). *Teknologi Tekstil*. PT. Pradnya Paramita: Jakarta.

APPENDIX A
NERACA MASSA

Kapasitas : 631,2 kg daun nanas/hari
Operasi : 300 hari/tahun, 24 jam/hari
Satuan Massa : kg
Basis Waktu : 1 hari

A.1 Neraca Massa Pada Proses Pre-Treatment

Fungsi : Menghilangkan daging dan kulit daun nanas sehingga didapatkan serat daun nanas



Aliran 1 (Daun Nanas)

Komposisi	%Berat	M_1 (kg)
Daun Nanas	100	631,2
Total	100%	631,2

Aliran 2 (Gum)

Komposisi	%Berat	M_1 (kg)
Gum	100	611,2
Total	100%	611,2

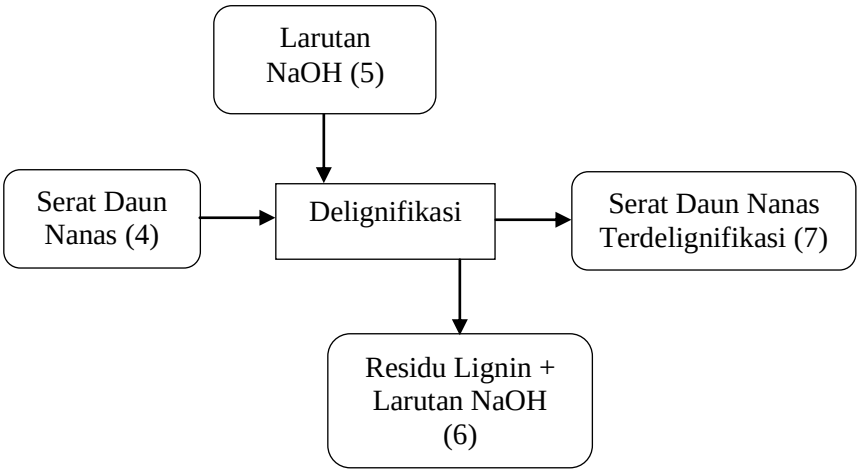
Aliran 3 (Serat Daun Nanas)

Komposisi	%Berat	M_1 (kg)
Serat Daun Nanas	100	20
Total	100%	20

Massa Masuk (kg)		Massa Keluar (kg)	
Aliran 1		**Aliran 2**	
Daun Nanas	631,2	Gum	611,2
		Aliran 3	
		Serat Daun Nanas	20
Total	631,2	Total	631,2

A.2 Neraca Massa Pada Proses Delignifikasi

Fungsi : Mengurangi kadar lignin pada serat daun nanas



Aliran 4 (Serat Daun Nanas)

Komposisi	%Berat	M_1 (kg)
Alpha Selulosa	69,5	438,684
Pentosan	17	107,304
Lignin	4,4	27,772
Pektin	1	6,312
Lemak dan Wax	3	18,936
Abu	0,7	4,418
Zat Lain (As. Organik)	4,4	27,772
Total	100%	631,2

Aliran 5 (Larutan NaOH)

Larutan NaOH 4% (m/v)

V larutan NaOH 4% = 500 ml

$$\% = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

$$4\% = \frac{x}{500 \text{ ml}}$$

$$0{,}04 = \frac{x}{500 \text{ ml}}$$

Massa NaOH = 20 gram NaOH

ρ H_2O (25°C) = 997,07 kg/m^3

= 0,997 gr/cm^3

$$\rho \ H_2O = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

Massa H_2O = ρ H_2O x V H_2O

= 0,997 gr/cm^3 x 500 ml

= 498,5 gram

Massa Larutan NaOH 4% = Massa H_2O + Massa NaOH

= 498,5 gram + 20 gram

= 518,5 gram

= 0,518 kg

Komposisi	%Berat	M1 (kg)
Larutan NaOH	100	327,277
Total	100%	327,277

Aliran 6 (Residu Lignin dalam Larutan NaOH)

Larutan NaOH 4% sisa (m/v)

V larutan NaOH sisa = 300 ml

$\% = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$

$4\% = \frac{x}{300 \text{ ml}}$

$0{,}04 = \frac{x}{300 \text{ ml}}$

Massa NaOH = 12 gram NaOH

$\rho\ H_2O$ (25°C) = 997,07 kg/m^3

= 0,997 gr/cm^3

$\rho\ H_2O = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$

Massa H_2O = $\rho\ H_2O$ x V H_2O

= 0,997 gr/cm^3 x 300 ml

= 299,1 gram

Massa Larutan NaOH 4% = Massa H_2O + Massa NaOH

= 299,1 gram + 12 gram

= 311,1 gram

= 0,3111 kg

Komposisi	%Berat	M_1 (kg)
Larutan NaOH	95,9	196,366
Lignin	4,1	25,879
Total	100%	222,245

