



## BAB II

### URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

#### II.1 Macam-Macam Proses

Pembuatan pulp bertujuan untuk memisahkan bahan serat dengan bahan lain seperti lignin yang tidak diinginkan dalam proses pembuatan kertas. Pulp dapat dihasilkan dari serabut cellulose dan digunakan dalam industri kertas dan cellulose lainnya juga derivat-derivatnya, misalnya: rayon viscos, cellulose nitrat, cellulose asetat dan carboxymethyl cellulose. Proses pembuatan pulp ada empat macam, yaitu : proses mekanis, semi kimia, kimia, dan organosolvent (Casey,1980).

#### II.2 Pemilihan Proses

##### II.2.1 Proses Mekanis

Proses mekanis digunakan untuk pengolahan bahan baku kayu. Pelepasan serat-serat yang dilakukan dengan cara mekanis dengan cara pengeringan dan penggerusan. Bahan baku pada proses ini biasanya kayu yang berserat panjang. Tidak digunakan bahan kimia, sedang yield yang didapat sekitar 95 % (Casey,1980).

Beberapa cara pembuatan Pulp secara mekanis:

##### II.2.1.1 Stone grounwood (SGW)



Gambar II.1. Diagram Alir Stone Ground Wood (SGW)

Proses ini menggunakan batu gerinda untuk menguraikan bahan baku. Kayu gelondongan yang tidak berkulit (panjang 60- 120 cm), terutama kayu lunak, namun tidak keras) ditekan pada sisi yang panjang sejajar dengan batu asah yang berputar, sedangkan air disemprotkan pada bagian yang mengasah. Gesekan dapat menaikkan suhu dalam daerah pengasahan hingga 150-190°C dan dapat melenturkan komponen lignin kayu. Serat-serat yang tersobek dari permukaan kayu dan diangkut ke arah rongga-rongga pengasah. Teori yang pasti apa yang terjadi

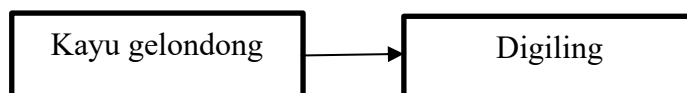


## PRA RENCANA PABRIK

Pabrik Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses  
Acetocell Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

dalam pengasahan belum diketahui, tetapi umumnya diterima bahwa prosedur meliputi pelepasan serat permukaan kayu oleh kekasaran batu asah dan sekaligus menggiling serat-serat menjadi unit-unit kecil rendemen yang diperoleh antara 93-98 %. Kekuatan dan derajat putih pulp yang dihasilkan rendah. Energi dan air yang diperlukan cukup banyak (Casey, 1980).

### II.2.1.2 Refiner Mechanical Pulping (RMP)



Gambar II.2 Diagram Alir Refiner Mechanical Pulping (RMP)

Proses ini menggunakan penggilingan cakram (disk refiner) untuk menguraikan bahan baku pulp. Bahan baku utamanya adalah kayu jarum. Pada umumnya untuk semua proses penggilingan mekanik terdapat dua operasi dasar yang dilakukan selama penggilingan: pelepasan kayu menjadi serat-serat tunggal dan berkas serat, dan fibrilasi yang meliputi pengubahan serat-serat menjadi unsur-unsur fibriler. Karena kualitas dan sifat-sifat pulp mekanik terutama tergantung pada sifat serat, maka jumlah tahapan penggilingan dan terutama rancang bangun penggiling sangat penting. Pada dasarnya penggilingan pulp mekanik dapat dilakukan dalam satu (proses tahap-tunggal), dua, tiga atau empat tahap (proses tahap ganda), dengan kecenderungan ke penggilingan dua tahap. Hal ini disebabkan karena keuntungan dalam bahan baku kayu dan pemakaian energi. Pada saat ini tahap pertama kebanyakan menggunakan tekanan sedangkan tahap tahap berikutnya dilakukan di bawah kondisi tekanan atmosfer (Casey, 1980)

### II.2.1.3. Termo Mechanical Pulping (TMP)

Proses ini mirip dengan proses Refiner Mechanical Pulping, yaitu menggunakan penggilingan cakram untuk menghasilkan bahan baku. Namun ada perbedaan utama yang membedakan kedua proses tersebut, yaitu pada proses Termo Mechanical Pulping (TMP), serpih mendapat perlakuan suhu dan tekanan tinggi sebelum masuk ke dalam penggilingan cakram. Proses dasar meliputi impregnasi dan langkah pemanasan pendahuluan terhadap serpih kayu yang dicuci dengan uap jenuh dibawah tekanan. Kemudian serpih-serpih yang diperlakukan



