

**PRA RANCANGAN PABRIK PULP
DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT
KAPASITAS 115.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan (D-4) Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan

Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

ISRA KURNI WIJAYANTI 431 20 002

RIZKAL 431 20 022

PROGRAM STUDI D-4 TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN

JURUSAN TEKNIK KIMIA

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Kapasitas 115.000 Ton/Tahun** oleh Isra Kurni Wijayanti NIM (43120002) telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Oktober 2024

Menyetujui,
Pembimbing I, Pembimbing II,



Dr. Joice Manga, S.T., M.T.
NIP. 197312152003122001



Jeanne Dewi Damayanti, S.T., M.Sc
NIP. 199004022019032028

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan



Ir. Yuliani HR, S.T., M.Eng
NIP. 19730409200312 2 002

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
SURAT PERNYATAAN	xiv
RINGKASAN.....	1
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar belakang.....	2
1.2 Kapasitas Perancangan.....	4
1.2.1 Kapasitas Pabrik Yang Sudah Ada.....	5
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	6
1.2.3 Proyeksi kebutuhan pulp di Indonesia.....	7
1.2.5 Peluang Kapasitas Produksi.....	9
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	10
1.3.1 Faktor utama.....	11
1.3.2 Sarana Penunjang	12
1. Kondisi tanah dan daerah	12
1.4 Tinjauan Pustaka.....	13
1.4.1 Selulosa	13
1.4.2 Hemiselulosa	16
1.4.3 Lignin	17
BAB II DESKRIPSI PROSES	20
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan produknya	20
2.1.2 Bahab Baku Pendukung.....	21
2.1.3 Produk	24
2.2 Macam Proses.....	25
2.2.1. Proses mekanis	25
2.2.2. Proses Kimia.....	29

2.3 Seleksi Proses	37
2.4 Uraian Proses Terpilih.....	40
2.4.1 Proses <i>pre-Treatment</i>	40
2.4.2. Proses Pemasakan.....	41
2.4.3. Proses <i>Bleaching</i>	41
2.4.4. Proses <i>Post-Treatment</i>	42
BAB III NERACA MASSA	43
1.1 Tahap Pre-Treatment	44
1.1.1 Vibrating Sreen.....	44
1.2 Tahap Pemasakan	44
3.2.1. Tangki Pengenceran CH_3COOH	44
3.2.2 Pandia Digester.....	45
3.2.3 Blow Tank	46
3.2.4 Centrifuge Filter	47
3.3. Tahap Bleaching	48
3.3.1 Tangki Pengenceran H_2O_2	48
3.3.2 Mixer H_2O_2	48
3.3.3 Reaktor H_2O_2	49
3.3.4 Rotary Filter 1	49
3.3.5. Tangki Pengenceran $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	50
3.3.6 Mixer $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	51
3.3.7 Reaktor $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	51
3.3.8 Washer 2	52
3.4 Tahap Post Treatment	53
3.4.1 Rotary Drum Dryer.....	53
3.4.2 Roll	53
BAB IV NERACA PANAS.....	54
4.1. Tahap Pemasakan	54
4.1.1 Pandia Digester.....	54
4.2 Tahap <i>Bleaching</i>	54
4.2.1 Reaktor H_2O_2	54
4.2.2. <i>Heat Exchanger</i>	55

4.2.3. Reaktor $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	55
4.2.4. <i>Heat Exchanger</i>	55
4.2.6. <i>Dryer</i>	56
BAB V SPESIFIKASI ALAT	57
5.1 Open heard	57
5.2 Tangki Penyimpanan CH_3COOH	57
5.3 Tangki Penyimpanan H_2O_2	58
5.4 Tangki Penyimpanan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	58
5.5 <i>Belt Conveyor</i>	59
5.6 Bucket Elevator	59
5.7 Vibrating Screen	60
5.8 Chip Bin.....	60
5.9 Tangki Pengenceran CH_3COOH	61
5.11 Pandia Digester	61
5.12 Pompa.....	62
5.13 Tangki Penyimpanan.....	63
5.14 Pompa.....	63
5.15 Tangki Pengenceran.....	64
5.16 Mixer H_2O_2	65
5.17 Pompa.....	66
5.18 Reaktor H_2O_2	66
5.19 Pompa.....	67
5.20 Tangki Penyimpanan.....	68
5.21 Pompa.....	68
5.22 Rotary Vacuum Filter	69
5.23 Heat Exchanger	70
5.24 Tangki Pengenceran $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	70
5.24 Mixer $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	71
5.25 Reaktor $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ (R-250)	72
5.26 Pompa (L-253).....	73
5.27 Tangki Penyimpanan (F-262)	74
5.28 Heat Exchanger (E-264).....	74

5.29 Tangki Penyimpanan sementara (M-311).....	75
5.30 Pompa (L-312).....	76
5.31 Headbox (X-313).....	76
5.32 Rotary Drum Dryer (B-310).....	77
5.33 Drum Reel (X-315).....	77
BAB VI UTILITAS.....	79
6.1 Air.....	79
6.1.1 Air Sanitasi	81
6.1.2 Air Proses	82
6.1.3 Air Umpan Boiler	82
6.1.4 Proses Pengolahan Air	83
6.1.5 Perhitungan Kebutuhan Air	86
6.2 Pengolahan Limbah Industri Kimia.....	87
6.3 Usaha-Usaha Menangani dan memanfaatkan Limbah	90
6.4 Dampak Yang ditimbulkan dari limbah.....	92
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMAATAN KERJA.....	94
7.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Secara Umum	95
7.2.1 Usaha-usaha Keselamatan Kerja	95
7.2.2 Sebab-sebab terjadinya kecelakaan kerja	97
7.2.3 Alat Pelindung Diri.....	99
7.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Secara Khusus Usaha-Usaha Keselamatan Kerja	101
7.4. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).....	105
7.4.1. Pada Alat Utama	105
7.4.2. Pada Alat-alat Pembantu.....	106
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI.....	109
8.1 Organisasi Perusahaan	109
8.2 Bentuk Hukum Badan Usaha	109
8.3 Struktur Organisasi Perusahaan	110
8.4 Tugas dan Wewenang.....	111
8.4.1 Pemegang Saham	111
8.4.2 Dewan Komisaris	112

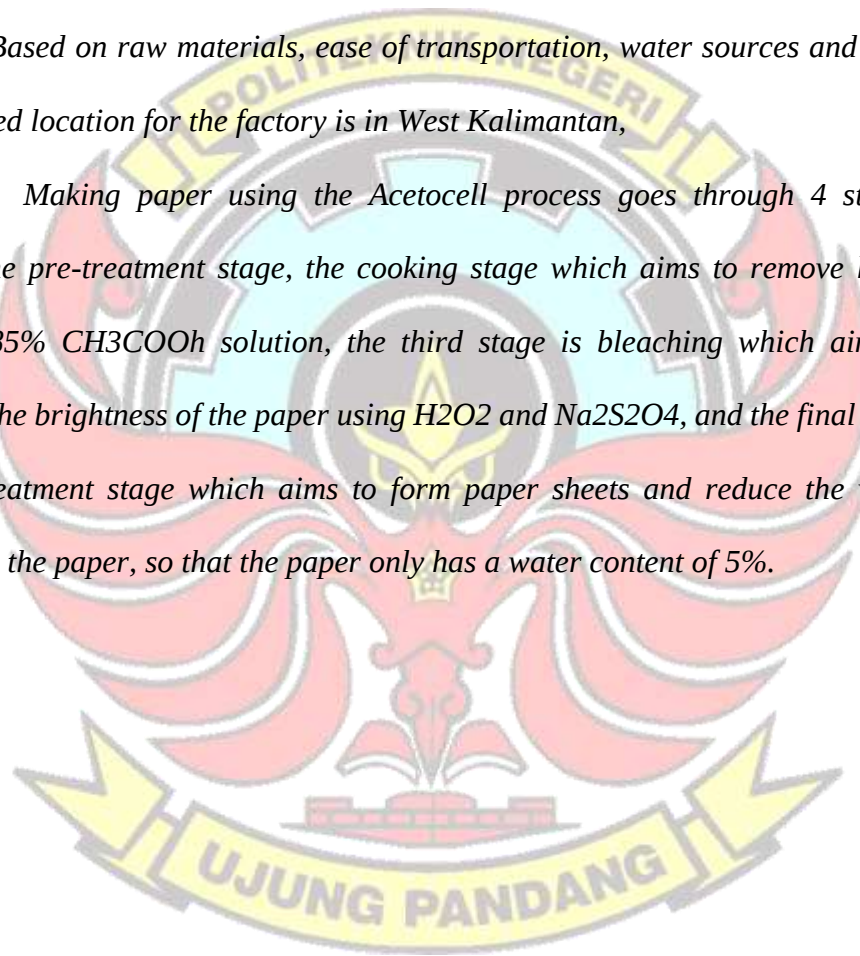
8.4.3 Direktur Utama.....	112
8.4.4 Kepala Bagian	113
8.4.5 Kepala Seksi	114
8.5 Pembagian Jam Kerja.....	117
8.6 Sistem Gaji dan Fasilitas Karya..	118
8.6.1 Sistem Gaji Karyawan (Pegawai).....	118
8.6.2 Kesejahteraan Karyawan	119
BAB IX TATA LETAK	121
9.1 Tata Letak Pabrik.....	121
9.2 Tata Letak Alat Proses	124
BAB X ANALISA EKONOMI.....	129
10.1 Total Capital Investment (TCI).....	129
10.2 Total Production Cost (TPC)	130
10.3 Analisa <i>Profitability</i>	131
BAB IX KESIMPULAN.....	132
DAFTAR PUSTAKA	134



RINGKASAN

The paper industry is one of the industries in Indonesia that has quite good prospects in the future, and can contribute to the Indonesian economy. The availability of TKKS raw materials which are widely used, as well as the opportunity to process them into paper is quite good, so it is planned to establish a paper factory with TKKS raw materials. This paper factory works with the Acetocell process. Based on raw materials, ease of transportation, water sources and land, the planned location for the factory is in West Kalimantan,

Making paper using the Acetocell process goes through 4 stages, namely the pre-treatment stage, the cooking stage which aims to remove lignin using a 85% CH_3COOH solution, the third stage is bleaching which aims to increase the brightness of the paper using H_2O_2 and $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, and the final stage is post-treatment stage which aims to form paper sheets and reduce the water content in the paper, so that the paper only has a water content of 5%.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Tanaman kelapa sawit (*Elais guinensi jacq*) merupakan golongan famili *Arecaceae*. Indonesia menyumbang 48% produksi CPO internasional (Nasamsir dan Romadoni, 2020). Tanaman kelapa sawit merupakan bahan baku penghasil minyak nabati yang memiliki banyak manfaat sebagai minyak makan, minyak industri dan biodiesel (bahan bakar nabati).

Pengolahan kelapa sawit di industri menghasilkan produk dan limbah, limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan kelapa sawit akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan jika tidak diolah. Dampak negatif limbah yang dihasilkan dari suatu industri menuntut pabrik agar dapat mengolah limbah dengan cara terpadu. Limbah padat yang dihasilkan pabrik kelapa sawit berupa tandan kosong yang jumlahnya 23-30% dari TBS yang diolah dan merupakan bahan organik yang kaya unsur hara (Susilawati dan Supijatno, 2015).

Tandan kosong kelapa sawit (TKSS) merupakan limbah padat berlignoselulosa yang memiliki kadar selulosa, lignin, dan hemiselulosa. Lignoselulosa hasil dari delignifikasi merupakan bahan dasar untuk membuat surfaktan, bioenergi, *pulp* dan kertas, *furniture*, dan bahan bangunan. limbah ini berasal dari pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi *crude palm oil* (Mariana dkk., 2019). Jumlah tandan kosong kelapa sawit yang dihasilkan sebanyak 23-30% dari tandan buah segar. Tandan kosong kelapa sawit yang merupakan limbah berlignoselulosa yang belum termamfaatkan secara optimal.

Selama ini pemanfaatan tandan kosong hanya sebagai pupuk kompos juga sebagai pengeras jalan diperkebunan kelapa sawit. Dengan kandungan selulosa sebesar 45,95%, maka TKKS berpotensi sebagai bahan baku pembuatan bioetanol (Yoricya dkk., 2020).

Dari satu ton TBS yang diolah akan dihasilkan minyak sawit kasar (CPO) sebanyak 0,21 ton (21%) serta minyak inti sawit sebanyak 0,05 ton (5%) dan sisanya limbah dalam bentuk tandan buah kosong, serat dan cangkang biji yang jumlahnya masing-masing sekitar 23%, 13%, dan 5,5% dari tandan buah segar (Fauzi dkk., 2019).

Seperti pada kayu atau tanaman lainnya, TKKS juga mengandung unsur kimiawi seperti selulosa, lignin dan hemiselulosa, selain itu terdapat juga lemak dan protein. Dimana, dengan adanya beberapa komponen kimiawi pada TKKS memungkinkan dapat dimanfaatkan menjadi limbah yang memiliki nilai guna.

Tabel 1. 1Komposisi TKKS

Komponen	Persentase (%)
Air	60
Serat	40
Total	100

Sumber: (Azemi, 1994)

Tabel 1. 2 Komposisi Serat TKKS

Kandungan	Persentase (%)
Selulosa	40
Lignin	21
Hemiselulosa	24
Abu	15

Sumber: (Azemi, 1994)

TKKS banyak dijumpai disekitar pabrik kelapa sawit, merupakan limbah kelapa sawit yang memiliki kandungan kimiawi yang belum dimanfaatkan secara efektif. TKKS baru dimanfaatkan sebagai bahan bakar *boiler*, sebagai bahan baku dalam pembuatan pupuk organik, dan banyak dibuang di jalan-jalan di daerah perkebunan kelapa sawit.

1.2 Kapasitas Perancangan

Kapasitas produksi memiliki peran yang sangat penting dalam mendirikan suatu pabrik. Kapasitas perlu direncanakan agar dapat mengetahui jumlah kebutuhan *pulp* didalam maupun diluar negeri. Perkiraan kapasitas produksi ditentukan menurut nilai konsumsi tiap tahun. Dalam penentuan kapasitas produksi digunakan beberapa pertimbangan, yaitu:

1. Kapasitas produksi minimum.
2. Ketersediaan bahan baku
3. Jumlah impor dan ekspor *pulp*
4. Poryeksi kebutuhan *pulp* di Indonesia

Penentuan nilai kapasitas produksi digunakan untuk perancangan alat-alat industri sehingga dapat dispesifikasikan sesuai dengan kapasitas bahan baku sampai produk agar alat yang digunakan dapat beroperasi maksimal dalam menghasilkan produk. Penentuan kapasitas menggunakan *discounted methode* merupakan penentuan kapasitas dengan perhitungan rata-rata persentase kenaikan pertumbuhan setiap tahunnya untuk pabrik yang rencana akan dibangun pada beberapa tahun mendatang. Berikut merupakan persamaan peluang kapasitas produksi pabrik dengan metodel *acetocell*.

$$i = \frac{\sum \%P}{n}$$

$$m = P(1 + i)^n$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

Keterangan :

- i = Pertumbuhan rata-rata pertahun m_3
- %P = Persen pertumbuhan pertahun
- n = Jumlah data tahun yang akan dibuat – jumlah data tahun terakhir
- m = prediksi data tahun yang dicari
- P = Data tahun terakhir
- m_3 = Peluang kapasitas
- m_1 = Prediksi data produksi
- m_2 = Prediksi data impor
- m_4 = Prediksi data konsumsi
- m_5 = prediksi data ekspor

1.2.1 Kapasitas Pabrik Yang Sudah Ada

Kapasitas pabrik *pulp* yang telah beroperasi digunakan sebagai pertimbangan untuk menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan. Pabrik *pulp* yang sudah ada di Indonesia ditunjukkan pada Tabel 1.3

Tabel 1. 3Kapasitas Pabrik Pulp di Indonesia yang telah Beroperasi

Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Aspex Kumbong	50.000,00
PT. Adiprima Suraprinta	200.000,00
PT. Toba <i>Pulp</i> Lestari	240.000,00
PT. Kertas Nuantara	360.000,00
PT. Tanjung Enim Lestari	450.000,00
PT. Lontar <i>Papyrus Pulp and Paper</i>	1.021.000,00
PT. Indah Kiat <i>Pulp and Paper</i>	2.800.000,00
PT. Riau Andalan <i>Pulp and Paper</i>	2.746.000,00
PT. OKI <i>Pulp and Paper</i>	2.800.000,00
PT. Riau Andalan <i>Pulp and Paper</i>	2.800.000,00

Kapasitas rancangan minimum pabrik *pulp* adalah 240.000,00 ton/tahun sedangkan kapsitas maksimumnya adalah 2.800.000,00 ton/tahun. Keputusan dalam menentukan kapasitas terendah dan tertinggi dari pabrik yang telah didirikan sebelumnya.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan *Pulp* yaitu tandan kosong kelapa sawit . Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah dari tanaman sawit. Bahan baku dapat diperoleh dari pulau Sumatera dan pulau Kalimantan.

Tabel 1. 4 Ketersediaan Bahan Baku

Provinsi	2016	2017	2018	2019	2020
Kalimantan Timur	1.887.087	2.840.710	3.786.477	3.988.883	3.823.221
Kalimantan Barat	1.443.741	2.784.180	3.086.889	5.235.299	5.471.407
Kalimantan Selatan	1.547.816	1.933.721	1.464.226	1.665.397	1.561.147
Kalimantan Tengah	4.020.026	5.778.611	7.230.094	7.664.841	7.685.770
Kalimantan Utara	90.140	219.223	305.126	281.389	301.607

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020

1.2.3 Proyeksi kebutuhan pulp di Indonesia

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik dapat dilihat kebutuhan *pulp* di Indonesia pada Tabel 1.4. Dimana ketersediaan bahan baku di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Data ini akan digunakan untuk menentukan nilai kapasitas produksi pabrik yang akan dibangun 5 tahun mendatang.

Tabel 1. 5 Data Konsumsi Pulp Di Indonesia

Tahun	Ton	%P
2018	34.926.581,00	0%
2019	36.144.448,00	3%
2020	41.616.116,00	15%
2021	40.043.180,00	-4%
2022	43.486.456,00	9%
Rata-Rata (i)		5%

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2022

Nilai prediksi data konsumsi pada tahun 2027 dapat dihitung menggunakan persamaan 1.2.

$$m_4 = P (1 + i)^n$$

$$= 43.486.456,00 (1 + 5\%)^5$$

$$= 55.500.000 \text{ ton/tahun}$$

Diperoleh data konsumsi *pulp* pada tahun 2027 sebanyak 55.500.962 ton/tahun

1.2.4 Jumlah Impor dan Ekspor Pulp di Indonesia

Tabel 1. 6 Data Ekspor dan Impor Pulp di Indonesia

Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)	%P	Impor (Ton/Tahun)	%P
2018	1.239.880,00	0%	34.885.589,00	0%
2019	1.093.300,00	-12%	35.843.756,00	3%
2020	987.230,00	-10%	40.788.688,00	14%
2021	1.155.060,00	17%	39.643.151,00	-3%
2022	1.319.100,00	14%	42.141.142,00	6%
Rata-Rata (i)		2%		4%

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2022

Nilai prediksi data impor dan ekspor pada tahun 2027 diperkirakan:

$$m_2 = P(1+i)^n$$

$$= 42.141.142,00 (1+4\%)^5$$

$$= 51.271.000 \text{ ton/tahun}$$

$$m_5 = P(1+i)^n$$

$$= 1.319.100,00 (1+2\%)^5$$

$$= 1.456.000 \text{ ton/tahun}$$

Data produksi *pulp* di Indonesia dapat dilihat pada table 1.6. Tabel ini menunjukkan kenaikan jumlah produksi tiap tahun. Data produksi ini digunakan untuk menentukan peluang kapasitas pabrik 5 tahun mendatang.

Tabel 1. 7 Data Produksi Pulp di Indonesia

Tahun	Ton/Tahun	%P
2018	1.280.872,00	0%
2019	1.393.992,00	9%
2020	1.814.658,00	30%
2021	1.555.089,00	-14%
2022	1.776.276,00	14%
Rata-Rata (i)		8%

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2022

Prediksi data produksi pada tahun 2027 dapat dihitung menggunakan persamaan (1.2).

$$\begin{aligned}
 m_1 &= P (1+i)^n \\
 &= 1.776.276,00 (1+8\%)^5 \\
 &= 2.609.000 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Diperoleh data produksi *pulp* pada tahun 2027 sebanyak 2.609.932,19 ton/tahun

1.2.5 Peluang Kapasitas Produksi

Dasar perhitungan menggunakan persamaan maka diperoleh nilai m_1 m_2 m_4 m_5 . Berdasarkan nilai tersebut maka dapat dihitung nilai m_3 (peluang kapasitas produksi) pada tahun 2027 menggunakan persamaan (1.3).

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$=(55.500.000 + 1.456.000) - (2.609.000 + 51.271.000)$$

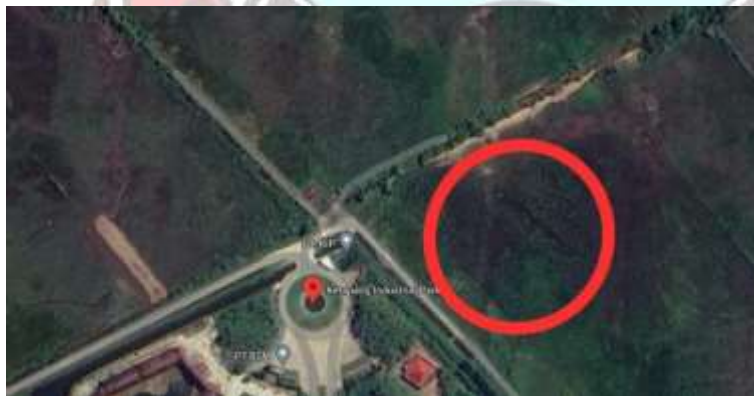
$$=2.291.914,25 \text{ ton/tahun.}$$

$$m_3 = 2,291.914,25 \text{ ton/tahun } 5\% = 114.497,10 \sim 115.000 \text{ ton/tahun Peluang}$$

Kapasitas pabrik *pulp* pada tahun 2027 sebesar 115.000

ton/tahun. Dengan mempertimbangkan kapasitas maksimum dan minimum pabrik yang sudah ada serta ketersediaan bahan baku dan faktor lainnya maka ditetapkan kapasitas pabrik *pulp* yang dibangun pada tahun 2027 adalah 5% dari kebutuhan kapasitas yang harus dicukupi yaitu 115.000.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik



Gambar 1. 1Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang penting dalam pendirian suatu pabrik untuk kelangsungan operasi pabrik *pulp* yang direncanakan akan didirikan di daerah Kalimantan barat. Pemilihan ini di dasarkan pada pertimbangan.

1.3.1 Faktor utama

Faktor ini mempengaruhi secara langsung tujuan pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk. Faktor utama meliputi :

1. Penyediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan *pulp* yaitu tandan kosong kelapa sawit . Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah dari tanaman sawit. Bahan baku dapat diperoleh dari pulau Sumatera dan pulau Kalimantan.

2. Letak pabrik dengan daerah pemasaran

Pabrik *pulp* ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam Negeri. Kebutuhan *pulp* banyak digunakan dalam Bahan baku kertas tulis, kemasan makanan, pembalut, tissue, dan lain-lain.

3. Sarana transportasi

Fasilitas transportasi baik darat maupun laut di daerah Kalimantan sudah sangat memadai. Kualitas jalan cukup baik dan letak pabrik dengan pelabuhan yang merupakan sarana transportasi bahan baku

4. Ketersediaan tenaga kerja

Daerah Kalimantan merupakan daerah dengan kepadatan penduduk yang cukup tinggi sehingga penyediaan tenaga kerja baik tenaga kerja terlatih maupun kasar tidak akan jadi masalah.

5. Utilitas

Untuk kebutuhan sarana penunjang seperti tenaga listrik dapat dipenuhi dengan adanya jaringan PLN, sedangkan kebutuhan air dapat dipenuhi oleh pihak pengelola kawasan industri Kalimantan.

1.3.2 Sarana Penunjang

1. Kondisi tanah dan daerah

Sejak awal area ini memang direncanakan sebagai kawasan industri, sehingga tanah disekitarnya cukup stabil. Dengan didukung oleh iklim yang stabil sepanjang tahun, tentunya pemilihan lokasi di tempat ini akan sangat menguntungkan.

2. Perluasan area pabrik

Kalimantan merupakan Kawasan industri yang relatif luas, sehingga masih memungkinkan untuk memperluas area pabrik jika dibutuhkan.

3. Kebijakan pemerintah

Kebijakan pemerintah perlu memperhatikan faktor kepentingan pemerintah yang terkait didalamnya. Hal ini ditandai dengan kebijaksanaan pengembangan industri dengan hubungannya dengan pemerataan kesempatan kerja dan hasil-hasil pembangunan yang berhasil menumbuhkan iklim investasi yang baik di Kalimantan.

4. Sarana penunjang lain

Kalimantan sebagai Kawasan industri telah memiliki fasilitas terpadu seperti: perumahan, sarana olahraga, sarana Kesehatan, sarana hiburan dan lainnya. Walaupun perusahaan nantinya harus membangun fasilitas-fasilitas untuk karyawannya sendiri, tetapi untuk mengurangi biaya awal pendirian pabrik maka bisa digunakan fasilitas terpadu yang tersedia tersebut.

1.4 Tinjauan Pustaka

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) diperoleh setelah tandan buah segar (TBS) dimasak pada tabung bertekanan untuk mendapatkan minyak dalam sebuah proses yang disebut sterilisasi. TKKS ini umumnya dibuang dekat pabrik pengolah sawit dan dibiarkan terurai secara alami atau digunakan sebagai bahan pembakaran boiler atau dibakar langsung menjadi abu dan digunakan sebagai sumber pupuk.

1.4.1 Selulosa

Selulosa merupakan struktur dasar sel-sel tanaman, oleh karena itu merupakan bahan alam yang paling penting dibuat oleh organisme hidup. Selulosa terdapat semua rumput laut, flagelata dan bakteri. Didalam kayu, selulosa tidak hanya disertai dengan poliosa dan lignin, tetapi juga terikat erat dengannya, dan pemisahaannya memerlukan perlakuan kimia yang intensif. Selulosa merupakan bahan dasar dari banyak produk teknologi (kertas, film, serat, aditif, dan sebagainya) dan karena dari banyak produk dari kayu dengan proses pembuatan *pulp* dalam skala besar. Dengan menggunakan berbagai bahan kimia dalam pembuatan *pulp*, pada keadaan asam, netral atau alkali, dan tekanan diperoleh *pulp* dengan sifat-sifat yang berbeda. Untuk tujuan *pulp* harus dimurnikan dengan proses tambahan pengelantangan. Selulosa dapat larut dalam asam pekat. Proses pelarutan selulosa dimulai dengan degradasi struktur serat dan fibril dan akan menghasilkan disintegrasi yang sempurna menjadi molekul- molekul individual dengan panjang rantai yang tidak berubah. Degradasi struktur supramolekul terjadi dengan pembengkakan yang kuat dalam ketebalannya pada saat pelarutan serat selulosa dalam kompleks logam,

sedangkan dalam pelarut tak berair yang mengandung amina dan pelarut organik polar, proses pelarutan berlangsung perlahan-lahan dimulai pada permukaan serat (D. Fengel dan G. Wegener, 1995).