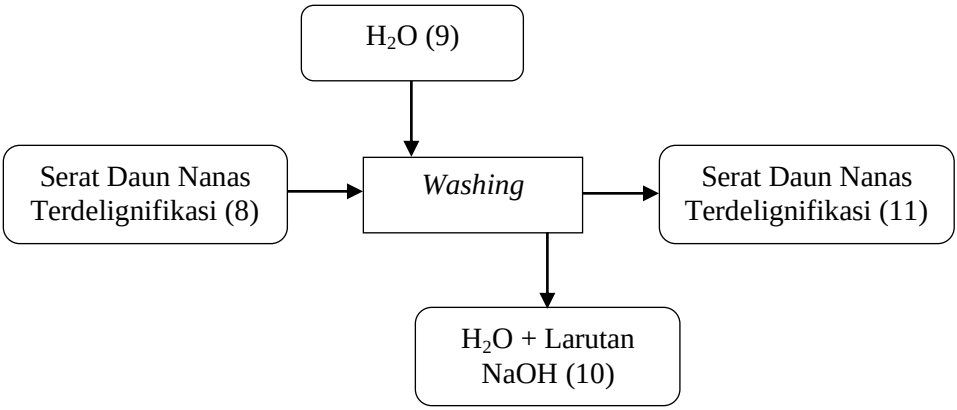
Aliran 7 (Serat Daun Nanas Terdelignifikasi)

Komposisi	%Berat	M_1 (kg)
Alpha Selulosa	69,5	438,684
Pentosan	17	107,304
Lignin	0,3	1,893
Pektin	1	6,312
Lemak dan Wax	3	18,936
Abu	0,7	4,418
Zat Lain (As. Organik)	4,4	27,772
Larutan NaOH sisa	1,4	130,910
Total	100%	736,231

Massa Masuk (kg)		Massa Keluar (kg)	
Aliran 4		**Aliran 6**	
Alpha Selulosa	438,684	Larutan NaOH sisa	196,366
Pentosan	107,304	Lignin	25,879
Lignin	27,772	**Aliran 7**	
Pektin	6,312	Alpha Selulosa	438,684
Lemak dan Wax	18,936	Pentosan	107,304
Abu	4,418	Lignin	1,893
Zat Lain (As. Organik)	27,772	Pektin	6,312
Aliran 5		Lemak dan Wax	18,936
Larutan NaOH 4%	327,277	Abu	4,418
		Zat Lain (As. Organik)	27,772
		Larutan NaOH sisa	130,910
Total	**958,477**	**Total**	**958,477**

A.3 Neraca Massa Pada Proses *Washing*

Fungsi : Membersihkan kotoran daun pada serat daun nanas terdelignifikasi dengan cara mencuci menggunakan H_2O



Aliran 8 (Serat Daun Nanas Terdelignifikasi)

Komposisi	**%Berat**	**M_1 (kg)**
Alpha Selulosa	69,5	438,684
Pentosan	17	107,304
Lignin	0,3	1,893
Pektin	1	6,312
Lemak dan Wax	3	18,936
Abu	0,7	4,418
Zat Lain (As. Organik)	4,4	27,772
Larutan NaOH sisa	1,4	130,910
Total	100%	736,231

Aliran 9 (H_2O)

Volume H_2O = 500 ml

ρ H_2O (25°C) = 997,07 kg/m^3

= 0,997 gr/cm^3

$\rho\ H_2O = \frac{massa}{volume}$

Massa H_2O = $\rho\ H_2O$ x V H_2O

= 0,997 gr/cm^3 x 500 ml

= 498,5 gram

= 0,4985 kg

Komposisi	%Berat	M_1 (kg)
H_2O	100	314,653
Total	100%	314,653

Aliran 10 (H_2O)

Volume H_2O = 500 ml

$\rho\ H_2O$ (25°C) = 997,07 kg/m^3

= 0,997 gr/cm^3

$\rho\ H_2O = \frac{massa}{volume}$

Massa H_2O = $\rho\ H_2O$ x V H_2O

= 0,997 gr/cm^3 x 500 ml

= 498,5 gram

= 0,4985 kg

NaOH terlarut dalam H_2O = 0,2 gram

= 0,0002 kg

Komposisi	%Berat	M_1 (kg)
H_2O	99	314,653
NaOH terlarut	1	0,126
Total	100%	314,779

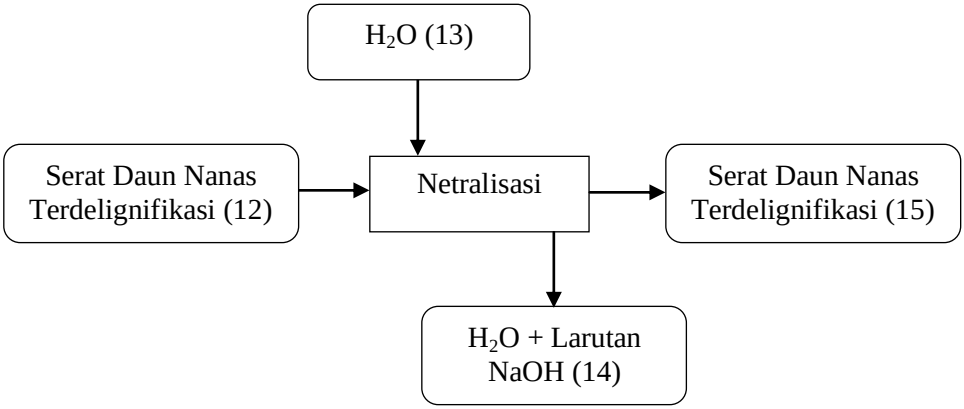
Aliran 11 (Serat Daun Nanas Terdelignifikasi)

