

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaies guinensiss*) merupakan tumbuhan industri penghasil minyak, seperti; minyak masak, minyak industri, dan minyak bahan bakar (biodiesel). Perkebunan kelapa sawit sangat menguntungkan bagi sebuah industri, sehingga banyak hutan-hutan di konversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Perkebunan kelapa sawit sendiri banyak tersebar di berbagai daerah seperti; sumatera, jawa, kalimantan dan sulawesi.

Limbah yang dihasilkan oleh kelapa sawit itu sendiri adalah tandan kosong kelapa sawit. Dimana TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) adalah salah satu produk samping pabrik kelapa sawit yang jumlahnya sangat melimpah. Diperkirakan saat ini limbah TKKS di Indonesia mencapai 20 juta ton/tahun. TKKS tersebut memiliki potensi untuk diolah menjadi berbagai macam produk. Beberapa potensi pemanfaatan TKKS antara lain untuk kompos, *pulp*, bioetanol dan serat.



Gambar 1. Tandan Kosong Kelapa Sawit

2.1.1 Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah utama berligniselulosa yang belum dimanfaatkan secara optimal dari industri pengolahan kelapa sawit. Basis satu ton tandan buah segar akan dihasilkan minyak sawit kasar sebanyak 0,21 ton (21%) , minyak inti sawit sebanyak 0,05 ton (0,5%) dan sisanya merupakan limbah dalam bentuk tandan kosong, serat dan cangkang biji yang masing–masing sebanyak 0,23 ton (23%), 0,135 ton (13,5%) dan 0,055 ton (5,5%) (Darnoko, 1992). Berikut adalah Tandan Kosong Kelapa Sawit berserta komposisi kimia dan fisiknya pada tabel 1 :

Tabel 1. Komposisi Kimia dan Fisika Tandan Kosong Kelapa Sawit

Komposisi	Nilai (%)
Lignin	22
Selulosa	40
Hemiselulosa	24
Abu	14

Sumber : Azemi, dkk 1994

2.2 Eceng Gondok

Eceng gondok atau enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) adalah salah satu jenis tumbuhan air mengapung. Selain dikenal dengan nama eceng gondok, di beberapa daerah di Indonesia, eceng gondok mempunyai nama lain seperti di daerah Palembang dikenal dengan nama Kelipuk, di Lampung dikenal dengan nama Ringgak, Eceng gondok dengan mudah menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya.



Gambar 2. Eceng Gondok

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

1. Eceng gondok terdapat cukup melimpah
2. Eceng gondok yang dapat tumbuh dengan cepat yang menyebabkan tanaman ini sering dianggap sebagai limbah
3. Eceng gondok merupakan sumber serat yang dapat dimanfaatkan dan relative murah harganya bahkan bisa diambil secara gratis
4. Eceng gondok merupakan bahan dengan struktur terbuka dengan kandungan lignin yang relatif rendah sehingga mudah dalam pengolahannya menjadi *pulp*.
5. Eceng gondok dapat membuat hasil *pulp* lebih halus karena memiliki serat pendek yang menyebabkan eceng gondok tersebut mudah dihaluskan.

2.2.1 Komposisi Eceng Gondok

Komposisi kimia eceng gondok tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh, dan sifat daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok mempunyai sifat-sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam berat, sulfida, dan mengandung selulosa yang lebih tinggi besar dari non selulosanya seperti lignin, abu, lemak, dan zat-zat lain.

Adapun kandungan kimia eceng gondok terdapat dalam tabel dibawah ini

Tabel 2. Kandungan kimia eceng gondok kering

Senyawa Kimia	Persentase (%)
Selulosa	64,51
Pentosa	15,61
Lignin	7,69
Silika	5,69
Abu	12

Sumber : Apriy, 2010

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*. (wordpress, 2009)

Tujuan dari pembuatan *pulp* itu sendiri adalah memisahkan selulosa (serat-serat) dari bahan-bahan lainnya. *Pulp* serat pendek umumnya dihasilkan dari jenis rumput-rumputan dari sisa hasil pertanian, sedangkan serat panjang dihasilkan dari tumbuhan kayu.

