



BAB II

URAIAN DAN SELEKSI PROSES

II.1 Tinjauan Proses

Proses pembuatan kertas secara konvensional terdiri dari beberapa metode, dapat dilakukan baik pada zat dengan kandungan serat kayu maupun serat non-kayu. Produksi kertas dapat dilakukan diantaranya dengan,

1. Proses Mekanis
2. Proses Semi-Kimia
3. Proses Kimia

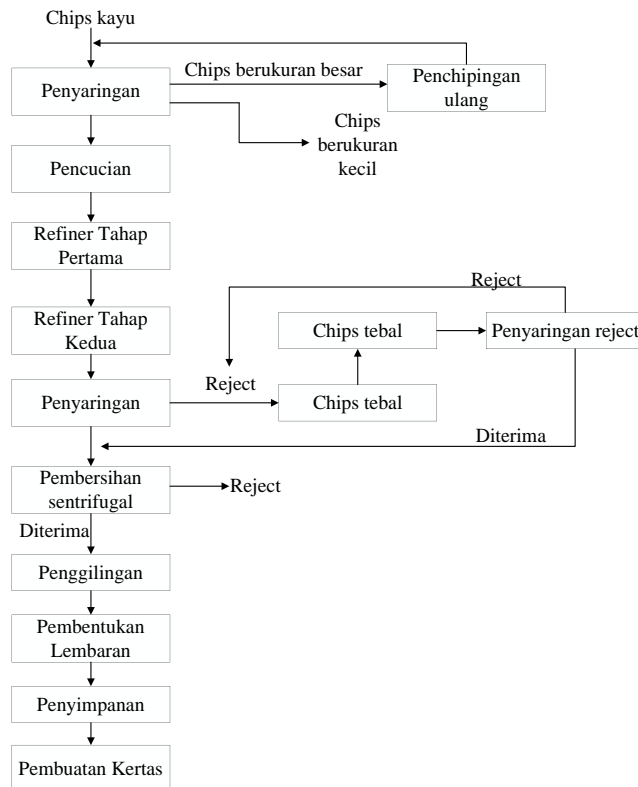
Untuk proses kimia, terdapat beberapa metode dalam produksinya, diantaranya ialah proses soda, proses sulfit, dan proses sulfat/kraft.

II.1.1 Proses Mekanis

Secara mekanis pembuatan kertas akan melakukan proses pemisahan serat secara mekanis tanpa adanya penambahan zat kimia. Proses akan dilakukan dengan penggilingan kayu dengan menggunakan cakram (*disk refiner*) untuk menguraikan batangan kayu jarum. Proses akan terdiri dari pelepasan kayu menjadi serat tunggal dan berkas serat, kemudian proses perubahan serat-serat tersebut menjadi unsur *fibriler*. Hasil kertas akan sangat dipengaruhi oleh kualitas serat pada proses penggilingan, sehingga guna mendapatkan hasil kertas dengan kualitas tinggi akan memerlukan kualitas kayu terbaik dengan serat-serat yang panjang.



PRA RANCANGAN PABRIK KERTAS DARI PULP BERBAHAN DASAR BAGASSE TEBU DENGAN PROSES SODA



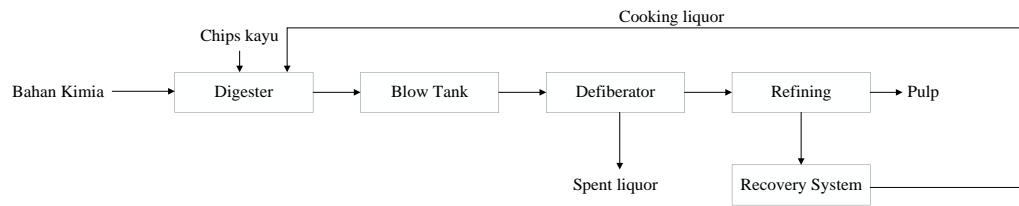
Gambar II. 1 Diagram Alir Proses Produksi Kertas Metode Mekanis