Komposisi	%Berat	M_1 (kg)
Alpha Selulosa	69,5	438,684
Pentosan	17	107,304
Lignin	0,3	1,893
Pektin	1	6,312
Lemak dan Wax	3	18,936
Abu	0,7	4,418
Zat Lain (As. Organik)	4,4	27,772
Larutan NaOH sisa	1,4	130,784
Total	100%	736,105

Massa Masuk (kg)		Massa Keluar (kg)	
Aliran 8		**Aliran 10**	
Alpha Selulosa	438,684	H_2O	314,653
Pentosan	107,304	NaOH terlarut	0,126
Lignin	1,893	**Aliran 11**	
Pektin	6,312	Alpha Selulosa	438,684
Lemak dan Wax	18,936	Pentosan	107,304
Abu	4,418	Lignin	1,893
Zat Lain (As. Organik)	27,772	Pektin	6,312
Larutan NaOH sisa	130,910	Lemak dan Wax	18,936
Aliran 9		Abu	4,418
H_2O	314,653	Zat Lain (As. Organik)	27,772
		Larutan NaOH sisa	130,784
Total	1050,885	Total	1050,885

A.4 Neraca Massa Pada Proses Netralisasi

Fungsi : Menghilangkan sisa NaOH dalam serat daun nanas



Aliran 12 (Serat Daun Nanas Terdelignifikasi)

Komposisi	**%Berat**	**M_1 (kg)**
Alpha Selulosa	69,5	438,684
Pentosan	17	107,304
Lignin	0,3	1,893
Pektin	1	6,312
Lemak dan Wax	3	18,936
Abu	0,7	4,418
Zat Lain (As. Organik)	4,4	27,772
Larutan NaOH sisa	1,4	130,784
Total	100%	736,105

Aliran 13 (H_2O)

Massa H_2O = ρ H_2O x V H_2O

= 0,997 gr/cm^3 x 500 ml

= 498,5 gram

= 0,4985 kg

Komposisi	%Berat	M_1 (kg)
H_2O	100	314,653
Total	100%	314,653

Aliran 14 (H_2O dan sisa Larutan NaOH)

Massa H_2O = ρ H_2O x V H_2O

= 0,997 gr/cm^3 x 500 ml

= 498,5 gram

= 0,4985 kg

Komposisi	%Berat	M_1 (kg)
H_2O	70	314,653
Larutan NaOH sisa	30	130,784
Total	100%	445,437

Aliran 15 (Serat Daun Nanas Terdelignifikasi Kering)

Komposisi	%Berat	M_1 (kg)
Alpha Selulosa	69,5	438,684
Pentosan	17	107,304
Lignin	0,3	1,893
Pektin	1	6,312
Lemak dan Wax	3	18,936
Abu	0,7	4,418
Zat Lain (As. Organik)	4,4	27,772
Total	100%	605,320

Massa Masuk (kg)		Massa Keluar (kg)	
Aliran 12		**Aliran 14**	
Alpha Selulosa	438,684	H_2O	314,653
Pentosan	107,304	Larutan NaOH sisa	130,784
Lignin	1,893	**Aliran 15**	
Pektin	6,312	Alpha Selulosa	438,684
Lemak dan Wax	18,936	Pentosan	107,304
Abu	4,418	Lignin	1,893
Zat Lain (As. Organik)	27,772	Pektin	6,312
Larutan NaOH sisa	130,784	Lemak dan Wax	18,936
Aliran 13		Abu	4,418
H_2O	314,653	Zat Lain (As. Organik)	27,772
Total	1050,759	Total	1050,759

APPENDIX B
NERACA PANAS

Kapasitas : 631,2 kg daun nanas/hari
Operasi : 300 hari/tahun, 24 jam/hari
Satuan : kkal
Basis waktu : 1 hari
Suhu referensi : 25°C

Perhitungan Cp dengan menggunakan hukum Kopps. Dengan rumus:

$$Cp = \sum_{i=1}^{n} N_i \, \Delta E_i$$

Dimana:
Cp = Kapasitas panas padatan pada 298,15°C
n = Jumlah elemen atom yang berbeda pada komponen
Ni = Jumlah elemen atom i pada komponen
ΔEi = Nilai kontribusi elemen atom i pada tabel 2-393

Tabel B.1 Kontribusi Elemen Atom Untuk Estimasi Kapasitas Panas Padatan pada 298,15°C

No	Unsur	ΔE
1	C	10,89
2	H	7,56
3	O	13,42

1. Lignin $(C_{10}H_{12}O_3)_n = (C_{10}H_{12}O_3)_{85}$
   Derajat Polimerisasi Lignin = 85
   BM Lignin = 15300 kg/kmol

Komponen	ΔE	N	Dp	Total	Satuan
C	10,89	10	85	9256,5	kJ/kmol.K
H	7,56	12	85	7711,2	kJ/kmol.K
O	13,42	3	85	3422,1	kJ/kmol.K
Total				20389,8	kJ/kmol.K
				4873,279	kkal/kmol.K
				0,318	kkal/kg.℃