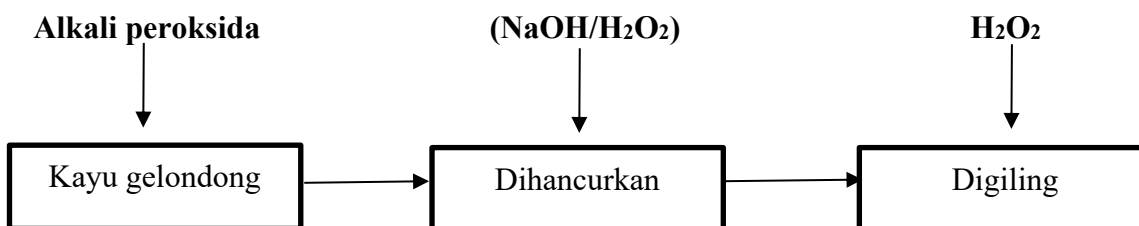
## PRA RENCANA PABRIK

Pabrik Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses  
Acetocell Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

awal ini dimasukkan ke dalam penggilingan cakram untuk pelepasan serat pada suhu dan tekanan yang kira-kira sama seperti dalam tahap pemanasan pendahuluan. Tahap penggilingan kedua biasanya dilakukan pada tekanan atmosfer. Oleh karena itu bahan yang telah dilepas seratnya telah terekspansi ke dalam suatu siklon dimana uap dihilangkan dan digiling dalam satu atau dua tahap untuk memperoleh derajat giling yang diinginkan. Bahan-bahan yang tidak lolos dari penggilingan dan penyaringan disatukan dan didaur ulang dengan langkah penggilingan atau digiling secara terpisah.

Pemberian suhu tinggi tersebut mengakibatkan pelunakan komponen lignin dan penghilangan komponen yang mudah larut dalam air dan komponen yang mudah menguap. Rendemen yang diperoleh pada proses ini lebih rendah dibandingkan dengan proses mekanis biasa, namun memiliki sifat fisik yang lebih kuat (Biermann, 1996).

### II.2.1.4 Chemi Thermo Mechanical Pulping (CTMP)



Gambar II.3 Diagram Alir Chemi Thermo Mechanical Pulping

Dalam suatu proses kimia-mekanika yang digambarkan belum lama ini digunakan serpih-serpih yang dihancurkan untuk menaikkan efisiensi impregnasi. Cairan impregnasi alkali peroksida (NaOH atau H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) diberikan pada suhu 40-60 oC pada tekanan atmosfer selama 1,5-2 jam sebelum penggilingan konsistensi rendah (5 %). Pulp-pulp cerah (derajat putih 70 %) rendemen tinggi (86-93 %) dihasilkan dari campuran kayu keras perancis yang mengandung 50 % kayu oak, 25 % beech dan 25 % birch. Perlakuan dengan hidrogen peroksida juga dilakukan dalam tahap penggilingan sedang delignifikasi oleh asam parasetat digunakan dalam perlakuan akhir setelah penggilingan. Dalam proses ini komersial variasi perlakuan pendahuluan sulfit dan bisulfit dilakukan terutama terhadap kayu lunak



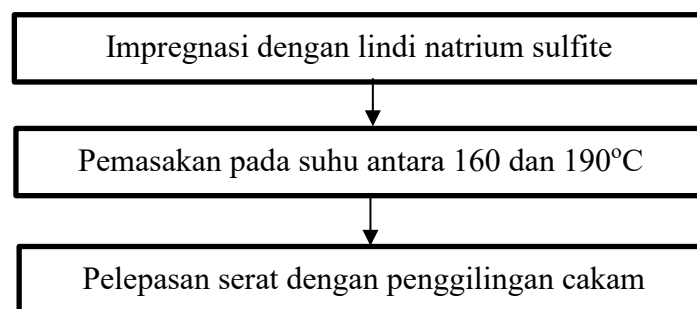
## PRA RENCANA PABRIK

### Pabrik Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Acetocell Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

dan perlakuan pendahuluan natrium hidroksida atau natrium sulfit terhadap kayu keras. Natrium bisulfit (pada pH 4-6) merupakan bahan kimia yang cocok sebagai perlakuan pendahuluan, yang menyebabkan sulfonasi lignin. Proses ini merupakan perkembangan dari proses Termo Mechanical Pulping. Pada proses ini selain digunakan panas untuk melunakkan lignin, juga diberikan sedikit bahan kimia agar komponen lignin akan lebih mudah dihilangkan (Biermann, 1996).

