

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tebu

2.1.1 Pengertian Tebu

Tebu (bahasa Inggris: *sugar cane*) adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa dan Sumatra. (Wikipedia, 2016).



Gambar 1. Tanaman Tebu

Tabel 1. Klasifikasi Tanaman Tebu

Kingdom	Plantae (Tumbuhan)
Super Divis	Spermatophyta (Tumbuhan yang menghasilkan biji)
Divisi / Fillum	Magnoliophyta (Tumbuhan yang memiliki bunga)
Kelas	Liliopsida (Tumbuhan dengan biji berkeping satu atau monokotil)
Ordo	Poales
Family /Suku	Graminae atau poaceae
Genus	Saccharum
Spesies / jenis	Saccharum officinarum Linn

2.1.2 Pengertian Ampas Tebu (Bagasse)

Ampas tebu adalah suatu residu atau limbah dari proses penggilingan tanaman tebu (*Saccharum oicinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada industri pembuatan gula, limbah berserat yang biasa disebut sebagai ampas tebu (bagasse). Pada proses penggilingan tebu, terdapat lima kali proses penggilingan dari batang tebu sampai dihasilkan ampas tebu.

Menurut data FAO (Food and Agricultural Organization) tahun 2006 tentang negara – negara produsen tebu dunia, Indonesia menduduki peringkat ke- 11 dengan produksi per tahun sekitar 25.500.00 juta ton, dimana 35% dari produksi tersebut merupakan ampas tebu. Ampas tebu yang berlimpah tersebut telah dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada ketel uap dimana energi yang dihasilkan di manfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga uap, bahan bakar pada tungku produksi dan bahan baku pada pembuatan kertas. (Purnawan, 2012).

Bagasse mengandung air 48-52%, gula rata-rata 3,3%, dan serat rata-rata 47,7%. Serat bagasse sebagian besar terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin dan tidak dapat larut dalam air. Menurut Lavarack et al. (2002), minimal 50% serat bagasse diperlukan sebagai bahan bakar boiler, sedangkan 50% sisanya hanya ditimbun sebagai buangan yang memiliki nilai ekonomi rendah. Potensi bagasse di Indonesia sangat melimpah khususnya di luar pulau Jawa. Menurut Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) tahun 2008, komposisi rata-rata hasil samping industri gula di Indonesia terdiri dari limbah cair 52,9%, blotong 3,5%, ampas tebu (bagasse) 32,0%, tetes tebu (molasses) 4,5%, dan gula 7,05% serta abu 0,1%. (Purnawan, 2012).



Gambar 2. Bagasse (Ampas Tebu)

Tabel 2. Komposisi kimia bagasse

Kandungan	Kadar %
Abu	3,82
Lignin	22,09
Selulosa	37,65
Sari	1,81
Pentosa	27,97
SiO ₂	3,01

(Reff: www.scribd.com/bagasse)

2.2 Manfaat Tanaman Tebu

Tanaman tebu atau *sugar cane* yang termasuk dalam tumbuhan rumput-rumputan ini hanya tumbuh di daerah tropis. Tebu memiliki kadar gula yang tinggi. Oleh karena itu, tebu terkenal pemanfaatannya sebagai bahan pokok pembuatan gula. Akan tetapi, tanaman tebu memiliki manfaat yang sangat banyak. Baik dari segi kesehatan, segi industri, segi konsumsi rumah tangga, segi transportasi, segi peternakan, dan segi industri rumah tangga.

- a. Segi kesehatan : Untuk kesehatan gusi dan gigi, kesehatan jantung, meredakan radang tenggorokan, pengobatan penyakit kuning
- b. Segi Industri : Bahan pokok Gula, Bahan pembuat Kertas, bahan Pembuat alkohol
- c. Segi Konsumsi Rumah Tangga : Alternatif Biobriket, Minuman Ringan

- d. Segi transportasi : Bahan Bakar Kereta Uap Pengangkut Tebu
- e. Segi peternakan : Sebagai pakan ternak

(Samarayarasevika, 2012)

2.3 Selulosa

Selulosa $(C_6H_{10}O_5)_n$ adalah polimer berantai panjang polisakarida karbohidrat, dari beta-glukosa, dalam hal ini n adalah jumlah pengulangan unit gula atau derajat polimerisasi yang harganya bervariasi berdasarkan sumber selulosa dan perlakuan yang diterimanya. Selulosa merupakan komponen utama dalam pembuatan kertas. Selulosa adalah senyawa organik penyusun utama dinding sel dari tumbuhan. Adapun sifat dari selulosa adalah berbentuk senyawa berserat, mempunyai tegangan tarik yang tinggi, tidak larut dalam air dan pelarut organik. Selulosa merupakan unsur yang penting dalam proses pembuatan pulp. Semakin banyak selulosa yang terkandung dalam pulp, maka semakin baik kualitas pulp tersebut. Sifat-sifat bahan yang mengandung selulosa berhubungan dengan derajat polimerisasi molekul selulosa. Berkurangnya berat molekul di bawah tingkat tertentu akan menyebabkan berkurangnya ketangguhan. Serat selulosa menunjukkan sejumlah sifat yang memenuhi kebutuhan pembuatan kertas. Keseimbangan terbaik sifat-sifat pembuatan kertas terjadi ketika kebanyakan lignin tersisih dari serat. Ketangguhan serat terutama ditentukan oleh bahan mentah dan proses yang digunakan dalam pembuatan pulp. (Surest, A.H. dan D. Satriawan. 2010)

2.4 Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan senyawa sejenis polisakarida yang mengisi ruang antara serat-serat selulosa dalam dinding sel tumbuhan, mudah larut dalam alkali, dan mudah terhidrolisis oleh asam mineral menjadi gula dan senyawa lain. Monomer penyusun hemiselulosa biasanya adalah rantai D-glukosa, ditambah dengan berbagai bentuk monosakarida yang terikat pada rantai, baik sebagai cabang atau mata rantai, seperti D-mannosa, D-galaktosa, D-fukosa, dan pentosa-pentosa seperti D-xilosa dan L-arabinosa.

Komponen utama hemiselulosa pada Dicotyledoneae didominasi oleh xiloglukan, sementara pada Monocotyledoneae komposisi hemiselulosa lebih bervariasi. Pada gandum, ia didominasi oleh arabinoksilan, sedangkan pada jelai dan haver didominasi oleh beta-glukan. Hemiselulosa lebih mudah larut daripada selulosa, dan dapat diisolasi dari kayu dengan ekstraksi. (Wibisono *et al.*, 2010).

2.5 Lignin

Lignin adalah zat yang bersama-sama dengan selulosa, salah satu sel yang terdapat dalam kayu. Lignin berguna sebagai pengikat antar serat dalam kayu seperti lem atau semen yang mengikat sel-sel lain dalam satu kesatuan, sehingga bisa menambah *support* dan kekuatan kayu (*mechanical strength*) agar kokoh dan berdiri tegak. Lignin dapat dihilangkan dari bahan dinding sel yang tak larut dengan klor dioksida.

Struktur molekul lignin sangat berbeda bila dibandingkan dengan polisakarida, karena terdiri dari sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenil propane. Sifat-sifat lignin yaitu tidak larut dalam air dan asam mineral kuat, larut dalam pelarut organik, dan larutan alkali encer. Lignin yang terikat dalam produk pulp menurunkan kekuatan kertas dan menyebabkan kertas menguning.

Lignin memiliki struktur kimiawi yang bercabang-cabang dan berbentuk polimer tiga dimensi. Molekul dasar lignin adalah fenil propan. Molekul lignin memiliki derajat polimerisasi tinggi. Oleh karena ukuran dan strukturnya yang tiga dimensi bisa memungkinkan lignin berfungsi sebagai semen atau lem bagi kayu yang dapat mengikat serat dan memberikan kekerasan struktur serat. Bagian tengah lamela pada sel kayu, sebagian besar terdiri dari lignin, Lignin di dalam kayu memiliki persentase yang berbeda tergantung dari jenis kayu. (Surest, A.H. dan D. Satriawan. 2010)

2.6 Proses Pembuatan Pulp

Pemisahan serat selulosa dari bahan-bahan bukan serat kayu dan bukan kayu dapat dilakukan dengan berbagai proses, yaitu proses mekanik, proses semi-kimia dan proses kimia.

1) 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. Proses mekanik ini tidak ada bagian kayu yang terbuang.