Tabel 3. Karakteristik Pulp

Komposisi Kimia Pulp	Kadar (%)
Selulosa	50 – 70
Lignin	10 – 15
Abu	< 6
Air	< 10

Sumber : Balai Besar Pulp, 1989

2.4. Metode Pembuatan Pulp

2.4.1. Syarat Bahan Baku Pembuatan *Pulp* Non Kayu

Hampir semua tanaman berserat dapat dibuat *pulp*, hanya tergantung ekonomis atau tidaknya komponen kimia dan sifat fisik serat bahan baku yang akan diolah. *Pulp* terdiri dari serat selulosa yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Serat mempunyai panjang, lebar dan dinding yang bervariasi tergantung pada jenis dan posisinya dalam suatu pohon serat lokasi tumbuhnya. Di Indonesia banyak terdapat berbagai jenis tumbuh-tumbuhan seperti alang-alang, pisang, jerami, ampas tebu, akasia, tandan kosong kelapa sawit dan lain-lain yang dapat dijadikan bahan pembuatan *pulp*. Kekurangan pemasokan bahan baku kayu untuk produksi *pulp* dikarenakan pengeksploitasian pohon kayu secara besar-besaran yang dapat mengganggu kestabilan lingkungan hidup. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dicari bahan alternatif untuk menghasilkan *pulp* yang berkualitas. Dalam hal ini kandungan selulosa dan lignin dalam suatu tanaman sangat amat berpengaruh besar terhadap bahan baku *pulp*.

Tabel 4. Kadar Selulosa dan Lignin dari beberapa Bahan Baku *Pulp*

No	Bahan Baku	Selulosa (%)	Lignin (%)
1	Alang-alang	44,78	21,42
2	Pisang	63,9	9,7
3	Ampas Tebu	44,7	19,7
4	Eceng Gondok	64,51	7,69
5	Jerami	35,44	11,49

Sumber : Balai Besar Litbang Industri Selulosa (1980)

Syarat-syarat bahan baku yang digunakan dalam pulp(Stephenson; 1950) :

- Berserat
- Kadar alpha selulosa lebih dari 40%

- Kadar ligninnya kurang dari 25%
- Kadar air maksimal 10 %
- Memiliki kadar abu yang kecil

Tabel 5. Standar Kualitas Pulp

Komposisi	Kadar (%)
Selulosa	45 – 60
Lignin	4 – 16
Hemiselulosa	35 – 40
Holoseululosa	60 – 64

Sumber : (PT. Tanjung Enim Lestari, 2009)

Sifat Fisik *Pulp*

Sifat fisik *pulp* merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam menentukan kualitas *pulp* (Sixta, 2006). Kriteria tergantung pada jenis produk yang diinginkan. Secara sederhana sifat-sifat tersebut menurut Casey (1991), meliputi :

1. Ketahanan Sobek

Didefinisikan sebagai gaya dalam satuan gram gaya atau gram *force* (gf) atau miliNewton (mN) yang diperlukan untuk menyobek lembaran *pulp* pada kondisi standar (SIT0435'81). Dalam hal ini nilai kekuatannya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain (Browyer dan Haygreen, 1999) :

a. Panjang Serat

Secara umum ketahanan sobek lembaran pulp meningkat seiring dengan peningkatan panjang dari seratnya. Hal ini terjadi karena serat panjang dapat menyebarkan daerah perusakan ikatan yang lebih besar dari pada serat pendek saat dilakukan penyobekan.

b. Jumlah serat yang berperat saat penyobekan

Masing- masing serat yang menyusun suatu lembaran *pulp* pada gramatur tertentu (massa lembaran *pulp* dalam gram per satuan luasnya dalam meter persegi yang diukur pada kondisi standar (SIT0439'81).

c. Ketahanan Fisik

Didefinisikan sebagai daya tahan lembaran *pulp* terhadap gaya tarik yang bekerja pada kedua ujungnya diukur pada kondisi standar (SIT0436'81). Dalam hal ini nilai kekuatannya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain (Saranah, 2005) :