#### II.2.2 Proses Semi Kimia

Menurut J.Biermann (1996), proses ini merupakan gabungan dari proses mekanik dan proses kimia. Tahap awal dari proses ini adalah pengolahan bahan baku dengan menggunakan bahan kimia untuk memutuskan ikatan lignin, selulosa, kemudian dilanjutkan dengan pengolahan kimia. Contoh proses ini adalah proses pemasakan pulp secara netral sulfit dengan menggunakan  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  yang mengandung larutan buffer untuk menetralkan asam-asam organik yang terbentuk pada pemanasan sampai  $120^\circ\text{C}$  atau lebih. Fungsi buffer adalah untuk mencegah korosi, menaikkan rendemen dan mengurangi waktu pemasakan. Contoh buffer adalah campuran  $\text{NaOH}$  dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  atau  $\text{Na}_2\text{S}$  dengan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Buffer yang sering digunakan adalah  $\text{NaHCO}_3$  karena menghasilkan pulp dengan warna lebih baik dan dengan pemakaian bahan kimia yang lebih sedikit. Proses semi kimia yang lain adalah proses alkali dingin yaitu perendaman bahan baku dalam larutan  $\text{NaOH}$  pada suhu kamar dan tekanan atmosfer. Brightness kertasnya lebih rendah dibandingkan dengan proses netral sulfit.



Gambar II.4 Diagram Alir Proses Semi Kimia



### II.2.3 Proses Kimia

Tujuan pembuatan pulp dengan proses kimia adalah untuk merusak dan melarutkan zat pengikat serat yang terdiri dari lignin, pentosa dan lain-lain. Proses pemasakan bahan baku dengan larutan kimia dilakukan di dalam digester. Selama pemasakan lignin bereaksi dengan larutan kimia pemasak dan membentuk senyawa-senyawa terlarut yang mudah dicuci dan sebagian dari selulosa ikut bereaksi juga. Hal ini akan menurunkan rendemen pulp yang dihasilkan (Sherve's, 1986).

Berdasarkan bahan kimia yang digunakan untuk pemasakan, pembuatan pulp dengan bahan kimia dapat dibedakan menjadi tiga macam proses, yaitu:

#### II.2.3.1 Proses Sulfat

Proses sulfat mempunyai kandungan rendemen yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses soda (D. Fengel dan G. Wegener, 1985). Pada proses sulfat larutan pemasak yang digunakan adalah sodium hidroksida dan sodium sulfit, dimana sodium hidroksida dihasilkan dari reduksi sulfat selama proses insenerasi dan sodium hidroksida dihasilkan dari hidrolisa sodium sulfit didalam air dengan serat yang dihasilkan sangat baik akan tetapi warnanya jelek, sehingga proses ini digunakan untuk membuat kertas berkekuatan tinggi seperti kantong semen dan kertas bungkus (Sherve's, 1986). Proses pemasakan biasanya dilakukan pada suhu antara 160 °C hingga 180 °C pada tekanan antara 7 dan 11 bar. Proses pembuatan pulp cepat yang sinambung menggunakan suhu 190-200 °C, hanya membutuhkan waktu pemasakan 15-30 menit (Nolan 1957 ; Kleinert 1965 dalam D. Fengel dan G. Wegener, 1985).

#### II.2.3.2 Proses Sulfit

Dari segi kimia lindi pemasak pulp sulfit berbeda-beda tergantung dari bentuk-bentuk yang mungkin dari belerang dioksida dalam larutan berair dan macam basa yang ditambahkan pada sistem ini. Reaksi belerang dioksida dengan air pada dasarnya menghasilkan  $\text{SO}_3$  yang terlarut atau asam sulfit ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ), Bisulfit (hidrogen sulfit) ( $\text{HSO}_3^-$ ), Monosulfit ( $\text{SO}_3^{2-}$ ) (D. Fengel dan G. Wegener, 1985).



## PRA RENCANA PABRIK

### Pabrik Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Acetocell Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

Tingkat pH lindi tergantung dari asam sulfit, monoslufit dan bisulfit. Kisaran pH pada proses sulfit adalah pH (1,5-9), harga pH tergantung pemasak yang digunakan. Mengenai bahan baku kayu tidak dapat digunakan spesies dengan kandungan resin yang tinggi (misalnya pinus dan bahan kayu keras) atau serpih dengan jumlah kulit yang banyak .