2. Pentosan ($C_5H_{10}O_5$)
   BM Pentosan = 150 kg/kmol

Komponen	ΔE	N	Dp	Total	Satuan
C	10,89	5	1	54,45	kJ/kmol.K
H	7,56	10	1	75,60	kJ/kmol.K
O	13,42	5	1	67,10	kJ/kmol.K
Total				197,15	kJ/kmol.K
				47,12	kkal/kmol.K
				0,314	kkal/kg.℃

3. Pektin ($C_7H_{12}O_7$)
   BM Pektin = 208 kg/kmol

Komponen	ΔE	N	Dp	Total	Satuan
C	10,89	7	1	76,23	kJ/kmol.K
H	7,56	12	1	90,72	kJ/kmol.K
O	13,42	7	1	93,94	kJ/kmol.K
Total				260,89	kJ/kmol.K
				62,354	kkal/kmol.K
				0,299	kkal/kg.℃

4. Wax ($CH_3(CH_2)_{10}COOH$)
   BM Wax = 200 kg/kmol

Komponen	ΔE	N	Dp	Total	Satuan
C	10,89	12	1	130,68	kJ/kmol.K
H	7,56	24	1	181,44	kJ/kmol.K
O	13,42	2	1	26,84	kJ/kmol.K
Total				338,96	kJ/kmol.K
				81,013	kkal/kmol.K
				0,405	kkal/kg.℃

5. Asam Organik (CH_3COOH)
   BM Asam Organik = 60 kg/kmol

Komponen	ΔE	N	Dp	Total	Satuan
C	10,89	2	1	21,78	kJ/kmol.K
H	7,56	4	1	30,24	kJ/kmol.K
O	13,42	2	1	26,84	kJ/kmol.K
Total				78,86	kJ/kmol.K
				18,848	kkal/kmol.K
				0,314	kkal/kg.℃

6. Cp Alpha Selulosa = 0,32 kkal/kg. °C
   (perry, 1997)
7. Cp Abu = 0,2 kkal/kg. °C
   (engineeringtoolbox)
8. Cp NaOH 4% = 0,92 kkal/kg.℃
   (perry, 1997)

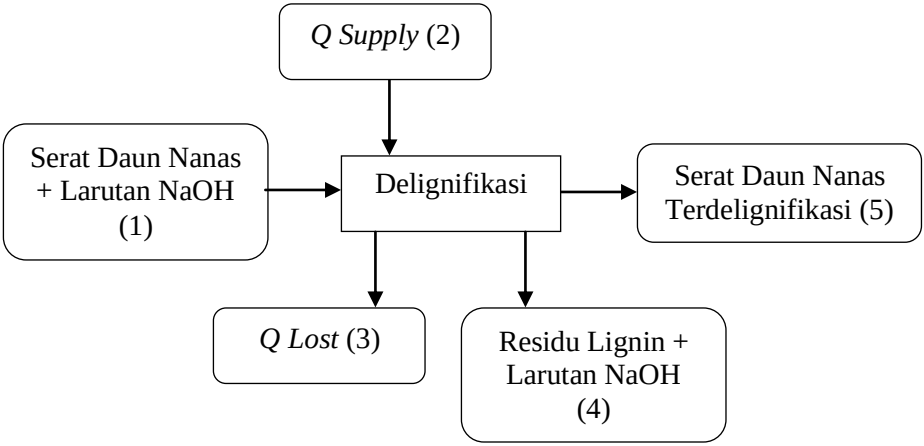
B.1 Neraca Panas Pada Proses Delignifikasi

Suhu Operasi = 80°C

Fungsi : Mengurangi kadar lignin pada serat daun nanas

Tabel B.2 Komposisi Kimia Serat Daun Nanas

Komposisi	Kadar (%)	Massa (kg)	Cp (kkal/kg.°C)
Alpha Selulosa	69,5	438,684	0,32
Pentosan	17	107,304	0,31
Lignin	4,4	27,772	0,31
Pektin	1	6,312	0,3
Lemak dan wax	3	18,936	0,41
Abu	0,7	4,418	0,2
Zat Lain (as. Organik)	4,4	27,772	0,31



Menghitung entalpi bahan masuk menggunakan rumus:

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

$T_{ref} = 25°C$

- Aliran Q Masuk

1. Aliran 1

Neraca Panas Komponen Aliran 1

Komponen	**Massa (kg)**	**Cp (kkal/kg.°C)**	**T (°C)**	**T_{ref} (°C)**	**ΔT (°C)**	**Q (Kkal)**
Alpha Selulosa	438,684	0,32	30	25	5	701,894
Pentosan	107,304	0,31	30	25	5	166,321
Lignin	27,772	0,31	30	25	5	43,047
Pektin	6,312	0,3	30	25	5	9,468
Lemak dan wax	18,936	0,41	30	25	5	38,818
Abu	4,418	0,2	30	25	5	4,418
Zat Lain (as. Organik)	27,772	0,31	30	25	5	43,047
Larutan NaOH	327,277	0,92	30	25	5	1505,475
Total						2512,492