II.1.2 Proses Semi-Kimia

Produksi kertas dapat dilakukan dengan melibatkan penambahan bahan kimia sebagai penunjang proses. Pada proses semi-kimia dilakukan penambahan bahan kimia yang dapat berupa sulfit, soda api, natrium karbonat, dan sodium peroksida dengan konsentrasi rendah. Bahan kimia ini akan terlebih dahulu dikontakkan dengan bahan baku mentah dengan menggunakan *digester* guna penghilangan lignin. Pada proses semi-kimia bahan baku cenderung merujuk kepada kayu-kayu dengan kerapatan rendah, sedang, hingga tinggi. Pulp yang didapatkan dari proses semi-kimia sendiri memiliki rendemen antara 65-95%. Proses impregnasi atau penambahan bahan kimia pada kayu akan dilanjutkan dengan proses mekanis dengan menggunakan cakram yang akan melepaskan serat-serat kayu. Proses semi-kimia ini biasanya menghasilkan kertas yang digunakan sebagai koran, kertas tahan lemak atau minyak, dan kertas pembungkus berombak (Fengel et al, 1995).



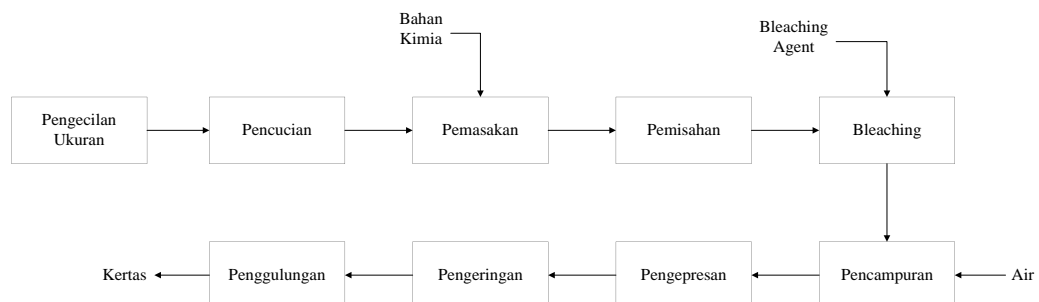
PRA RANCANGAN PABRIK KERTAS DARI PULP BERBAHAN DASAR BAGASSE TEBU DENGAN PROSES SODA



Gambar II. 2 Proses Produksi Kertas Dengan Metode Semi-Kimia

II.1.3 Proses Kimia

Tujuan utama pembuatan *pulp* dengan menggunakan proses kimia ialah proses perusakan dan pelarutan zat pengikat serat yang terdiri dari lignin, pentosa, dan lain-lain dari bahan baku. Selayaknya proses semi-kimia, pengontakan bahan kimia akan dilakukan pada *digester*. Selama proses pemasakan tersebut lignin akan bereaksi dengan larutan kimia dan membentuk senyawa-senyawa kimia terlarut yang nantinya dapat dengan mudah dicuci. Selain pelarutan tersebut, penambahan bahan kimia akan menurunkan kadar rendemen pada *pulp* yang dihasilkan (Sherve's, 1986).



Gambar II. 3 Proses Produksi Kertas Dengan Metode Kimia

Berdasarkan jenis bahan kimia yang ditambahkan pada proses pemasakan, pembuatan *pulp* dengan proses kimia dapat dibedakan menjadi tiga macam, yakni:

II.1.3.1 Proses Kraft/Sulfat

Proses sulfat akan menggunakan sodium hidroksida dan sodium sulfit, dengan sodium hidroksida dihasilkan dengan proses reduksi sulfat dengan proses insenerasi. Sementara itu, sodium hidroksida berasal dari proses hidrolisis sodium sulfit dengan air. Proses dilakukan pada suhu antara 160°C hingga 180°C pada tekanan 7-11 bar. Proses kemudian akan diteruskan pada suhu 200°C dengan waktu 15-30 menit. Kertas hasil proses ini biasanya memiliki serat yang sangat baik akan



tetapi warna yang dihasilkan cenderung coklat kehitaman, sehingga proses ini kerap digunakan pada produksi kertas dengan kekuatan tinggi seperti kertas pada kantong semen atau kertas bungkus (Fengel, 1995)