Selulosa merupakan konstituen utama kayu. Kira-kira 40-45% bahan kering dalam kebanyakan spesies kayu adalah selulosa, terutama terdapat dalam dinding sel sekunder. Sifat penting pada selulosa yang perlu dipertimbangkan untuk pembuatan kertas yaitu :

1. gugus aktif alkohol (dapat mengalami oksidasi)
2. derajat polimerisasi (serat menjadi panjang). Makin panjang serat, kertas makin kuat dan tahan terhadap degradasi (panas, kimia dan biologi)

Selulosa dapat dibedakan menjadi :

a. α selulosa

selulosa untuk jenis ini tidak dapat larut dalam larutan NaOH dengan kadar 17,5% pada suhu 200°C dan merupakan bentuk sesungguhnya yang telah dikenal sebagai selulosa.

b. β selulosa

jenis dari selulosa ini mudah larut dalam larutan NaOH yang mempunyai kadar 17,5% pada suhu 200°C dan akan mengendap bila larutan tersebut berubah menjadi larutan yang memiliki suasana asam.

c. γ selulosa

Untuk selulosa jenis ini mudah larut dalam dalam larutan NaOH yang mempunyai kadar 17,5% pada suhu 200°C dan tidak akan terbentuk endapan setelah larutan tersebut dinetralkan. Alpha selulosa sangat menentukan sifat tahanan kertas, semakin banyak kadar alpha selulosanya menunjukkan semakin

tahan lama kertas tersebut dan memiliki sifat hidrofilik yang lebih besar pada gamma dan beta selulosa daripada alpha selulosanya (Solechudin dan Wibisono, 2002).

Sifat-sifat selulosa :

Sifat-sifat selulosa terdiri dari sifat fisika dan sifat kimia. Selulosa dengan rantai panjang mempunyai sifat fisik yang lebih kuat, lebih tahan lama terhadap degradasi yang disebabkan oleh pengaruh panas, bahan kimia maupun pengaruh biologis. Sifat fisika dari selulosa yang penting adalah panjang, lebar dan tebal molekulnya. Sifat fisik lain dari selulosa adalah :

1. Dapat terdegradasi oleh hidrolisa, oksidasi, fotokimia maupun secara mekanis sehingga berat molekulnya menurun.
2. Tidak larut dalam air maupun pelarut organik, tetapi sebagian larut dalam larutan alkali.
3. Dalam keadaan kering, selulosa bersifat higroskopis, keras dan rapuh. Bila selulosa cukup banyak mengandung air maka akan bersifat lunak. Jadi fungsi air disini adalah sebagai pelunak.
4. Selulosa dalam kristal mempunyai kekuatan lebih baik jika dibandingkan dengan bentuk amorfnya.

Proses pembuatan *pulp* adalah contoh perlakuan fisik dan kimia yang mempunyai tujuan untuk memisahkan selulosa dari kandungan impuritisnya. Pemisahan dilakukan pada kondisi yang optimum untuk mencegah terjadinya degradasi terhadap selulosa. Kesulitan yang dihadapi dalam proses pemisahan ini disebabkan oleh:

- Berat molekul tinggi.

- Kesamaan sifat antara komponen impuritis dengan selulosa itu sendiri.
- Kristalinitas yang tinggi.
- Ikatan fisika dan kimia yang kuat.

(D. Fengel dan G. Wegener, 1995).

1.4.2 Hemiselulosa

Disamping selulosa dalam kayu maupun dalam jaringan tanaman yang terdapat sejumlah polisakarida yang disebut dengan poliosa atau hemiselulosa. Poliosa (hemiselulosa) berbeda dengan selulosa karena komposisi berbagai unit gula, karena rantai molekul yang lebih pendek, dan karena percabangan rantai molekul. Unit gula (gula anhidro) yang membentuk poliosa dapat dibagi menjadi kelompok seperti pentosa, heksosa, asam heksronat, dan deoksi-heksos. Rantai utama poliosa dapat terdiri hanya atas satu (homopolimer), misal xilan, atau terdiri atas dua unit atau lebih (heteropolimer), misal glukomannan. Klarifikasi klasik hemiselulosa adalah menjadi heksosa, pentosan dan poliuronida. Bagan klasifikasi yang didasarkan pada sifat-sifat yang dikaitkan dengan pemisahan dari selulosa diusulkan oleh *Stewart* (1954). Poliosa yang dapat diekstraksi dari holoselulosa disebut glikosan non-selulosa, sisanya disebut glikosan selulosa, dan dibagi menjadi selulosa dan glikosan selulosa non-selulosa. Klasifikasi menurut komponen utama masing-masing poliosa telah terbukti berguna selama bertahun-tahun. Dalam sistem ini poliosa diklasifikasikan sebagai xilan, manan, glaktan, dan sebagainya (D. Fengel dan G. Wegner, 1995)

Hemiselulosa sangat dekat asosiasinya dengan selulosa dalam dinding sel. Lima gula netral yaitu D-xilosa, D-mannosa, D-glukosa, D-galaktosa dan L-arabinosa merupakan konstituen utama menyusun hemiselulosa mengandung

senyawa tambahan asam uronat. Secara struktural, hemiselulosa mempunyai sifat reaksi yang sama dengan selulosa tapi hemiselulosa terdiri dari komponen-komponen polisakarida yang bukan selulosa. Hemiselulosa akan mengalami reaksi oksidasi dan degradasi terlebih dahulu daripada selulosa, karena rantai molekul hemiselulosa lebih pendek dan bercabang.