- Arah serat dalam lembaran *pulp*

Nilai ketahanan tarik lembaran *pulp* akan lebih tinggi jika seratnya sejajar dengan arah tariknya

- Ikatan antar serat

Makin besar kekuatan ikatan antara serat maka ketahanan tarik lembaran *pulp* akan semakin besar

d. Ketahanan Retak

Didefinisikan sebagai tekanan hidrostatik dalam kilopascal atau psi yang dibutuhkan untuk meretakkan suatu bahan saat tekanan ditingkatkan pada kecepatan konstan oleh karet diafragma bundar dengan diameterter 30,5 mm.

Dalam hal ini nilai kekuatannya tergantung pada (Nursyamsu, 1993) :

- Panjang Serat

Lembaran *pulp* yang tersusun oleh serat-serat panjang akan memiliki kekuatan retak yang lebih tinggi

- Ikatan antar serat

Makin besar kekuatan ikatan antar serat maka ketahanan retak lembaran *pulp* makin besar. Kekuatan ikatan antar serat sangat dipengaruhi oleh proses fibrasi.

2.4.2 Pengelompokan *Pulp*

Menurut komposisinya pulp dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu :

1. *Pulp* kayu (*wood pulp*)

Pulp kayu adalah *pulp* yang berbahan baku kayu, *pulp* kayu dibedakan menjadi :

- *Pulp* kayu lunak (*soft wood pulp*)

Jenis kayu lunak yang umum digunakan berupa jenis kayu berdaun jarum (*Needle Leaf*) seperti *Pinus Merkusi*, dan *Agatis Loranthifolia*

- *Pulp* kayu keras (*hard wood pulp*)

Pada umumnya serat ini terdapat pada jenis kayu berdaun lebar (*Long Leaf*) seperti kayu Oak (Kirk Othmer, 1978).

2. *Pulp* non kayu (*wood pulp*)

Pulp non kayu yang umum digunakan biasanya merupakan kombinasi antara *pulp* non kayu dengan pulp kayu lunak kraft atau sulfit yang ditambahkan untuk menaikkan kekuatan kertas.

Sumber serat non kayu meliputi :

- Limbah pertanian dan industri hasil pertanian seperti jerami padi, gandum, ampas tebu, eceng gondok, dan batang jagung
- Tanaman yang tumbuh alami seperti alang-alang dan rumput-rumputan.

3. *Pulp* kertas bekas

Proses daur ulang kertas bekas adalah proses untuk mengolah kertas bekas menjadi kertas yang berguna dan bertujuan untuk mengurangi penggunaan bahan baku yang baru, kerusakan lahan dan mengurangi polusi jika dibandingkan dengan proses pembuatan barang baru. *Pulp* adalah hasil pemisahan selulosa dari bahan baku berserat (kayu maupun nonkayu) melalui berbagai proses pembuatan baik secara mekanis, semikimia dan kimia (M.Hatta, 2011).

2.5 Pelarut

Pelarut adalah benda cair atau gas yang melarutkan benda padat, cair atau gas, yang menghasilkan sebuah larutan. Pelarut paling umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah air. Pelarut lain yang juga umum digunakan adalah bahan kimia *organic* (mengandung karbon) biasanya disebut pelarut organik. Pada ekstraksi pelarut biasanya digunakan pelarut yang sesuai untuk mengambil zat terlarut yang diinginkan dalam larutan. Agar diperoleh hasil yang baik, pemilihan pelarut untuk ekstraksi ditentukan oleh beberapa pertimbangan sebagai berikut :

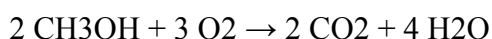
1. Kelarutannya rendah dalam fase cair
2. Viskositasnya cukup rendah dan mempunyai perbedaan densitas yang cukup besar dari fase airnya, untuk mencegah terbentuknya emulsi
3. Tingkat beracun (toksitasnya) yang rendah dan tidak mudah terbakar
4. Mudah mengambil kembali zat terlarut dari pelarut tersebut untuk proses analisa berikutnya.