Proses sulfit menggunakan bahan kimia aktif, yaitu asam sulfit, kalsium bisulfit, sulfur dioksida yang dinyatakan dalam larutan  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$  dengan  $\text{H}_2\text{SO}_3$  berlebih. Bahan baku yang biasa digunakan biasanya kayu lunak dan larutan pemasaknya yaitu  $\text{SO}_2$  dan  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  banyak.

Kandungan sisa lignin dapat bervariasi antara 10-15 % dalam pulp sulfit rendemen tinggi yang tidak dikelantang, tetapi umumnya dalam hal pulp kayu lunak berkisar antara 3-5 % dan 1- 3 % dalam pulp kayu keras banyak (D. Fengel dan G. Wegener,1985).

#### II.2.3.3 Proses Soda Alkali

Proses ini digunakan untuk bahan baku non kayu seperti bagasse, jerami, eceng gondok, dan jenis rumput-rumputan yang lain. Larutan pemasak yang digunakan adalah NaOH dan selama proses pemasakan, larutan NaOH berfungsi sebagai :

- a. Pereaksi lignin
- b. Pelarut senyawa lignin dan karbohidrat
- c. Pereaksi asam-asam organik dan resin yang ada dalam bahan baku
- d. Adsorben serat dakanm jumlah kecil

#### II.2.4 Proses Organosolv

Organosolv pulping adalah proses pulping dengan menggunakan bahan pelarut organik seperti methanol, alcohol, acetone, asam asetat,dll untuk menghilangkan kadar lignin. Proses pulping tersebut memiliki beberapa kelebihan yaitu ramah lingkungan dan tidak menghasilkan limbah sulfur. Proses organosolv memiliki proses recovery limbah yang sederhana dengan peralatan konstruksi yang standart (J.Biermann, 1996).

##### II.2.4.1 Proses Acetosolv



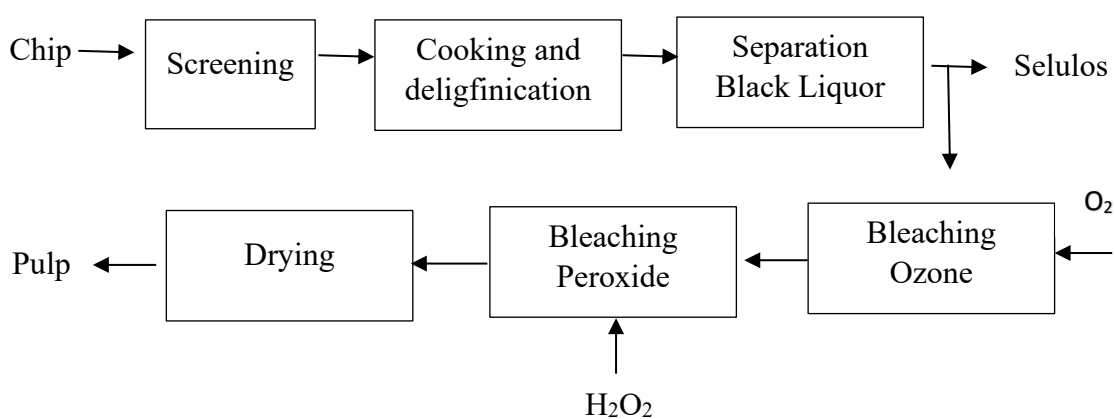
## PRA RENCANA PABRIK

### Pabrik Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Acetocell Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

Pada proses ini menggunakan asam asetat sebagai pelarut organik dan HCl sebagai katalis. Chip sebelum masuk ke dalam proses pemasakan discreening terlebih dahulu. Pada proses screening, chip yang belum sesuai dengan ukuran dikembalikan lagi ke proses cutter. Setelah dari proses pemasak kemudian masuk ke proses pemisahan. Dalam proses pemisahan dihasilkan selulose dan black liquor diolah lanjut sebagai bahan bakar boiler, sedangkan selulose lanjut ke proses bleaching, drying, dan menjadi pulp. Proses bleaching ada 2 tahap, yaitu : bleaching menggunakan ozon lalu bleaching menggunakan peroksida (Muurinen, 2000).