2) Proses Kimia

Pada metode ini serpihan kayu dimasukkan ke dalam bahan kimia untuk mengeluarkan lignin dan karbohidrat. Ada 3 proses kimia yang digunakan yaitu :

a. Proses Soda

Proses soda ditemukan di Inggris tahun 1851 dan merupakan proses kimia yang tertua. Pada proses soda, bahan kimia yang digunakan untuk melarutkan komponen kayu yang tidak diinginkan adalah soda kaustik (sodium hidroksida). Sistem pemasakan alkali yang menggunakan tekanan tinggi dan menambahkan NaOH yang berfungsi sebagai larutan pemasak dengan perbandingan 4 : 1 dari kayu yang digunakan. Larutan yang dihasilkan dipekatkan dengan cara penguapan. Keuntungan proses soda adalah mudah mendapatkan kembali bahan kimia hasil pemasakan (*recovery*) NaOH dari lindi hitam dan bahan baku yang dipakai dapat bermacam-macam. (Gunawan.2012)

b. Proses Kraft

Sistem pemasakan alkali dengan memakai tekanan dan pada suhu tinggi dikenal dalam tahun 1850 –an. Menurut metode yang diusulkan oleh C. Watt dan H. Burgess, dengan larutan Natrium Hidroksida sebagai lindi pemasak dengan cara pemasakan atau dibakar. Proses kraft menggunakan natrium hidroksida yang ditambahkan natrium sulfat. Dalam proses ini natrium sulfat yang ditambahkan, direduksi di dalam tungku pemulihan menjadi natrium sulfida yang dibutuhkan untuk delignifikasi. Pada proses ini digunakan bahan pemutih sehingga pulp yang dihasilkan mempunyai derajat putih yang berkualitas tinggi. Untuk proses ini sering kali digunakan dalam proses pembuatan pulp dikarenakan pemulihan bahan kimia yang lebih sederhana dan sifat-sifat pulpnya yang lebih baik. Walaupun proses ini sering digunakan namun proses mempunyai kelemahan yang sukar diatasi seperti bau gas (SO_2 dan Cl_2) yang tidak enak dan kebutuhan bahan kimia pemutih

yang tinggi untuk pulp kraft dari kayu lunak. Keuntungan proses kraft adalah proses ini lebih fleksibel karena dapat digunakan untuk berbagai jenis kayu.

c. Proses sulfit

Metode ini digunakan untuk kayu lunak dan dihasilkan pulp yang berwarna lebih terang, kekuatannya lebih tinggi dari pulp soda api, namun tidak sekuat pulp kraft. Dalam proses sulfit digunakan campuran asam sulfur (H_2SO_4) dan ion bisulfat (H_2SO_3) untuk melarutkan lignin. Pembuatan pulp sulfit berlangsung dalam rentang pH yang lebar. Asam sulfit menunjukkan bahwa pembuatan pulp dibuat dengan kelebihan asam sulfur (pH 1-2), sedangkan pemasakan bisulfat dibuat di bawah kondisi yang kurang asam (pH 3-5). Pulp sulfit lebih cerah dan mudah diputihkan, tetapi lembaran kertasnya lebih lemah dibandingkan pulp sulfat (kraft) (Surest, A.H. dan D. Satriawan. 2010)

3) Organosolv

Proses *organosolv* adalah proses pemisahan serat dengan menggunakan bahan kimia organik seperti misalnya metanol, etanol, aseton, asam asetat, dan lain-lain. Proses ini telah terbukti memberikan dampak yang baik bagi lingkungan dan sangat efisien dalam pemanfaatan sumber daya hutan.

Penelitian mengenai penggunaan bahan kimia organik sebagai bahan pemasak dalam proses pulping sebenarnya telah lama dilakukan. Ada berbagai macam jenis proses organosolv, namun yang telah berkembang pesat pada saat ini adalah proses alcell (alcohol cellulose) yaitu proses

pulping dengan menggunakan bahan kimia pemasak alkohol, proses acetocell (menggunakan asam asetat), dan proses organocell (menggunakan metanol).

Dengan menggunakan proses *organosolv* diharapkan permasalahan lingkungan yang dihadapi oleh industri pulp dan kertas akan dapat diatasi. Keuntungan dari proses *organosolv* ini, antara lain yaitu rendemen pulp yang dihasilkan tinggi, tidak menggunakan unsur sulfur sehingga lebih aman terhadap lingkungan, dapat menghasilkan hasil sampingan berupa lignin dan hemiselulosa dengan tingkat kemurnian tinggi. Penggunaan bahan kimia organik sebagai bahan pemasak dalam proses pulping sebenarnya telah lama dilakukan. Ada berbagai macam jenis proses *organosolv*, namun yang telah berkembang pesat pada saat ini adalah proses *alcell* (*alcohol cellulose*) yaitu proses *pulping* dengan menggunakan bahan kimia pemasak alkohol dan proses *acetosolv* dengan menggunakan bahan kimia pemasak asam asetat. (Gunawan et al., 2012).