2.5.1 Metanol

Metanol, juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH₃OH. Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" ia berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan additif bagi etanol industri.

Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbon dioksida dan air.

Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbon dioksida dan air adalah sebagai berikut:



Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh karena itu, kita harus berhati-hati bila berada dekat metanol yang terbakar untuk mencegah cedera akibat api yang tak terlihat.

Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan sebagai bahan aditif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri; Penambahan "racun" ini akan menghindarkan industri dari pajak yang dapat dikenakan karena etanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol). Metanol kadang juga disebut sebagai wood alcohol karena ia dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Saat ini metanol dihasilkan melalui proses multi tahap. Secara singkat, gas alam dan uap air dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbon monoksida; kemudian, gas hidrogen dan karbon monoksida ini bereaksi dalam tekanan tinggi dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metanol. Tahap pembentukannya adalah endotermik dan tahap sintesisnya adalah eksotermik.

Tabel 6. Sifat Fisika Metanol

Metanol	Nilai
Berat Molekul	32,04 gr/mol
Densitas	0,7981 gr/cm ³
Titik Didih	64,5 °C
Titik Leleh	-97 °C

Sumber : Wikipedia, 2012

2.6 Proses Pembuatan *Pulp*

Pulp adalah hasil pemisahan serat dari bahan baku berserat (kayu maupun non kayu) melalui berbagai proses pembuatannya. *Pulp* terdiri dari serat - serat (selulosa dan hemiselulosa) sebagai bahan baku kertas. Selulosa dari bahan kayu atau non kayu masih tercampur dengan bahan lainnya seperti lignin dan selulosa.

Pada prinsipnya proses pembuatan pulp diantaranya dilakukan dengan proses mekanis, kimia, dan semikimia.

2.6.1 Proses Mekanik

Prinsip pembuatan *pulp* secara mekanis yakni dengan pengikisan menggunakan alat seperti gerinda. Proses mekanik dilakukan tanpa menggunakan bahan-bahan kimia. Bahan baku digiling dalam keadaan basa, sehingga serat-serat terlepas, kemudian disaring sehingga selulosa terpisah dari zat-zat yang lain. Proses mekanis yang biasa dikenal di antaranya *PGW (Pine Ground Wood)*, *SGW (Semi Ground Wood)*. Umumnya *pulp* yang dihasilkan digunakan untuk membuat jenis-jenis kertas yang berkualitas rendah dan mempunyai warna yang kurang baik. Keuntungan dari proses ini adalah biaya produksi yang relatif rendah dan rendemen yang tinggi

2.6.2 Proses Kimia

Proses pembuatan *pulp* secara kimia dilakukan dengan menggunakan bahan kimia sebagai bahan utama untuk melarutkan bagian-bagian kayu yang tidak diinginkan. Selulosa dipisahkan dari bahan baku dengan jalan merebus atau memasak bahan baku tersebut menggunakan bahan kimia pada suhu tertentu. Proses ini menghasilkan *pulp* dengan rendemen yang rendah. Serat *pulp* yang dihasilkan adalah utuh, panjang, kuat dan stabil. Ada beberapa macam proses pembuatan *pulp* secara kimia yaitu proses soda, proses sulfit, proses sulfat (*kraft*) dan proses organosolv pulping .

a. Proses Soda

Pada proses soda larutan pemasak (*cooking liquor*) yang digunakan adalah larutan soda kaustik (NaOH) encer. *Pulp* berwarna coklat dan dapat diputihkan.

b. Proses Sulfit

Pada proses sulfit larutan pemasak yang digunakan adalah larutan natrium bisulfit (NaHSO_3) dan asam sulfit (H_2SO_4). Serat yang dihasilkan pada proses ini sangat halus dan dapat dipakai untuk membuat kertas dengan mutu tinggi

c. Proses Sulfida

Proses ini menggunakan larutan natrium sulfida (Na_2S) dan natrium hidroksida (NaOH) sebagai larutan pemasak. Serat pulp yang dihasilkan pada proses ini keadaannya sangat kuat tetapi warnanya kurang baik dan sukar untuk diputihkan. Oleh sebab itu pulp jenis ini dipakai untuk membuat kertas kantong, seperti kantong semen.

d. Proses Organosolv *Pulping*

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.

Dengan menggunakan proses organosolv diharapkan permasalahan lingkungan yang dihadapi oleh industri pulp dan kertas akan dapat diatasi. Hal ini karena proses organosolv memberikan beberapa keuntungan, antara lain yaitu rendemen *pulp* yang dihasilkan tinggi, daur ulang lindi hitam dapat dilakukan dengan mudah, tidak menggunakan unsur sulfur sehingga lebih aman terhadap lingkungan, dapat menghasilkan *by products* (hasil sampingan) berupa lignin dan hemiselulosa dengan tingkat kemurnian tinggi.

Berikut beberapa proses organosolv yang berkembang pada saat ini :

1. Proses *Acetosolv* adalah suatu proses pembuatan *pulp* dengan menggunakan bahan kimia pemasak asam asetat. Proses acetosolv 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 dibanding dengan hasil daur ulang limbah *kraft* (Simanjutak, 1994). Lebih dari itu Aziz dan Sarkanen (1989) menguatkan pernyataan tersebut dengan mengatakan bahwa rendemen *pulp* lebih tinggi, pendauran lindi hitam dapat dilakukan dengan mudah, dapat diperoleh hasil samping berupa lignin dan

furfural dengan kemurnian yang relatif tinggi, dan ekonomis dalam skala yang relatif kecil. Nimz dan Casten (1984 dalam Muladi, 1992), yang mempatenkan proses pulping dengan menggunakan asam asetat terhadap kayu atau tanaman semusim ditambah sedikit garam asam sebagai katalisator, menyebutkan bahwa keuntungan dari proses acetosolv adalah bahwa bahan pemasak yang digunakan dapat diambil kembali tanpa adanya proses pembakaran bahan bekas pemasak. Selain itu proses tersebut dapat dilakukan tanpa menggunakan bahan-bahan organik.

2. Proses *Alcell* (*Alcohol Cellulose*) yaitu proses pembuatan pulp dengan bahan kimia pemasak yang berupa campuran alkohol dan NaOH
3. Proses *Organocell* yaitu proses pembuatan pulp dengan bahan kimia pemasak yang berupa metanol dan etanol.

2.6.3 Proses Semi Kimia

Proses-proses pembuatan *pulp* secara semikimia pada dasarnya ditandai dengan perlakuan kimia didahului dengan tahap penggilingan secara mekanik. Proses ini menggabungkan proses kimia dan proses mekanis. Hasil yang diperoleh dengan proses ini lebih rendah dibandingkan dengan proses mekanis.

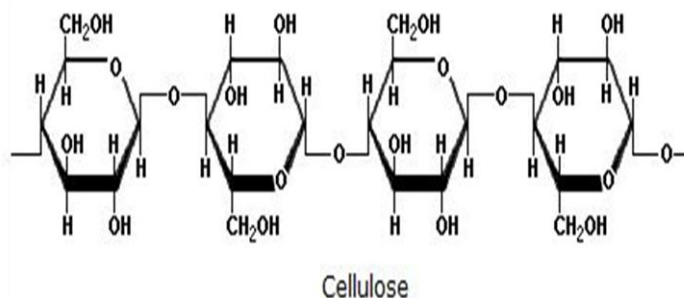
Untuk melunakkan lignin dan karbohidrat yang terikat dengan serat, maka kayu direndam dalam soda kaustik atau sodium sulfi netral. Kemudian digiling dalam piringan penghalus. Metode semi kimia digunakan untuk kayu keras, biaya prosesnya rendah dan *pulp* yang dihasilkan masih mengandung sebagian besar lignin. *Pulp* semi kimia digunakan untuk kayu keras, biaya prosesnya rendah dan pulp yang dihasilkan masih mengandung sebagian besar lignin. *Pulp* semi kimia sukar diputihkan, dan jika terkena sinar matahari akan berwarna kuning. Biasanya digunakan untuk bahan yang membutuhkan kekuatan dan kekakuan seperti media kardus.

Kayu yang dijadikan *pulp* dipotong menjadi potongan yang tipis dan kecil yang disebut dengan *chips*, dimasak beberapa jam dengan menggunakan alat penghancur yang dioperasikan pada suhu 150 oC dengan tekanan 4-5 atm, pencucian,

dilakukan pemutihan (*bleaching*) dengan menggunakan kalsium hipoklorit, hidrogen peroksida atau kalsium dioksida. Proses pemutihan dapat menurunkan kekuatan *pulp*, sehingga perlu diperhatikan hubungan antara derajat putih pulp dan kekuatan kertas yang dihasilkan (Elisa Julianti, 2007), (Smook, G.A., 1992)

2.7 Kandungan yang terdapat pada *pulp* yaitu Selulosa dan Lignin

2.7.1 Selulosa



Gambar 3. Struktur Selulosa

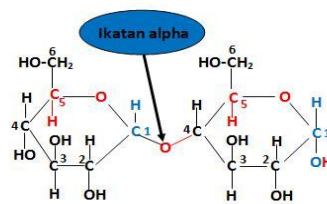
Selulosa merupakan bagian utama susunan jaringan tanaman berkayu, bahan tersebut terdapat juga pada tumbuhan perdu seperti paku, lumut, ganggang, dan jamur. Penggunaan terbesar selulosa yang berupa serat kayu dalam industri kertas dan produk turunan kertas lainnya.

Selulosa merupakan komponen penting dari kayu yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas. Selulosa, oleh Casey (1960), didefinisikan sebagai karbihidrat yang dalam porsi besar mengandung lapisan dinding sebagian besar sel tumbuhan. Winarno (1997) menyebutkan bahwa selulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama hemiselulosa, pektin dan protein membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman. McDonald dan Franklin (1969) menyebutkan bahwa selulosa adalah senyawa organik yang terdapat paling banyak di dunia dan merupakan bagian dari kayu dan tumbuhan tingkat tinggi lainnya.

Menurut panjang rantainya (derajat polimerisasi). Selulosa dibagi menjadi 3 macam yaitu :

a. *Alpha* (α) selulosa

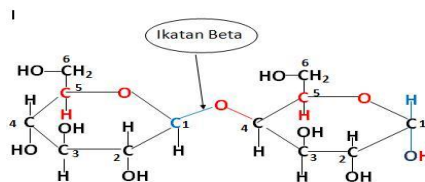
Adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat. Alpha selulosa dipakai sebagai penduga atau tingkat kemurnian selulosa. Semakin tinggi kadar alfa selulosa, maka semakin baik mutu bahannya. Rumus struktur alfa selulosa sebagai berikut (Syahputra, dkk, 2011)



Gambar 4. Ikatan α -selulosa

b. *Beta* (β) selulosa

Adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP (derajat polimerisasi) 15-90%, dapat mengendap.



Gambar 5. Ikatan β -selulosa

c. *Gamma* (γ) selulosa

Adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dan kandungannya adalah hemiselulosa.

Sifat selulosa terdiri dari sifat fisik dan sifat kimia. Selulosa dengan rantai panjang mempunyai sifat fisik yang lebih kuat, lebih tahan lama terhadap degradasi yang disebabkan oleh pengaruh biologis.

Sifat-sifat fisik serat selulosa :

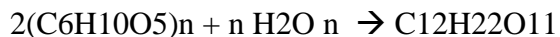
1. Berwarna putih.
2. Berat molekul berkisar antara 300.000 – 500.000 gr/mol.
3. Tidak larut dalam air, asam, dan basa.
4. Larut dalam $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$ atau $\text{NaOH} + \text{CS}_2$.
5. Terdiri dari unit-unit anhidroglukopiranososa yang bersambung rantai molekul.