II.1.3.2 Proses Soda/Alkali

Proses soda atau proses alkali merupakan proses produksi kertas atau pulp yang biasanya digunakan pada bahan-bahan non-kayu seperti bagasse, jerami, damen, dan berbagai jenis rumput-rumputan lain. Proses ini akan menggunakan natrium hidroksida sebagai senyawa pemasak. Larutan NaOH nantinya akan bereaksi dengan lignin. Proses ini akan menggunakan tekanan tinggi yang berfungsi untuk melunakkan lignin dan menambah kekuatan pulp yang dihasilkan. Tekanan operasi sendiri berkisar antara 8-11 bar dengan temperatur 160-180. Proses kemudian dilanjutkan dengan proses pemasakan selama 60-120 menit. Proses ini umumnya digunakan sebab kemudahan *recovery* natrium hidroksida hasil proses. Proses kemudian dilanjutkan dengan proses pencucian pulp yang berfungsi untuk membersihkan sisa bahan kimia pada pulp hasil pemasakan. Pulp yang telah dicuci selanjutnya akan mengalami tahap *bleaching* atau pemutihan dengan menggunakan klor cair, peroksida, atau bahkan hipoklorit.

II.1.3.3 Proses Sulfit

Proses produksi kertas dengan metode sulfat biasanya menggunakan lindi yang berbeda-beda tergantung dari bentuk dari belerang dioksida dan macam basa yang akan ditambahkan dalam proses produksi. Reaksi belerang dioksida dengan air pada dasarnya akan menghasilkan senyawa SO_3 yang terlarut atau asam sulfit (H_2SO_3), bisulfit (HSO_3^-), monosulfit (SO_3^{2-}). Kondisi operasi proses seperti pH akan bergantung pada asam sulfit, monosulfit, dan bisulfit. Kondisi pH secara umum akan berkisar antara 1,5-9. Bahan baku pada proses ini biasanya merupakan kayu dengan struktur yang cenderung lunak sedang kayu yang sukar diolah dengan proses ini adalah kayu dengan kandungan resin yang tinggi, seperti kayu pinus atau berbagai kayu-kayu keras lain. Proses ini akan menyisakan lignin antara 10-15% dalam pulp dengan rendemen tinggi dan 3-5% (Fengel, 1995).



**PRA RANCANGAN PABRIK
KERTAS DARI PULP BERBAHAN DASAR BAGASSE TEBU
DENGAN PROSES SODA**

II.2 Seleksi Proses

Berikut merupakan tabel perbandingan dari proses pembuatan kertas dengan metode mekanis, semikimia, dan kimia.

Tabel II. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Kertas

Kategori	Sub-Proses	Yield (%)	Suhu (°C)	pH	Waktu Operasi	Energi (kWh/ton)	Keuntungan	Kerugian
Mekanis	SGW (Stone Ground Wood)	95-97	160	-	Tidak diketahui	800-1500	1. Daya cetak kertas baik 2. Ramah Lingkungan 3. Serat banyak dihasilkan	Kekuatan pulp rendah
	RMP (Refiner Mechanical Pulp)	96-97	140	-	Tidak diketahui	-		
	TMP (Thermo Mechanical Pulp)	92-94	130	-	2-3 menit	1200-2200		
	CMP (Chemo Mechanical Pulp)	>90	30	4-6	1.5-2 jam	1400-1900		
	CTMP (Chemo-Thermo Mech. Pulp)	85-95	70	4-6	1-2 jam	2000-2500		
Semi-kimia	NSSC	75-85	160-180	7-10	15-60 menit	2600-3000	1. Rendemen tinggi 2. Spesies kayu fleksibel	Tidak cocok untuk non-wood
Kimia	Sulfat (Kraft)	45-55	165-175	1-2	1-2 jam	2600-3000	1. Cocok untuk semua jenis kayu	1. Warna gelap tanpa bleaching