2. Aliran 2 (*Q Supply)*

Komponen	**Massa (kg)**	**Cp (kkal/kg. °C)**	**T_{ref} (°C)**	**Q (Kkal)**
Alpha Selulosa	438,684	0,32	25	3509,472
Pentosan	107,304	0,31	25	831,606
Lignin	27,772	0,31	25	215,239
Pektin	6,312	0,3	25	47,340
Lemak dan wax	18,936	0,41	25	194,094
Abu	4,418	0,2	25	22,092
Zat Lain (as. Organik)	27,772	0,31	25	215,239
Larutan NaOH	327,277	0,92	25	7527,376
Total				12562,46

Q *Supply* = (ΔHproduk + ΔHref) – ΔHmasuk

= (1569,094 + 12562,46) – 2512,492

= 11619,060 kkal

- Aliran Q Keluar

3. Aliran 4

Neraca Panas Komponen Aliran 4

Komponen	**Massa (kg)**	**Cp (kkal/kg. °C)**	**T (°C)**	**T_{ref} (°C)**	**ΔT (°C)**	**Q (Kkal)**
Lignin	25,879	0,31	80	25	55	441,240
Larutan NaOH	196,366	0,92	80	25	55	9936,136
Total						10377,380

4. Aliran 5

Neraca Panas Komponen Aliran 5

Komponen	**Massa (kg)**	**Cp (kkal/kg. °C)**	**T (°C)**	**T_{ref} (°C)**	**ΔT (°C)**	**Q (Kkal)**
Alpha Selulosa	438,684	0,32	30	25	5	701,894
Pentosan	107,304	0,31	30	25	5	166,321
Lignin	1,893	0,31	30	25	5	2,935
Pektin	6,312	0,3	30	25	5	9,468
Lemak dan wax	18,936	0,41	30	25	5	38,818
Abu	4,418	0,2	30	25	5	4,418
Zat Lain (as. Organik)	27,772	0,31	30	25	5	43,047
Larutan NaOH sisa	130,910	0,92	30	25	5	602,190
Total						1569,094

- Neraca Panas Total

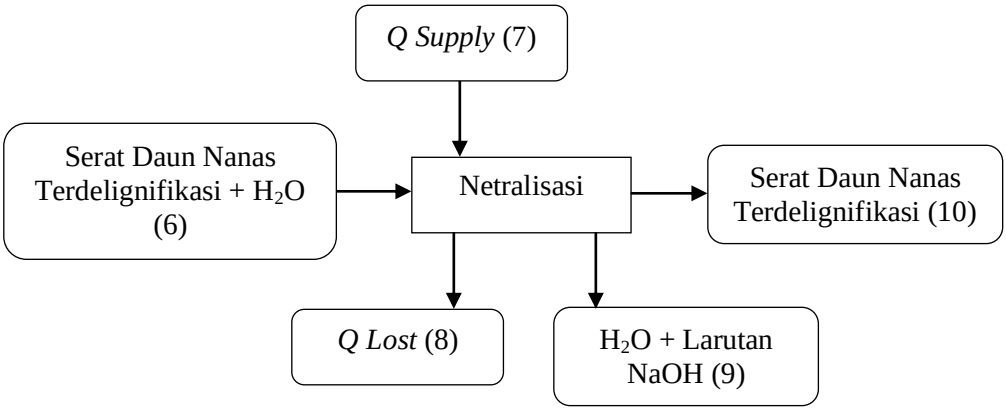
  Neraca Panas Total Proses Delignifikasi

Kalor Masuk		Kalor Keluar	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 1		**Aliran 3**	
Serat Daun Nanas	1007,016	*Q lost*	2185,081
		Aliran 4	
Larutan NaOH	1505,475	Lignin	441,240
		Larutan NaOH	9936,136
Aliran 2		**Aliran 5**	
Q Supply	11619,060	Serat Daun Nanas	966,903
		Larutan NaOH sisa	602,19
Total	14131,552	Total	14131,552

B.2 Neraca Panas Pada Proses Netralisasi

Suhu Operasi = 100°C

Fungsi : Menghilangkan sisa NaOH dalam serat daun nanas



Entalpi Bahan Masuk dapat dihitung dengan rumus:

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

$T_{ref} = 25℃$

- Aliran Q masuk
  1. Aliran 6

Neraca Panas Komponen Aliran 6

Komponen	**Massa (kg)**	**Cp (kkal/kg. °C)**	**T (°C)**	**T_{ref} (°C)**	**ΔT (°C)**	**Q (Kkal)**
Alpha Selulosa	438,684	0,32	30	25	5	701,894
Pentosan	107,304	0,31	30	25	5	166,321
Lignin	1,893	0,31	30	25	5	2,935
Pektin	6,312	0,3	30	25	5	9,468
Lemak dan wax	18,936	0,41	30	25	5	38,818
Abu	4,418	0,2	30	25	5	4,418
Zat Lain (as. Organik)	27,772	0,31	30	25	5	43,047
Larutan NaOH sisa	130,784	0,92	30	25	5	601,609
H_2O	314,653	0,99	30	25	5	1557,533
Total						3126,046