Sifat-sifat kimia selulosa:

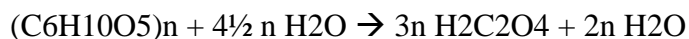
1. Tidak dapat mereduksi reagen Tollens dan Fehling.
2. Terhidrolisa sempurna dalam suasana asam akan menghasilkan glukosa.

H_2SO_4

3. Hidrolisa parsial menghasilkan maltosa (disakarida).



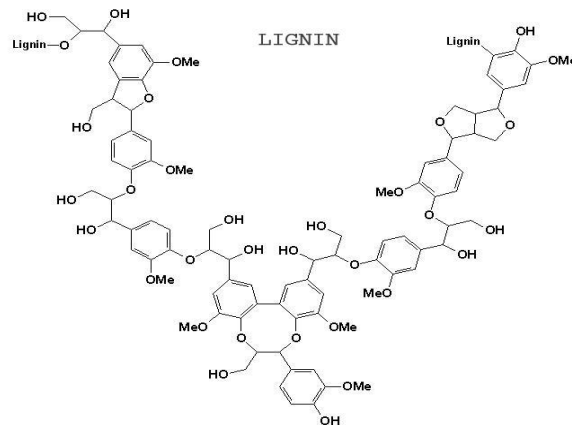
4. Hidrolisa berlebih menghasilkan asam oksalat.



5. Hidrolisis lengkap dalam HCl 40 % dalam air hanya menghasilkan D-glukosa\

Selulosa berperan besar dalam memberikan kekuatan tarik sedangkan lignin memberikan kekuatan tekan dan mencegah pelipatan mikrofibril. Selulosa dan lignin diikat dengan hemiselulosa. Gugus fungsional dari gugus selulosa adalah gugus hidrofilik. Struktur rantai selulosa distabilkan oleh ikatan hidrogen yang kuat disepanjang rantai. Didalam selulosa alami dari tanaman, rantai selulosa diikat bersama-sama membentuk mikrofibril yang sangat terkristal (*highly cristalline*) dimana setiap rantai selulosa diikat bersama-sama oleh ikatan hidrogen (Dewi,2011)

2.7.2 Lignin



Gambar 6. Struktur Lignin

Lignin merupakan bagian terbesar dari selulosa. Penyerapan sinar warna oleh pulp terutama berkaitan dengan komponen ligninnya. Untuk mencapai derajat keputihan yang tinggi, lignin tersisa harus dihilangkan dari pulp, dibebaskan dari gugus yang menyerap sinar kuat sesempurna mungkin. Lignin akan mengikat serat selulosa yang kecil menjadi serat-serat panjang. Lignin tidak akan larut dalam larutan asam tetapi mudah larut dalam alkali encer dan mudah diserang oleh zat-zat oksida lainnya.

Lignin merupakan zat organik polimer yang banyak dan penting alam dunia tumbuhan selain selulosa. Adanya lignin dalam sel tumbuhan, dapat menyebabkan tumbuhan kokoh berdiri. Lignin merupakan senyawa polimer yang berkaitan dengan selulosa dan hemiselulosa pada jaringan tanaman.

Di alam keberadaan lignin pada kayu berkisar antara 25-30%, tergantung pada jenis kayu atau faktor lain yang mempengaruhi perkembangan kayu. Pada kayu, lignin umumnya terdapat di daerah lamela tengah dan berfungsi pengikat antar sel serta menguatkan dinding sel kayu. Kulit kayu, biji, bagian serabut kasar, batang dan daun mengandung lignin yang berupa substansi kompleks oleh adanya lignin dan polisakarida yang lain. Kadar lignin akan bertambah dengan bertambahnya umur tanaman.

Lignin pada tanaman dapat dibagi menjadi 3 tipe :

- a. Lignin dari kayu (*Gymnospermae*)
- b. Lignin dari kayu keras (*Angiospermae dycotyle*)
- c. Lignin dari rumput-rumputan, bambu dan palmae (*Angiospermae monocotyle*)

Lignin merupakan produk massa tumbuh-tumbuhan yang secara biologis paling lambat dirusak. Dengan demikian, lignin merupakan sumber utama bahan organik yang lambat dirusak oleh sama-sama fuminat yang terdapat didalam tanah. Lignin mempunyai spektrum serapan absorpsi ultraviolet (UV) yang khas dan memberikan reaksi warna yang khas dengan fenol dan amino aromatik (Fegel, D. And Wegener, G., 1995).