**PRA RANCANGAN PABRIK
KERTAS DARI PULP BERBAHAN DASAR BAGASSE TEBU
DENGAN PROSES SODA**

Kategori	Sub-Proses	Yield (%)	Suhu (°C)	pH	Waktu Operasi	Energi (kWh/ton)	Keuntungan	Kerugian
							2. Waktu Pemasakan pendek 3. Sifat pulp baik	2. Bau sulfur 3. Recovery zat pemasak sulit
	Sulfit	43-48	125-143	-	3-7 jam	2600-3000	1. Derajat putih alami lebih baik 2. Tidak berbau	1. Kekuatan pulp lebih rendah 2. Kerak pada peralatan 3. Proses lama 4. Persoalan pencemaran lingkungan
	Alkali/Soda	50-70	155-175	13-14	0.5-3 jam	2600-3000	1. Proses sederhana 2. Cocok untuk non-wood 2. Recovery lindi hitam mudah 3. Sedikit bahan kimia	1. Delignifikasi kurang sempurna

(Ulmann's 2004; Casey, 1984; Fengel, 1995)

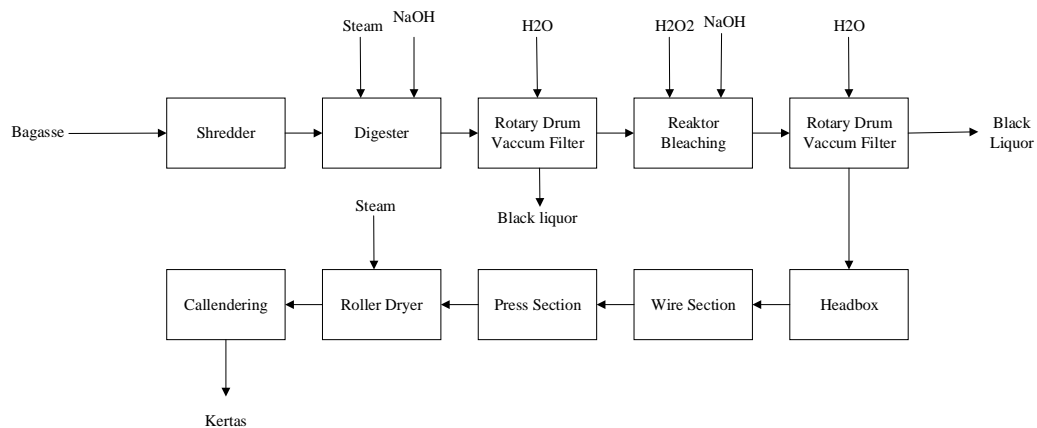


PRA RANCANGAN PABRIK KERTAS DARI PULP BERBAHAN DASAR BAGASSE TEBU DENGAN PROSES SODA

Berdasarkan tabel II.1, adapun proses yang dipilih dalam pembuatan kertas dari bagasse yaitu **proses soda** dengan beberapa faktor pertimbangan sebagai berikut.

- Cocok untuk bahan baku ampas tebu/ *bagasse* (non-kayu)
- Proses cukup sederhana dan waktu operasi lebih cepat dibanding proses kimia lain
- Penggunaan bahan kimia relatif rendah dibanding proses kimia lain
- Meningkatkan rendemen yakni hingga 70% dan kualitas pulp

II.3 Uraian Proses



Gambar II. 4 Blok Diagram Produksi Kertas dengan Proses Soda

II.3.1 Proses Pre-treatment

Proses pre-treatment dimulai dengan penyimpanan *bagasse* tebu di gudang kemudian dilakukan pengecilan ukuran menggunakan *shredder* hingga *bagasse* memiliki panjang 1-1,2mm. Selanjutnya dilakukan proses *screening* dengan menggunakan ayakan berukuran 14 mesh. Material kemudian akan dialirkan menuju *digester* melalui *screw conveyor* dan *bucket elevator*. Aliran dari *bucket elevator* selanjutnya akan melalui bagian *screw feeder* pada *digester* untuk masuk pada proses pemasakan.

