

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Jagung (*Zea mays ssp. mays*)**

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan penghasil Karbohidrat yang penting di dunia selain gandum dan padi. Bagi penduduk Amerika Tengah dan Selatan, bulir jagung adalah pangan pokok, sebagaimana bagi sebagian penduduk Afrika dan beberapa daerah di Indonesia. Di masa kini, jagung juga sudah menjadi komponen penting pakan ternak. Penggunaan lainnya adalah sebagai sumber minyak pangan dan bahan dasar tepung Maizena. Berbagai produk turunan hasil jagung menjadi bahan baku berbagai produk industri. Beberapa di antaranya adalah Bioenergi, Industri Kimia, Kosmetika, Farmasi, dll.



sumber : <https://www.google.com/search?q=jagung>

Gambar 1. Jagung (*Zea mays ssp. mays*)

Jagung merupakan tanaman semusim. Satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk tahap pertumbuhan generatif. Tinggi tanaman jagung sangat bervariasi. Meskipun tanaman jagung umumnya berketinggian 1 m sampai 3 m, ada varietas yang dapat mencapai tinggi 6 m. Tinggi tanaman biasa diukur dari permukaan tanah hingga ruas teratas sebelum bunga jantan. Meskipun ada yang dapat menghasilkan anakan (seperti padi), pada umumnya jagung tidak memiliki kemampuan ini.

Terdapat enam kelompok kultivar jagung berdasarkan karakteristik endosperma :

1. *Indentata* (*Dent*, "jagung gigi-kuda")
2. *Indurata* (*Flint*, "mutiara")
3. *Saccharata* (*Sweet*, "manis")
4. *Everta* (*Popcorn*, "berondong")
5. *Amylacea* (*Floury corn*, "tepung")
6. *Glutinosa* (*Sticky/glutinous corn*, "ketan")
7. *Tunicata* (*Podcorn*, "jagung bersisik", merupakan kelompok kultivar yang paling primitif dan anggota subspecies yang berbeda dari jagung budidaya lainnya).

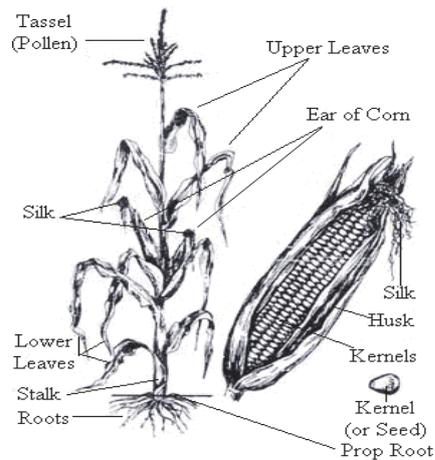
Sedangkan untuk klasifikasi ilmiah dari jagung dapat di lihat pada Tabel 1. dibawah ini.

Tabel 1. Klasifikasi Ilmiah Dari Jagung

Kerajaan	<i>Plantae</i>
Divisi	<i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan berbunga)
Kelas	<i>Liliopsida</i> (berkeping satu / monokotil)
Ordo	<i>Poales</i>
Famili	<i>Poaceae</i> (suku rumput-rumputan)
Genus	<i>Zea</i>

Sumber : <http://www.sumberajaran.com/2012/12/klasifikasi-jagung.html>

Indonesia pada tahun 2012 menempati peringkat ke-8 produsen jagung (pipilan kering) dunia. Provinsi penyumbang produksi terbanyak jagung adalah Jawa Timur 5 jt ton, Jawa Tengah 3,3 jt ton; Lampung 2 jt ton; Sulawesi Selatan 1,3 jt ton; Sumatera Utara 1,2 jt ton; Jawa Barat 700 – 800 rb ton, dan sisanya yang signifikan adalah NTT, NTB, Jambi, dan Gorontalo. Rata-rata produksi per tahun jagung nasional adalah 16 jt ton per tahun.



sumber : Nurul Hidayah, Mei 2013

Gambar 2. Bagian-Bagian Dari Tanaman Jagung

### 2.1.1 Tongkol Jagung

Tanaman jagung mempunyai satu atau dua tongkol, tergantung varietas. Tongkol jagung diselubungi oleh daun atau kelobot. Tongkol jagung yang terletak pada bagian atas umumnya lebih dahulu terbentuk dan lebih besar dibandingkan dengan yang terletak pada bagian bawah. Setiap tongkol terdiri atas 10-16 baris biji yang jumlahnya selalu genap. Tongkol jagung mengandung Selulosa (45%), Hemiselulosa (35%) dan Lignin (15%). Tongkol jagung muda, disebut juga *babycorn*, dapat dimakan dan dijadikan sayuran. Tongkol yang tua ringan namun kuat, dan menjadi sumber furfural, sejenis monosakarida dengan lima atom karbon ([www.wikipedia.org/wiki/Tongkol\\_jagung](http://www.wikipedia.org/wiki/Tongkol_jagung)).

### 2.1.2 Kulit Jagung (Klobot Jagung)

Kulit jagung atau klobot jagung merupakan kulit terluar yang menutupi bulir jagung. Kulit jagung ini juga merupakan lembaran modifikasi daun yang membungkus tongkol jagung. Secara morfologi, kulit atau klobot jagung ini mempunyai permukaan yang kasar dan berwarna hijau muda sampai hijau tua. Jumlah rata-rata kulit jagung dalam satu tongkol adalah 12-15 lembar. Gambar 3. menunjukkan limbah kulit jagung yang belum dimanfaatkan. Komposisi kimia dari kulit jagung yang telah dikeringkan dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan karakteristik dari serat kulit jagung dapat dilihat pada Tabel 3.



sumber : Nurul Hidayah, Mei 2013

Gambar 3. Kulit Jagung

Tabel 2. Komposisi Kimia Kulit Jagung Kering

<i>Component</i>	%
<i>Lignin</i>	15
<i>Ash</i>	5.09
<i>Alcohol-cyclohexane solubility (1:2 v/v)</i>	4.57
<i>Cellulose</i>	44.08

Sumber: Taiwo K.F dkk, April 2014

Tabel.3 Karakteristik Serat Kulit Jagung

<i>Fibre property</i>		<i>Dimension</i>
<i>Fibre Length (mm)</i>	L	1.71± 0.5
<i>Fibre diameter (µm)</i>	D	21.89±5.1
<i>Cell wall thickness (µm)</i>	CW	7.63± 2.3
<i>Lumen width (µm)</i>	LW	6.63±3.5

Sumber: Taiwo K.F dkk, April 2014

## 2.2. Pulp dan Kertas

Peradaban Mesir Kuno menggunakan papirus sebagai media tulis menulis. Penggunaan papirus sebagai media tulis menulis ini digunakan pada peradaban Mesir Kuno pada masa Wangsa Firaun kemudian menyebar ke seluruh Timur Tengah sampai Romawi di Laut Tengah dan menyebar ke seantero Eropa,

meskipun penggunaan papirus masih dirasakan sangat mahal. Dari kata papirus (*papyrus*) itulah dikenal sebagai *paper* dalam bahasa Inggris, *papier* dalam bahasa Belanda, bahasa Jerman, bahasa Perancis misalnya atau *papel* dalam bahasa Spanyol yang berarti kertas. Tercatat dalam sejarah bahwa peradaban Cina yang menyumbangkan kertas bagi dunia adalah *Tsai Lun* yang menemukan kertas dari bahan bambu yang mudah didapat di seantero Cina pada tahun 101 Masehi. