

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Digester

Digester merupakan alat utama pada proses pembuatan *pulp*. Alat ini sebagai tempat atau wadah dalam proses delignifikasi bahan baku industri *pulp* sehingga didapat produk berupa *pulp*. Proses delignifikasi ini membutuhkan mekanisme kerja seperti cairan pemasak, steam dan bahan penolong lainnya. Dalam proses pemisahan serat dan senyawa-senyawa lain, dalam bahan bakunya juga membutuhkan kondisi operasi dengan variabel tertentu. Karakteristik menjadikan perlunya analisa keadaan dan pemilihan bahan pada tahap perancangan. Digester terbagi dalam 2 tipe, yaitu :

- a. Digester batch adalah sebuah digester besar, biasanya 70-350 m³ (2.500 sampai 12.500 ft³), yang diisi dengan chip dan cairan pemasak. Biasanya pabrik memiliki enam sampai delapan digester sehingga sementara beberapa memasak, yang lain dapat mengisi, masuk kedalam blow tank, dan lain-lain. Pemanasan dengan uap dapat secara langsung, di mana uap ditambahkan langsung ke digester yang mengencerkan cairan memasak, atau secara tidak langsung, dimana uap melewati bagian dalam tabung di dalam digester yang memungkinkan penggunaan kembali uap dan memberikan pemanasan lebih seragam.
- b. Digester Kontinu adalah digester berbentuk tabung di mana chip dipindahkan melalui suatu aliran yang mengandung tahap presteaming, impregnasi cairan pemasak, pemanasan, pemasakan, dan pencucian. Chip masuk dan keluar digester secara terus menerus. Digester kontinu cenderung lebih efisien dalam hal ruang, lebih mudah untuk mengontrol

dan memberikan hasil yang lebih baik, serta mengurangi penggunaan bahan kimia, hemat tenaga, dan lebih efisien dari digester batch dalam hal energi. Karena digester kontinu selalu dalam kondisi bertekanan, pengumpan khusus harus digunakan untuk memungkinkan chip pada tekanan atmosfer untuk memasuki digester bertekanan tanpa membiarkan isi digester akan hilang.

(Biermann,1996)

2.2 Tebu

Tebu merupakan tanaman dari keluarga rumput yang berasal dari Asia Tenggara. Batangnya yang tebal menyimpan sukrose dalam batangnya. Dari tebu ini gula dihasilkan dengan mengeringkan airnya. Kebanyakan tebu yang biasa dilihat adalah tebu yang berwarna kuning dan juga tebu yang berwarna hitam. Penanaman tebu memerlukan cuaca tropik. Tebu (*Saccharum Officinarum*) adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah tropis. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di pulau jawa dan Sumatra.

Selain itu tebu juga merupakan tanaman perkebunan semusim yang mempunyai sifat tersendiri, sebab didalamnya terdapat zat gula



Gambar 1. Tebu (*Saccharum Officinarum*)

Produk tebu termasuk gula meja, falernum, molasses, rum, ampas tebu dan etanol. Tabu merupakan bahan dasar untuk berbagai produk makanan dan hidangan. Selama ini pemanfaatan tebu masih terbatas pada industri pengolahan gula, dengan hanya mengambil airnya. Pasar internasional mengindikasikan tebu merupakan komoditi yang cukup prospektif. Beberapa Produk Derivat Tebu (PDT) seperti ethanol, ragi roti, papan partikel, papan serat, pulp dan kertas mempunyai peluang pasar yang cukup terbuka, baik di pasar domestik maupun internasional.

Tabel 1. Klasifikasi Ilmiah dari Tebu

Kerajaan	Plantae
Divisio	<i>Magnoliophyta</i>
Kelas	<i>Liliopsida</i>
Ordo	<i>Poales</i>
Famili	<i>Poaceae</i>
Genus	<i>Saccharum</i>

(Purnawan,2012)

2.2.1 Ampas Tebu (*Bagasse*)

Ampas tebu (*bagasse*) adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu. Dari satu pabrik dihasilkan ampas tebu sekitar 35-40% dari berat tebu yang digiling. Namun, sebanyak 60% dari ampas tebu tersebut dimanfaatkan oleh pabrik gula sebagai bahan baku, bahan baku untuk kertas, bahan baku industri kanvas rem, industri jamur dan lain-lain. Ampas tebu (*Bagasse*) mempunyai komposisi yang hampir sama dengan komposisi kimia kayu daun lebar, kecuali kadar airnya. Komponen utama ampas tebu antara lain fiber (serat) sekitar 43-52%, air 46-52%, dan padatan terlarut 2-3%. Syarat bahan baku yang dapat dijadikan *pulp* dan kertas adalah bahan baku yang mempunyai

serat yang panjang, luas dengan kadar hemiselulosa tinggi dan ampas tebu memiliki syarat tersebut.



Gambar 2. Ampas Tebu (*Bagasse*)

Tabel 2. Komposisi Kimia Ampas Tebu

Kandungan	Kadar (%)
Abu	3,82
Lignin	22,09
Selulosa	37,65
Air	1,81
Pentosan	27,97
SiO ₂	3,01

(Husin,2007)

Keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh dengan memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan baku *pulp*, antara lain :

1. Ampas tebu terdapat cukup melimpah.
2. Ampas tebu sebagai limbah pertanian merupakan sumber serat yang dapat dimanfaatkan dan relatif murah harganya.
3. Ampas tebu merupakan bahan dengan struktur terbuka dan kandungan ligninnya yang rendah maka mudah dalam pengolahannya menjadi pulp.
4. Pengolahan limbah pertanian menjadi pulp dapat dilakukan dengan berbagai tingkat teknologi, mulai dari menggunakan teknologi sederhana sampai dengan teknologi canggih.

2.3 Pulp

Pulp adalah hasil pemisahan serat dari bahan baku berserat kayu maupun non kayu yang dapat diolah dengan lebih lanjut menjadi kertas, selulosa dari bahan kayu dan non kayu masih tercampur dengan bahan lain seperti lignin dan selulosa. Pulp atau yang disebut dengan bubur kertas merupakan bahan pembuatan kertas. Kertas adalah bahan yang tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari *pulp*, biasanya serat yang digunakan berasal dari serat alami, yang mengandung selulosa dan hemiselulosa.

Tabel 3. Standar Kualitas Pulp

Komposisi	Nilai (%)
Selulosa	45-60
Lignin	4-16
Hemiselulosa	35-40
Holoseululosa	60-64

(Purnawan,2012)

2.4 Proses Pembuatan Pulp

Ada beberapa metode untuk pembuatan *pulp* yang merupakan proses pemisahan selulosa dari senyawa pengikatnya, terutama lignin yaitu :

1. Proses Mekanik

Pada proses mekanik kayu gelondongan dihancurkan dengan gilingan batu sambil menyemprotkan air ke permukaan gilingan batu untuk mengeluarkan bahan yang sudah digiling. Metode ini hanya digunakan untuk jenis kayu lunak yaitu jenis kayu yang berasal dari pohon berdaun jarum dan kelebihan proses ini adalah dapat mengubah 95% berat kering kayu menjadi pulp, sedangkan kekurangan pada proses ini yaitu akan membutuhkan jumlah energi yang sangat besar untuk mengerjakannya sehingga kurang efisien (Gunawan *et al.*, 2012).

2. Proses Kimia

Proses dimana lignin dihilangkan sama sekali hingga serat-sarat kayu mudah dilepaskan pada pembongkaran dari bejana pemasak (digester) atau paling

tidak setelah perlakuan mekanis lunak. Pada proses ini dilakukan dengan menggunakan bahan kimia sebagai bahan utama untuk melarutkan bagian-bagian kayu yang tidak diinginkan. Ada beberapa macam proses pembuatan *pulp* secara kimia yaitu :

- Pembuatan *Pulp* Sulfit

Campuran asam sulfur (H_2SO_3) dan ion bisulfat (H_2SO_3) adalah bahan kimia yang digunakan dalam proses sulfit dimana bahan tersebut ditambahkan untuk melarutkan lignin. Asam sulfit menunjukkan bahwa pembuatan *pulp* dibuat dengan kelebihan asam sulfur (pH 1-2), sedangkan pemasakan bisulfit dibuat di bawah kondisi yang kurang asam (pH 3-5). Kelebihan dari proses sulfit adalah *pulp* yang dihasilkan lebih cerah dan mudah untuk diputihkan, sedangkan kekurangannya adalah hasil lembaran kertasnya lebih lemah dibandingkan pulp sulfat (kraft) (Surest et al., 2010). *ulp* sulfit rendemen tinggi dapat dihasilkan dengan proses sulfit bersifat asam, bisulfit atau sulfit bersifat basa. Pada proses ini larutan pemasak yang digunakan adalah natrium bisulfit ($NaHSO_3$) dan asam sulfit (H_2SO_3).

- Pembuatan *Pulp Sulfat (Kraft)*

Proses kraft atau yang biasa disebut proses sulfat ini menggunakan bahan natrium hidroksida yang ditambahkan natrium sulfat. Pada proses kraft ini terjadi pembentukan natrium sulfida yaitu hasil dari reduksi natrium sulfat yang ditambahkan ke dalam tungku. Kelebihan proses kraft ini adalah hasil sifat-sifat pulpnya jauh lebih baik dari proses lainnya dan dapat digunakan untuk berbagai jenis kayu sehingga proses ini sering sekali digunakan dalam proses pembuatan *pulp*. Kelemahan dari proses ini adalah bau gas (SO_2 dan Cl_2) yang tidak enak dan kebutuhan bahan kimia pemutih yang tinggi untuk pulp kraft dari kayu lunak yang sukar untuk diatasi.

- Pembuatan *Pulp Soda*

Proses soda umumnya digunakan untuk bahan baku dari limbah pertanian seperti merang, katebon, *bagasse* serta kayu lunak. Pada proses soda ini larutan pemasak yang digunakan adalah larutan soda kaustik (NaOH) encer. Larutan NaOH yang digunakan sebagai larutan pemasak dengan perbandingan 4:1 dari bahan yang digunakan.

- Organosolv

Proses *organosolv* menggunakan bahan kimia organik seperti metanol, etanol, aseton, asam asetat, dan lain-lain untuk memisahkan serat-serat pada kayu. Proses ini memiliki kelebihan yaitu telah terbukti memberikan dampak yang baik bagi lingkungan, rendemen pulp yang dihasilkan tinggi, tidak menggunakan unsur sulfur sehingga lebih aman dan memiliki hasil sampingan berupa

lignin dan hemiselulosa dengan tingkat kemurnian tinggi. Proses ini sangat efisien karena dapat mengurangi pemanfaatan sumberdaya hutan. Organosolv memiliki banyak macam jenis proses, tetapi yang sampai saat ini telah berkembang pesat adalah proses *alcell* (*alcohol cellulose*) yaitu proses *pulping* yang menggunakan bahan kimia pemasak berupa alkohol dan proses *acetosolv* dengan menggunakan bahan kimia pemasak berupa asam asetat (Gunawan *et al.*, 2012).

3. Proses Semi Kimia

Cara ini pada prinsipnya adalah kombinasi dari cara mekanis dan kimia. Umumnya cara ini dilakukan dengan merendam bahan baku dengan bahan kimia, kemudian mengolahnya secara mekanis, yaitu memisahkan serat-serat sehingga menjadi *pulp*.

2.5 Kandungan *Pulp*

1. Selulosa

Selulosa merupakan komponen utama yang paling penting dalam pembuatan kertas. Secara Biologi selulosa merupakan senyawa organik penyusun utama dinding sel pada tumbuhan. Sifat dari selulosa yaitu mempunyai tegangan tarik yang tinggi, tidak larut dalam air dan pelarut organik dan selulosa merupakan senyawa berserat. Semakin banyak atau tinggi selulosa yang terkandung dalam *pulp*, maka semakin baik kualitas *pulp* yang dihasilkan. Sifat-sifat bahan yang mengandung selulosa berhubungan dengan derajat polimerisasi molekul selulosa. Berkurangnya berat molekul di bawah tingkat tertentu akan menyebabkan berkurangnya ketangguhan. Hasil dari pembuatan kertas terbaik terjadi ketika kebanyakan lignin tersisih dari serat. Ketangguhan serat terutama

ditentukan oleh bahan mentah dan proses yang digunakan dalam pembuatan *pulp*. Berdasarkan derajat polimerisasi (DP), maka selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu:

- Selulosa α (*Alpha Cellulose*) merupakan selulosa berantai panjang yang bersifat tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dan memiliki nilai DP (derajat polimerisasi) berkisar 600-1500. Selulosa α digunakan sebagai penentu tingkat kemurnian selulosa.
- Selulosa β (*Betha Cellulose*) merupakan selulosa berantai pendek yang memiliki sifat dapat larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dan memiliki nilai DP (Derajat Polimerisasi) berkisar 15-90.
- Selulosa γ (*Gamma cellulose*) merupakan selulosa berantai pendek memiliki sifat dapat larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dan memiliki nilai DP (Derajat Polimerisasi) kurang dari 15 (Wibisono *et al.*, 2011).

2. Hemiselulosa

Hemiselulosa merujuk pada polisakarida yang mengisi ruang antara serat-serat selulosa dalam dinding sel tumbuhan. Secara biokimiawi, hemiselulosa adalah semua polisakarida yang dapat diekstraksi dalam larutan basa (alkalis) dan mudah terhidrolisis oleh asam mineral menjadi gula dan senyawa lain. Hemiselulosa ini lebih mudah larut daripada selulosa (Wibisono *et al.*, 2011).

3. Lignin

Lignin atau zat kayu adalah salah satu zat komponen penyusun tumbuhan. Komposisi bahan penyusun ini berbeda-beda bergantung jenisnya. Lignin terutama terakumulasi pada batang tumbuhan berbentuk

pohon dan semak. Pada batang, lignin berfungsi sebagai bahan pengikat komponen penyusun lainnya, sehingga suatu pohon bisa berdiri tegak (seperti semen pada sebuah batang beton). Bagian tengah lamela pada sel kayu, sebagian besar juga terdiri dari lignin, dimana berikatan dengan sel-sel lain sehingga dapat menambah kekuatan struktur pada kayu. Sedangkan pada dinding sel, lignin bersama-sama dengan hemiselulosa membentuk matriks (semen) yang mengikat serat-serat halus selulosa. Lignin di dalam kayu memiliki persentase yang berbeda tergantung dari jenis kayu tersebut (Wibisono *et al.*, 2011).

2.6 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik, soda api, atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Ia digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen.

2.6.1 Sifat Fisika Natrium Hidroksida (NaOH)

Tabel 4. Sifat Fisika Natrium Hidroksida (NaOH)

Sifat Fisika	Nilai
Fase	Padat
Densitas	2,1 g/cm ³
Titik Didih	1390°C
Titik Leleh	318°C

2.6.2 Sifat Kimia Natrium Hidroksida (NaOH)

Larutan NaOH sangat basa dan biasanya digunakan untuk reaksi dengan asam lemah, dimana asam lemah seperti natrium karbonat tidak efektif. NaOH tidak bisa terbakar meskipun reaksinya dengan metal amfoter seperti aluminium, timah, seng menghasilkan gas nitrogen yang bisa menimbulkan

ledakan. NaOH juga digunakan untuk mengendapkan logam berat dan dalam mengontrol keasaman air.

(Riana, Glory. 2012)