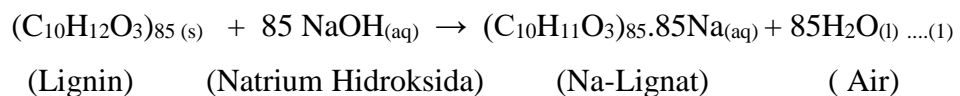


II.3.2 Proses Pemasakan dan Bleaching

a. Pemasakan

Pada proses delignifikasi atau pemasakan pulp, *bagasse* yang telah dikecilkan ukurannya akan masuk pada bagian *screw feeder* pada *digester* untuk kemudian dikontakkan dengan *cooking liquor* berupa *steam* dan natrium hidroksida dengan konsentrasi 10% dan perbandingan antara *cooking liquor* dengan *bagasse* sebesar 6:1. Proses pemasakan pada *digester* dilakukan selama 20 menit dengan suhu 175°C dan tekanan 115 psig. Reaksi ini mengkonversi lignin menjadi *Na-lignat* yakni lignin yang telah berhasil dihilangkan dari serat serat *bagasse*. Pada reaksi delignifikasi ini lignin terkonversi sebesar 90% serta untuk komponen seperti selulosa dan hemiselulosa mengalami degradasi. Adapun degradasi selulosa sebanyak 5% dan hemiselulosa sebanyak 20% (Bajpai, 2012).

Reaksi delignifikasi:



Selanjutnya, campuran ini dialirkan menggunakan *ekspansion valve* untuk menurunkan tekanan menjadi 1 atm menuju *blow tank* tangki penyimpanan *bagasse* hasil delignifikasi dan *black liquor* untuk melepas uap air. Hasil *slurry pulp* kemudian akan mengalami proses pencucian pada *rotary vacuum filter* dengan tambahan air pencuci 2,5 kali volume *slurry* yang kemudian akan memisahkan *slurry* menjadi pulp (fraksi padat) dan *black liquor* (filtrat) (Nieder-Heitmann et al., 2020).

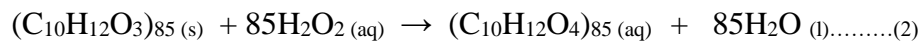
b. Bleaching

Pulp yang telah melalui proses pencucian akan terlebih dahulu melalui proses pencampuran untuk membentuk konsistensi pulp 3,5%, kemudian *slurry* hasil pencampuran akan melalui tahap pemutihan dengan proses *bleaching*. Reaktor *bleaching* akan mengolah pulp dengan warna kecoklatan akibat masih adanya kandungan lignin teroksidasi dengan menggunakan *bleaching agent* berupa H_2O_2 dengan konsentrasi 2,3% serta



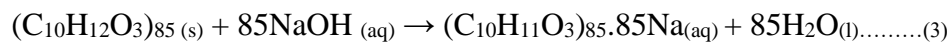
NaOH 1,5%, operasi dilakukan pada suhu 85°C selama 70 menit dengan rasio pulp dan *liquor* 1:4. Proses ini meningkatkan derajat putih pulp dengan mengoksidasi sisa lignin dengan bantuan hidrogen peroksida dan natrium hidroksida. Hasilnya adalah *bleached cellulose pulp* (BCP) yang siap untuk tahap akhir (Nieder-Heitmann et al., 2020).

Reaksi bleaching:



(Lignin) (Hidrogen Peroksida) (Lignin Teroksidasi) (Air)

Konversi lignin : 40% (Meyer, 2001)



(Lignin) (Natrium Hidroksida) (Na-Lignat) (Air)

Konversi lignin : 90% (Bajpai, 2012)

II.3.3 Proses Post-treatment

Proses kemudian akan dilanjutkan menuju pencucian kedua untuk menghilangkan kandungan lignin yang telah larut menggunakan *rotary vacuum filter* menggunakan air pencuci dengan penambahan air pencuci 2,5 kali volume *slurry*. Setelah tahap pencucian kedua selesai dilakukan, pulp akan melalui proses pencampuran dengan air hingga mencapai konsistensi 3,5%. *Slurry* pulp yang telah tercampur kemudian akan didistribusikan menuju *headbox* dan *wire section* untuk membentuk lembaran basah. Lembaran-lembaran basah yang telah diratakan dalam *wire section* kemudian akan melalui proses pengeringan menggunakan *roller dryer* hingga kadar airnya 5%. Selanjutnya lembaran kertas digulung di calendering dan disimpan di paper storage.



PRA RANCANGAN PABRIK
KERTAS DARI PULP BERBAHAN DASAR BAGASSE TEBU
DENGAN PROSES SODA