#### II.2.4.2 Proses Acetocell

Proses acetocell sama dengan proses acetosolv, yang membedakan pada proses ini tidak menggunakan katalis asam kuat yaitu HCl yang dapat menimbulkan korosi pada alat ketika proses katalis beroperasi. Jadi, proses pulping menggunakan asam asetat saja sebagai pelarutnya. Proses ini dalam pengolahan pulp memiliki beberapa keunggulan, antara lain : bebas senyawa sulfur, daur ulang limbah dapat dilakukan hanya dengan metode penguapan dengan tingkat kemurnian yang cukup tinggi, dan nilai hasil daur ulangnya jauh lebih mahal dibandingkan dengan hasil daur ulang limbah kraft (Muurinen, 2000).



Gambar II.5 Diagram Alir Proses Acetocell

#### II.2.4.3 Proses Allcell



## PRA RENCANA PABRIK

Pabrik Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses  
Acetocell Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

Proses Alcell sama seperti proses acetocell, perbedaannya terletak pada pelarut. Proses ini menggunakan pelarut jenis alkohol (metanol, etanol, propanol, dll) (Muurinen, 2000).

### II.3 Seleksi Proses

Seleksi proses pada proses pembuatan pulp didasarkan pada pertimbangan kelebihan dan kekurangan macam macam proses seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, sehingga adapat disimpulkan dalam tabel seperti di bawah ini :

Tabel II.2. Perbandingan proses

| No | Proses     | Keuntungan                                                                                       | Kerugian                                                                                              |
|----|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Mekanis    | 1. Ramah lingkungan<br>2. Didapatkan serat yang banyak                                           | 1. Kekuatan Pulp rendah<br>2. Pulp tidak dapat disimpan lama<br>3. Memerlukan energi yang cukup besar |
| 2  | Semi-Kimia | 1. Bahan kimia dapat didaur ulang<br>2. Menghasilkan serat yang kuat<br>3. Pulp mudah diputihkan | 1. Tidak ramah lingkungan                                                                             |
| 3  | Kimia      | 1. Berbagai jenis kayu dapat diolah<br>2. Biaya operasi murah<br>3. Proses sederhana             | 1. Tidak ramah lingkungan<br>2. Proses delignifikasi kurang sempurna                                  |
| 4  | Organosolv | 1. Rendemen Pulp yang dihasilkan tinggi<br>2. Daur ulang lindi hitam mudah                       | 1. Tidak cocok untuk proses <i>Pulping</i> dengan campuran dari berbagai kayu                         |



## PRA RENCANA PABRIK

Pabrik Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses  
Acetocell Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

|  |  |                                                                                         |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | 3. Tidak menggunakan unsur sulfur sehingga ramah lingkungan<br>4. Pengoprasian ekonomis |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|

( Casey,1980 ; D. Fengel dan G. Wegener,1985 ; Nugroho, 2009)

Proses pembuatan pulp dari Tandan kosong kelapa sawit ini dilakukan dengan proses organosolv jenis acetocell, yakni dengan penambahan larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  tanpa katalis  $\text{HCl}$ , karena proses ini ramah lingkungan, kebutuhan energi yang relatif rendah, serta dapat meningkatkan rendemen dan kualitas pulp. Pada proses ini dilakukan melalui beberapa tahapan :

1. Tahap Pre-Treatment
2. Tahap pemasakan
3. Tahap pemutihan
4. Tahap post treatment

### II.4 Uraian Proses

Proses pembuatan pulp dari TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) ini dilakukan dengan proses acetocell karena proses ini ramah lingkungan, daur ulang lindi hitam mudah dilakukan karena tanpa unsur sulfur, serta meningkatkan rendemen dan kualitas pulp. Pada proses ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

#### 1. Proses Pre-treatment

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) ditampung pada area open yard , kemudian TKKS dengan kadar air 60 % tersebut diangkut menggunakan belt conveyor untuk selanjutnya dipecah menggunakan giratory crusher Dari giratory crusher TKKS masuk ke alat vibrating screen ,lalu di tampung ke dalam chip bin dan selanjutnya TKKS diangkut menggunakan bucket elevator dan selanjutnya menuju proses pemasakan.