Hemiselulosa tidak larut dalam air tapi larut dalam larutan alkali encer dan lebih mudah dihidrolisa oleh asam daripada selulosa. Sifat hemiselulosa yang hidrofilik banyak mempengaruhi sifat fisik *pulp* dan kertas. Hemiselulosa berfungsi sebagai perekat dan dapat mempercepat terjadinya fibrasi (pembentukan serat). Sifat inilah yang memperkuat kekuatan fisik lembaran *pulp* kertas dan menurunkan waktu serat daya operasi penggilingan (*beating*) (D. Fengel dan G. Wegener, 1995).

Hilangnya hemiselulosa akan mengakibatkan adanya lubang diantara fibril dan berkurangnya ikatan antar serat, namun kadar hemiselulosanya yang terlalu tinggi akan menyebabkan kertas tembus cahaya, kaku dan rapuh (Solechudin dan Wibisono, 2002).

1.4.3 Lignin

Lignin merupakan komponen kimia dan morfologi yang karakteristik dari jaringan tumbuhan tinggi seperti pteridofia dan spermatofita (*gymnosperm* dan *angiosperm*), dimana ia terdapat jaringan vaskuler yang khusus untuk pengangkutan cairan dan kekuatan mekanik. Jumlah lignin yang terdapat pada tumbuhan berbeda-beda sangat bervariasi. Meskipun spesies kayu kandungan lignin berkisar antara 20-40%. *Angiosperm* akuatik dan herba maupun banyak monokotil (misal spesies ekor kuda) kurang mengandung lignin.

Disamping itu, distribusi lignin didalam dinding sel dan kandungan lignin bagian pohon yang berbeda tidak sama, sebagai contoh kandungan lignin yang tinggi adalah khas untuk bagian batang yang paling rendah, paling tinggi dan paling dalam, untuk cabang kayu lunka, kulit dan kayu tekan (D. Fungel dan G. Wegener, 1995).

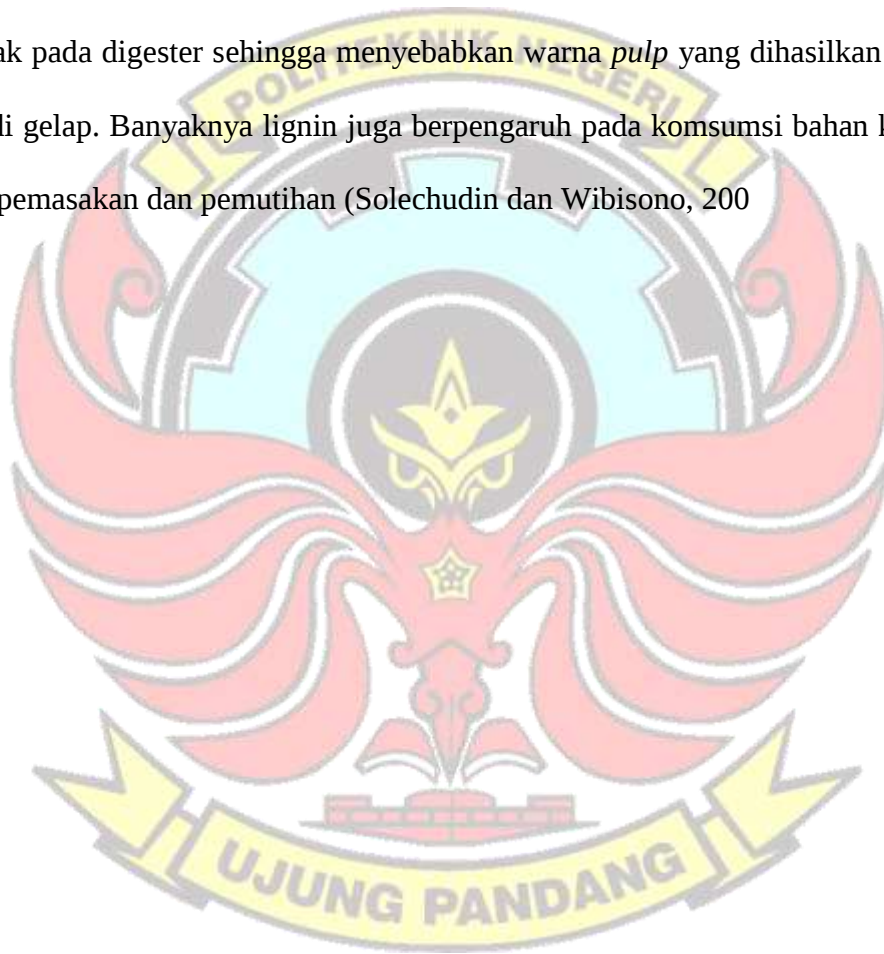
Lignin adalah bagian dari tumbuhan yang terdapat dalam lamelar tengah dalam dinding sel berfungsi sebagai perekat antar sel, sehingga lignin tidak dikehendaki dalam proses pembuatan *pulp*. Lignin adalah polimer kompleks dan bersifat amorf karena sifat amorfnya maka lignin sulit diketahui secara pasti sifat fisik dan bentuk molekulnya.