2. Aliran 7 *(Q Supply)*

Komponen	**Massa (kg)**	**Cp (kkal/kg. °C)**	**T_{ref} (°C)**	**Q (Kkal)**
Alpha Selulosa	438,684	0,32	25	3509,472
Pentosan	107,304	0,31	25	831,606
Lignin	1,893	0,31	25	14,675
Pektin	6,312	0,3	25	47,340
Lemak dan wax	18,936	0,41	25	194,094
Abu	4,418	0,2	25	22,092
Zat Lain (as. Organik)	27,772	0,31	25	215,239
Larutan NaOH	130,784	0,92	25	3008,047
H_2O	314,653	0,99	25	7787,667
Total				15630,230

Q *Supply* = (ΔHproduk + ΔHref) – ΔHmasuk
= (996,903 + 15630) – 3126,046
= 13471,089 kkal

- Aliran Q Keluar

3. Aliran 9

Neraca Panas Komponen Aliran 9

Komponen	**Massa (kg)**	**Cp (kkal/kg. °C)**	**T (°C)**	**T_{ref} (°C)**	**ΔT (°C)**	**Q (Kkal)**
H_2O	314,653	0,99	100	25	75	23363
NaOH sisa	130,784	0,92	100	25	75	9024,14
Total						32387,14

4. Aliran 10

Neraca Panas Komponen Aliran 10

Komponen	**Massa (kg)**	**Cp (kkal/kg. °C)**	**T (°C)**	**T_{ref} (°C)**	**ΔT (°C)**	**Q (Kkal)**
Alpha Selulosa	438,684	0,32	30	25	5	701,894
Pentosan	107,304	0,31	30	25	5	166,321
Lignin	1,893	0,31	30	25	5	2,935
Pektin	6,312	0,3	30	25	5	9,468
Lemak dan wax	18,936	0,41	30	25	5	38,818
Abu	4,418	0,2	30	25	5	4,418
Zat Lain (as. Organik)	27,772	0,31	30	25	5	43,047
Total						966,903

- Neraca Panas Total

Neraca Panas Total Proses Netralisasi

Kalor Masuk		**Kalor Keluar**	
Komponen	**Q (kkal)**	**Komponen**	**Q (kkal)**
Aliran 6		**Aliran 8**	
Serat Daun Nanas	966,903	*Q lost*	673,554
H_2O	601,609	**Aliran 9**	
Larutan NaOH sisa	1557,533	H_2O	2336,300
Aliran 7		NaOH sisa	9024,140
Q Supply	13471,089	**Aliran 10**	
		Serat Daun Nanas	966,903
Total	16597,136	Total	16597,136

APPENDIX C

C.1 Menghitung Konsentrasi Larutan

a. Membuat konsentrasi NaOH 2% dalam 500 ml (m/v)

Volume larutan NaOH 2% = 500 ml

$$\% = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

$$2\% = \frac{x}{500\ \text{ml}}$$

$$0{,}02 = \frac{x}{500\ \text{ml}}$$

Massa NaOH = 10 gram NaOH

b. Membuat konsentrasi NaOH 4% dalam 500 ml (m/v)

Volume larutan NaOH 4% = 500 ml

$$\% = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

$$4\% = \frac{x}{500\ \text{ml}}$$

$$0{,}04 = \frac{x}{500\ \text{ml}}$$

Massa NaOH = 20 gram NaOH

c. Membuat konsentrasi NaOH 6% dalam 500 ml (m/v)

Volume larutan NaOH 6% = 500 ml

$$\% = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

$$6\% = \frac{x}{500\ \text{ml}}$$

$$0{,}06 = \frac{x}{500\ \text{ml}}$$

Massa NaOH = 30 gram NaOH

C.2 Perhitungan Analisa Serat Daun Nanas

Menghitung kadar lignin dalam serat daun nanas pada konsentrasi 4%, suhu 80°C, dengan magnetic stirrer.

$$X = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Dengan:
X = Nilai Kadar Lignin (%)
A = Berat Endapan Lignin (gram)
B = Berat Contoh Kering (gram)

Sehingga:

$$X = \frac{0,003}{1,1} \times 100\%$$

$$X = 0,3\%$$

Konsentrasi NaOH	Rpm	Berat Cawan + Endapan Lignin Basah	Berat Cawan + Endapan Lignin Kering	Endapan Lignin Kering	X (%)
2%	0 rpm	42,32	41,515	0,005	0,45%
	300 rpm	43	42,196	0,004	0,36%
4%	0 rpm	42,5	41,696	0,004	0,36%
	300 rpm	43,2	42,397	0,003	0,3%
6%	0 rpm	42,8	41,997	0,003	0,3%
	300 rpm	43	42,197	0,003	0,3%

C.3 Perhitungan Yield

Daun Nanas Basah = 631,2 kg/hari
Serat Daun Nanas yang Dihasilkan = 20 kg/hari

$$\text{Yield} = \frac{\text{Serat Daun Nanas}}{\text{Daun Nanas Basah}} \times 100\%$$

$$\text{Yield} = \frac{20}{631,2} \times 100\%$$

$$\text{Yield} = 3,168\%$$

LAMPIRAN D
ESTIMASI BIAYA

Kapasitas produksi sebesar 20 kg/sehari. Dengan rincian sebagai berikut :

- Massa serat tekstil daun nanas untuk 1 ikat yaitu 1 kg.
- Untuk menghasilkan serat tekstil daun nanas 20 kg per hari dibutuhkan bahan baku (daun nanas) basah sebesar 631.200 gram atau 631,2 kg.