#### 2. Proses Pemasakan

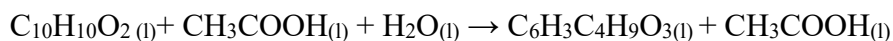
Bahan baku dari proses persiapan dibawa menuju digester dengan bucket elevator, dimana digester bersifat continous. Bahan baku dimasak dengan larutan



## PRA RENCANA PABRIK

Pabrik Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses  
Acetocell Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

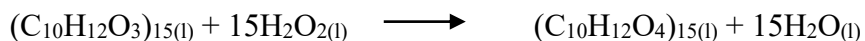
pemasak asam asetat 85 % yang bersal dari tangki pengenceran asam asetat dengan nisbah cairan-padatan 1:12, proses pemasakan terjadi pada suhu pemasakan 170 °C dengan waktu pemasakan 2 jam dan tekanan sebesar 8 bar. Reaksi yang terjadi



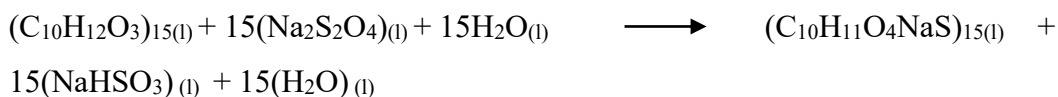
Setelah pemasakan selesai, pulp yang dihasilkan dialirkan ke dalam blow tank Kemudian pulp dialirkan menggunakan pompa menuju ke rotary vacuum drum filter .Bubur pulp menempel di dinding luar silinder. Setelah keluar dari RVF bubur pulp dialirkan menuju proses bleaching.

### 3. Proses Bleaching

Bubur pulp dari proses pemasakan dialirkan menuju mixer .Didalam mixer terjadi pencampuran antara Hidrogen Peroksida ( $H_2O_2$ ) 3 % yang berasal dari tangki pengenceran serta penambahan air proses untuk mempertahankan konsistensi sebesar 10 %, kemudian dari mixer dialirkan menuju reaktor  $H_2O_2$  , temperatur pada proses bleaching menggunakan  $H_2O_2$  sebesar 90 °C selama 2 jam dengan tekanan 5 bar dan rentang pH 10,5-11. Reaksi yang terjadi



Setelah dari reaktor  $H_2O_2$  pulp ditampung di tangki penyimpanan , kemudian pulp di pompa menuju proses pencucian dengan menggunakan alat RVF .Setelah proses pencucian, pulp dialirkan menuju mixer. Didalam mixer terjadi pencampuran antara Sodium Dithionite ( $Na_2S_2O_4$ ) 1 % yang berasal dari tangki pengenceran ,serta penambahan air proses untuk mempertahankan konsistensi sebesar 15 %, kemudian dari mixer dialirkan menuju reaktor  $Na_2S_2O_4$ , temperatur pada proses bleaching menggunakan  $Na_2S_2O_4$  sebesar 80 °C selama 2 jam dengan tekanan 5 bar dan rentang pH 7-8.



Setelah dari reaktor  $Na_2S_2O_4$  pulp ditampung di tangki penyimpanan, kemudian pulp di pompa menuju proses pencucian dengan menggunakan alat RVF . Selanjutnya bubur pulp masuk kedalam tangki pengenceran . Dari proses bleaching menghasilkan kecerahan sebesar 82 %



## PRA RENCANA PABRIK

Pabrik Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses  
Acetocell Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

---

### 4. Proses Post treatment

Bubur pulp dipompa menuju ke head box .Dari head box pulp menuju ke wire part untuk membentuk lembaran pulp, setelah itu menuju ke rotary drum dryer untuk dilakukan pengeringan hingga lembaran pulp memiliki kadar air 5 %. Kemudian lembaran pulp, menuju roll .



## PRA RENCANA PABRIK

Pabrik Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses  
Acetocell Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

---

### DAFTAR PUSTAKA

- Bajpai, P. 2012. *Environmentally Benign Approaches for Pulp Bleaching* (2nd ed.). Amsterdam: Elsevier.
- Biermann, C. J. (1996). *Handbook of Pulping and Papermaking* (2nd ed.). United Kingdom: Academic Press Limited.
- Casey, J. P. (1984). *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology* (3rd ed.). New York: John Willey and Sons
- Fengel, D., & Wenger, G. 1995. *Kayu, Kimia Ultra Struktur Reaksi-reaksi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Pers.
- Junaedi. 2011. *Data dan Statistika Pulp di Indonesia*. Bangkinang: Kementerian Kehutanan
- Levenspiel, O. (1999). *Chemical Reaction Engineering* (3rd ed.). New York: John Willey and Sons inc.
- Muurinen, E. (2000). *Organosolv Pulping*. OULU: OULU University Library.
- Perry, R. 2008. *Perry's Chemical Engineers Handbook* (18ed). New York: John Willey and Sons inc.
- Raymond. 1998. *Environmentally Friendly Technologies for the Pulp and Paper Industry*. Amerika: John Wiley & Sons, Inc.