Tabel 7. Perbedaan antara Selulosa dan Lignin

Selulosa	Lignin
- Tidak mudah larut dalam pelarut organik dan air	- Tidak mudah larut dalam air dan asam mineral kuat
- Tidak mudah larut dalam alkali	- Larut dalam pelarut organik dan larutan alkali encer
- Larut dalam asam pekat	
- Terhidrolisis relative lebih cepat pada temperature tinggi	

Sumber : Wordpress, 2010

2.8 Beberapa Variabel yang Mempengaruhi Proses Pembuatan *Pulp*

2.8.1 Faktor-Faktor dalam Pembuatan *Pulp*

Adapun faktor yang berpengaruh dalam pembuatan pulp sebagai berikut :

1. Konsentrasi Pelarut

Semakin tinggi konsentrasi larutan pemasak, maka semakin banyak lignin yang ikut terlarut dalam alkohol yang juga dapat berpengaruh dalam pemisahan dan penguraian selulosa.

2. Perbandingan Cairan Pemasak Terhadap Bahan Baku

Perbandingan cairan pemasak terhadap bahan baku haruslah memadai agar lignin terurai sempurna dalam proses degradasi dan dapat larut sempurna dalam cairan pemasak.

3. Waktu Pemasakan

Semakin lama waktu pemasakan, maka kandungan lignin didalam pulp tinggi karena lignin yang tadinya sudah terpisah dari raw pulp dengan bantuan asam asetat akan kembali larut dan menyatu dengan raw pulp dan sulit untuk memisahkannya lagi (Shere B.Noris, 1959). Waktu pemasakan yang lama dapat menyebabkan terjadinya degradasi selulosa semakin besar sehingga rendemennya rendah.

4. Temperatur pemasakan

Temperatur yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya pemecahan makro molekul yang semakin banyak, sehingga produk yang larut dalam asam pun akan semakin banyak

2.9 Klasifikasi Kelas Kualitas Serat Kayu untuk Bahan Baku Pulp

Suatu bahan baku pulp dapat dikatakan bahan pulp yang baik dan memenuhi standar apabila bahan pulp tersebut mengandung selulosa 40-50%, lignin 6-25% dalam kayu keras (wood) 23-33% dikayu lunak (non-wood), hemiselulosa 20-30% dalam kayu keras 15-20% dikayu lunak, senyawa lain (air,resin) 5-30% dan mineral 0,1-3%. Suatu bahan baku pulp dapat dikatakan bahan pulp yang baik dan memenuhi mutu standar kualitas keterangan yakni :

Kelas I Serat panjang sampai sekali, dinding sel tipis sekali dan lumen lebar. Serat akan mudah digiling diduga akan menghasilkan lembaran dengan kekuatan sobek, retak, dan tarik yang tinggi

Kelas II Serat kayu sedang sampai panjang, mempunyai dinding sel tipis dan lumen agak lebar. Serat akan mudah menggepeng waktu digiling dan ikatan seratnya baik. Serat jenis ini diduga akan menghasilkan lembaran dengan kekuatan sobek, retak, dan kekuatan tarik yang tinggi

Kelas III Serat kayu berukuran pendek sampai sedang, dinding sel dan lumen sedang. Dalam lembaran pulp kertas, serat agak menggepeng dan ikatan antar seratnya masih baik. Diduga akan menghasilkan lembaran dengan kekuatan sobek, retak, dan tarik yang sedang

Kelas IV Serat kayu pendek, dinding sel tebal dan lumen serat sempit. Serat akan sulit menggepeng waktu digiling. Jenis ini diduga akan menghasilkan lembaran dengan kekuatan sobek, retak dan tarik yang rendah.