4) Acetosolv

Penggunaan asam asetat sebagai pelarut organik disebut dengan proses *asetosolv*. Kekuatan tarik pulp *asetosolv* setara dengan kekuatan tarik pulp *kraft*. Proses *asetosolv* 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, yaitu dengan distilasi saja daur ulang pemakaian asam asetat sebagai bahan pemasaknya, dan nilai hasil daur ulangnya jauh lebih mahal dibanding dengan hasil daur

ulang limbah *kraft*. Keuntungan lain dari proses asetosolv adalah bahwa bahan pemasak yang digunakan dapat diambil kembali tanpa adanya proses pembakaran bahan bekas pemasak (Wibisono *et al.*, 2011).

2.7 NaOH

Natrium Hidroksida anhidrat berbentuk kristal berwarna putih. NaOH bersifat sangat korosif terhadap kulit. Istilah yang paling sering digunakan dalam industri yaitu soda kaustik. Soda kaustik (NaOH) apabila dilarutkan dalam air akan menimbulkan reaksi eksotermis. (Wibisono *et al.*, 2010).

Tabel 3. Sifat Fisika NaOH

NaOH	Nilai
Berat Molekul	39,998 gr/mol
Specific Gravity	2,130 gr/cm ³
Titik Leleh	318°C
Titik Didih	1390°C
Kelarutan pada 20°C, gr/100 gr air	299,6

Sifat Kimia NaOH

- Berwarna putih atau praktis putih
- Berbentuk pellet, serpihan atau batang atau bentuk lain
- Sangat basa dan mudah terionisasi membentuk ion natrium dan hidroksida
- keras, rapuh dan menunjukkan pecahan hablur
- Bila dibiarkan di udara akan cepat menyerap karbondioksida dan lembab
- Mudah larut dalam air dan dalam etanol tetapi tidak larut dalam eter

- NaOH membentuk basa kuat bila dilarutkan dalam air

2.8 Pemutihan (*Bleaching*)

Bleaching merupakan suatu proses kimia yang dilakukan untuk menghilangkan sisa lignin dari proses *pulping*. *Bleaching* dilakukan dalam beberapa tahap dengan tujuan menghilangkan lignin tanpa merusak selulosa. Dalam industri pulp terdapat beberapa tahap dalam proses pemutihan. Masing-masing tahapan dijabarkan di bawah ini.

- Tahap klorinasi, menggunakan Cl_2 dalam media asam
- Ekstraksi Alkali, untuk melarutkan hasil degradasi lignin yang terbentuk pada tahap sebelumnya dengan larutan NaOH.
- Klorin dioksida, mereaksikan ClO_2 dengan pulp pada kondisi asam
- Oksigen, digunakan pada tekanan tinggi dan suasana basa
- Hipoklorit, mereaksikan NaClO dalam media basa
- Peroksida, reaksi dengan hidrogen peroksida (H_2O_2) dalam kondisi basa
- Ozon, menggunakan ozon (O_3) dalam kondisi asam
- Xylanase, Biobleaching dengan enzim murni mikroba dalam kondisi netral

Untuk menghilangkan sisa lignin dilakukan proses oksidasi yang diikuti dengan reaksi pemutihan (*bleaching*). Bahan pemutih yang banyak digunakan dalam industri pulp adalah klorin (Cl_2), klorin dioksida (ClO_2), oksigen (O_2), hidrogen peroksida (H_2O_2), natrium hipoklorit (NaOCl), asam hipoklorit (HOCl), natrium hidroksida (NaOH) dan ozon (O_3) (Ayunda, 2011).

2.9 Kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$)

Kaporit atau Kalsium Hipoklorit adalah senyawa kimia yang memiliki rumus kimia ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$). Kaporit biasanya digunakan sebagai zat disinfektan air.

Kalsium hipoklorit adalah padatan putih yang siap didekomposisi di dalam air untuk kemudian melepaskan oksigen dan klorin. Kalsium hipoklorit memiliki aroma klorin yang kuat, Senyawa ini tidak terdapat di lingkungan secara bebas.

Interaksi kalsium hipoklorit terhadap lingkungan terutama di air dan tanah senyawa ini berpisah menjadi ion kalsium (Ca^{2+}) dan hipoklorit (ClO^-). Ion ini dapat bereaksi dengan substansi – substansi lain yang terdapat di air, Senyawa ini adalah komponen yang digunakan dalam pemutih komersial yang biasanya digunakan sebagai pemutihan (bleaching) pada produk – produk kertas dan tekstil. (Wikipedia, 2016).