Jadi, daun nanas yang dibutuhkan setiap harinya yaitu 631,2 kg dan setiap tahunnya sebesar 7574,4 kg.

Peralatan (*Equipment*)

Peralatan merupakan salah satu penunjang di dalam proses industri. Berikut merupakan beberapa kebutuhan peralatan yang dibutuhkan dalam proses produksi :

Tabel D.1 Biaya Investasi Peralatan per Bulan

No	Keterangan	Jumlah	Harga per Unit (Rp)	Lifetime (Bulan)	Biaya (Rp/Bulan)
1.	Timbangan Gantung Digital	2	700.000	6	233.333,33
2.	Timbangan Duduk	1	1500.000	12	125.000

3.	*Mixing Tank Electric*	2	10.000.000	12	1.666.666,67
4.	Dekortikator	1	5.000.000	12	416.666,67
Total					2.441.666,67

Biaya Kebutuhan Bahan Baku

Bahan baku merupakan komponen penting dalam berjalannya suatu proses di industri. Oleh karena itu, perhitungan mengenai biaya bahan baku dilakukan untuk memperoleh analisa ekonomi yang baik. Berikut merupakan beberapa kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi :

Tabel D.2 Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi per Produk

No	Keterangan	Kuantitas	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	NaOH	4 kg	30.000	120.000
2.	*Packaging*	1 buah	5.000	5.000
Total				125.000

Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan dalam proses industri ini yaitu:

- Air yang digunakan untuk air proses *degumming*, pengawetan dan pencucian.
- Listrik yang digunakan sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses serta penerangan.

Tabel D.3 Biaya Utilitas per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Air	75 m^3	6.000	450.000
2.	Listrik	300 kWh	1.500	800.000
Total				1.250.000

Biaya Pendukung Lainnya

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

Tabel D.4 Biaya Pendukung Lainnya per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Gaji karyawan	8 orang	2000.000	16.000.000
2.	Sewa bangunan	-	5.000.000	5.000.000
3.	*Maintenance* peralatan	-	500.000	500.000
Total				21.500.000

***Fixed Cost* (FC)**

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

1.	Investasi Alat	Rp 2.441.666,67
2.	Utilitas	Rp 1.250.000
3.	Lain-lain	Rp 21.500.000
		Rp 25.191.666,67

***Variable Cost* (VC)**

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

1. Biaya Variabel per Produksi = 125.000
2. Biaya Variabel selama 1 Bulan = 125.000 x 600
   = Rp 75.000.000

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

TC = FC + VC
TC = 25.191.666,67 + 75.000.000
TC = Rp 100.191.666,67

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 $= \frac{100.191.666,67}{600 \text{ Unit}}$

HPP = Rp 166.986,11

2. Harga Jual

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

Harga Jual $= \frac{166.986,11}{(1 - 0.35)}$

Harga Jual = Rp 225.431,25

3. Laba = Harga Jual – HPP
   = Rp 225.431,25– Rp 166.986,11
   = Rp 58.445,14

4. Hasil Penjualan per Bulan
   Hasil Penjualan/Bulan = Harga Jual x Jumlah Produk/Bulan
   Hasil Penjualan/Bulan = Rp 225.431,25x 600
   Hasil Penjualan/Bulan = Rp 135.258.750,-

5. Laba per Bulan
   Laba/Bulan = Laba x Jumlah Produk/Bulan
   Laba/Bulan = Rp 58.445,14 x 600
   Laba/Bulan = Rp 35.067.083,33

6. Laba per Tahun
   Laba/Tahun = Laba/Bulan x 12
   Laba/Tahun = Rp 35.067.083,33 x 12

Laba/Tahun = Rp 420.805.000

***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. BEP ini digunakan untuk menganalisa proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa yang yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal.

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

a) Metode Perhitungan (Aljabar)

- Menentukan BEP dalam jumlah unit produk

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

$$BEP = \frac{\text{Rp } 41.108.333,33}{\text{Rp } 261.243,75 - \text{Rp } 125.000}$$

$$BEP = 250,83 \text{ unit}$$

Artinya, perusahaan perlu menjual 250,83 unit ikat untuk tercapainya titik impas antara total penjualan sama dengan total biaya produksi. Pada penjualan ke-250,83 unit (ikat), maka perusahaan tersebut akan mulai memperoleh laba.