Reaksi yang dapat terjadi dengan lignin adalah reaksi netralisasi, oksidasi, reduksi, halogenasi, hidrolisa, dan sulfonasi. Reaksi sulfonasi, oksidasi dan halogenasi sangat berpengaruh terhadap sifat kimia *pulp* dan kertas. Lignin sangat peka terhadap oksidasi dan dapat terurai menjadi asam-asam aromatik seperti benzoat. Pada kondisi tertentu lignin dapat teroksidasi menjadi asam format, asetat, oksalat, dan suksinat. Pada pembuatan *pulp* dengan proses soda akan dihasilkan lignin terlarut, sedangkan pada proses sulfat, sulfur masuk ke dalam molekul lignin dan membentuk *tio-lignin* terlarut. Bila lignin berdifusi dengan larutan alkali, maka akan terjadi pelepasan gugus metoksil yang membuat lignin lebih mudah larut dalam alkali.

Reaksi dengan senyawa-senyawa tertentu banyak dimanfaatkan dengan proses-proses pembuatan *pulp* dimana lignin yang terbentuk dapat dipisahkan, sedangkan reaksi oksidasi terdapat lignin banyak dipergunakan dalam proses

pemutihan. Lignin dapat mengurangi daya pengembangan serat serta ikatan antar serat (D. Fengel dan G. Wegener, 1995).

Pulp kertas akan mempunyai sifat fisik atau kekuatan yang baik jika mengandung sedikit lignin karena lignin bersifat menolak air (*hidrophobic*) dan kaku sehingga menyulitkan dalam proses penggilingan. Lignin juga mempunyai gugus pembawa warna (gugus kromofor) yang akan bereaksi dengan larutan pemasak pada digester sehingga menyebabkan warna *pulp* yang dihasilkan akan menjadi gelap. Banyaknya lignin juga berpengaruh pada konsumsi bahan kimia dalam pemasakan dan pemutihan (Solechudin dan Wibisono, 200



BAB IX

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan perencanaan “Pabrik *Pulp* dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Kapasitas 115.000 Ton/Tahun”. Dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Rencana operasi

Pabrik kertas ini direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun, 24 jam/hari

2. Kapasitas produksi

Kapasitas produksi pabrik *pulp* ini sebesar 115.000 ton/tahun.

3. Bahan baku dan bahan pendukung

Bahan baku :

Bahan baku utama yang diperlukan sebesar 14.520,20 kg/jam

Bahan baku pendukung :

- CH_3COOH
- H_2O_2
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$

4. Produk

Produk yang dihasilkan pabrik ini adalah kertas dengan kadar air 5%

5. Utilitas

- Air proses = 1.101.330,65 kg/jam
- Air umpan boiler = 5.287.388,72 kg/jam
- Air sanitasi = 653,44 kg/jam
-

6. Pengolahan limbah

- Limbah cair = *black liquor*, limbah pencucian bubur pulp
- Limbah padat = *impurities* dan *pith*



DAFTAR PUSTAKA

- Nasamsir, N., & Romadoni, E. (2020). PRODUKSI KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) DENGAN SISTEM PEREMAJAAN YANG BERBEDA. *Jurnal Media Pertanian*, 5(1), 6-9.
- Susilawati dan Supijatno, S. (2015). Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq.) di Perkebunan Kelapa Sawit, Riau. *Buletin Agrohorti*, 3(2), 203-212.
- Permana, H. A. (2022). *SKRIPSI: PENGARUH KONSENTRASI NaOH DAN SUHU DELIGNIFIKASI TERHADAP KANDUNGAN LIGNOSELULOSATANDAN KOSONG KELAPA SAWIT* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Lampung).
- Titisari, N., Asri, K., Fauzi, A., Masnur, I., & Kurniawan, I. (2019). Kadar hormon kortisol dan rasio neutrofil/limfosit (N/L) satwa lutung jawa pada saat di kandang perawatan dan kandang karantina di hutan Coban Talun, Batu. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*, 20(1), 29-37.
- Azemi, A., & Yaz, E. E. (1994, November). PSpice and MATLAB in undergraduate and graduate electrical engineering courses. In *Proceedings of 1994 IEEE Frontiers in Education Conference-FIE'94* (pp. 456-459). IEEE.
- Nelson, R. J., Williams, J. S., Leamy, H. J., Miller, B., Casey Jr, H. C., Parkinson, B. A., & Heller, A. (1980). Reduction of GaAs surface recombination velocity by chemical treatment. *Applied Physics Letters*, 36(1), 76-79.

- Biermann, C. J. (1996). *Handbook of pulping and papermaking*. Elsevier.
- Protheroe, R. J., & Biermann, P. L. (1996). A new estimate of the extragalactic radio background and implications for ultra-high-energy γ -ray propagation. *Astroparticle Physics*, 6(1), 45-54.
- Luard, E. (1979). *The United Nations: how it works and what it does*. Springer.
- Fengel, D., & Wegener, G. (1985). Polyosen und lignin-polysaccharid-komplexe aus holz. In *Polysaccharide: Eigenschaften und Nutzung Eine Einführung* (pp. 43-53). Springer Berlin Heidelberg.
- Coniwanti, P., Novalina, S., & Putri, I. K. (2009). Pengaruh Konsentrasi Larutan Etanol, Temperatur dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp Eceng Gondok Melalui Proses Organosolv. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(4).
- Azemi, B. M., & Wootton, M. (1994). Distribution of partial digestion products of hydroxypropyl derivatives of maize, waxy maize and high amylose maize starches. *Starch-Stärke*, 46(11), 440-443.
- Santika, Truly, et al. "Community forest management in Indonesia: Avoided deforestation in the context of anthropogenic and climate complexities." *Global Environmental Change* 46 (2017): 60-71.
- Metcalf, M. G. (1979). Incidence of ovulatory cycles in women approaching the menopause. *Journal of biosocial science*, 11(1), 39-48.
- Suma'mur, P. K., and Pencegahan Kecelakaan. "Jakarta: PT." *Gunung Agung* (1989).