- Menentukan BEP dalam jumlah unit rupiah

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

$$BEP = \frac{\text{Rp } 251.191.666,67}{1 - (\text{Rp } 75.000.000 / \text{Rp } 225.431,25)}$$

$$BEP = \text{Rp } 56.546.034,29$$

Artinya, perusahaan perlu mendapatkan omset penjualan produk serat tekstil daun nanas senilai Rp 56.546.034,29 agar terjadi BEP dan perusahaan akan memperoleh keuntungan jika mendapatkan omset sebesar Rp 56.546.034,29

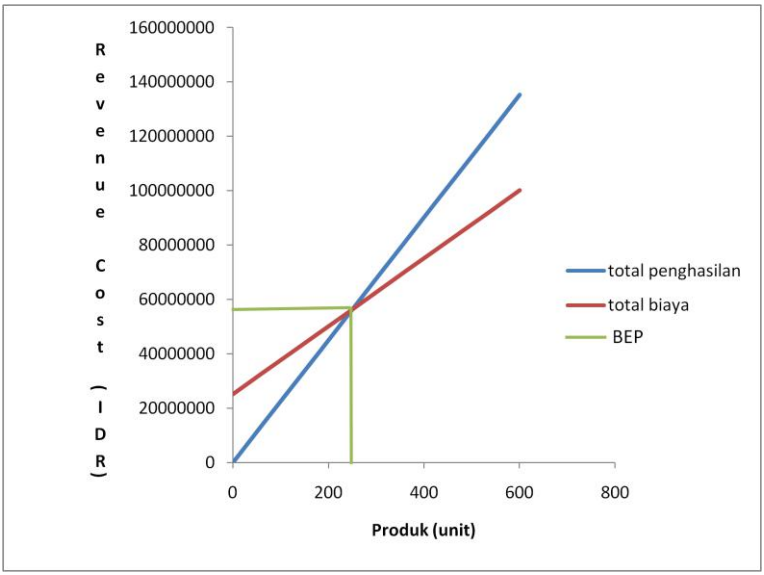
b) Metode Grafik

Pada penentuan BEP dengan metode grafik dapat diketahui dari perpotongan antara garis *total cost* dan total penghasilan selang waktu tertentu.

Tabel D.5 Perhitungan Biaya Penjualan

Ikat	**Total Penghasilan (Rp)**	***Fixed Cost* (Rp)**	***Variable Cost* (Rp)**	**Total Biaya (Rp)**
0	-	41.108.333,33	0	25.191.666.67
60	13.525.875	25.191.666.67	7.500.000	32.691.666.67
120	27.051.750	25.191.666.67	15.000.000	40.191.666.67
180	40.577.625	25.191.666.67	22.500.000	47.691.666.67
240	54.103.500	25.191.666.67	30.000.000	55.191.666.67
300	67.629.375	25.191.666.67	37.500.000	62.691.666.67
360	81.155.250	25.191.666.67	45.000.000	70.191.666.67
420	94.681.125	25.191.666.67	52.500.000	77.691.666.67
480	108.207.000	25.191.666.67	60.000.000	85.191.666.67
540	121.732.875	25.191.666.67	67.500.000	92.691.666.67
600	13.5258.750	25.191.666.67	75.000.000	100.191.666.67

Dari **Tabel D.5,** maka dapat dibuat **Grafik D.1** sehingga dapat diketahui BEP.



Grafik D.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-250,83 unit dengan BEP rupiah yang didapatkan sebesar Rp 56.546.034,29.

BIODATA PENULIS

Penulis 1

Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Dilahirkan di kota Surabaya Jawa Timur pada tanggal 19 Agustus 1997, penulis merupakan mahasiswa tingkat akhir di Institut Teknologi Sepuluh Nopember – Surabaya. Lulus dari SMAN 20 Surabaya pada tahun 2015 dan SMPN 4 Surabaya pada tahun 2012.

Semasa kuliah, penulis yang akrab disapa Azizah aktif di organisasi maupun kegiatan kampus, salah satunya adalah anggota himpunan DIII Teknik Kimia ITS pada tahun kedua dan aktif dalam kegaiatan kepanitiaan ITS EXPO dan GERIGI ITS. Pada tahun 2017, ide yang digagas penulis dalam Program Kreativitas Mahasiswa masuk kedalam program pendanaan DIKTI. Penulis menyelesaikan Kerja Praktek di PG. Kremboong Sidoarjo yang merupakan salah satu pabrik dibawah naungan BUMN milik PTPN X. Dari setiap kegiatan yang dijalani, semua terasa begitu variatif, sehingga kehidupannya menjadi begitu dinamis dan penuh tantangan.

Alamatemail : razizah16@gmail.com

Penulis 2

Merupakan anak ke-tiga dari tiga bersaudara. Dilahirkan di kota Lumajang Jawa Timur pada tanggal 15 Oktober 1996, penulis merupakan mahasiswa tingkat akhir di Institut Teknologi Sepuluh Nopember – Surabaya. Lulus dari SMAN 3 Lumajang pada tahun 2015 dan SMPN 1 Sukodono pada tahun 2012.

Semasa kuliah, penulis yang akrab disapa Astri atau Nisa' aktif di organisasi maupun kegiatan kampus, salah satunya adalah anggota himpunan DIII Teknik Kimia ITS pada tahun kedua dan menjadi Sekretaris Departement pada tahun ketiga. Pada tahun 2017, ide yang digagas penulis dalam Program Kreativitas Mahasiswa masuk kedalam program pendanaan DIKTI. Penulis menyelesaikan Kerja Praktek di PG. Kremboong Sidoarjo yang merupakan salah satu pabrik dibawah naungan BUMN millik PTPN X. Dari setiap kegiatan yang dijalani, semua terasa begitu variatif, sehingga kehidupannya menjadi begitu dinamis dan penuh tantangan.

Alamatemail : astrinisa10@gmail.com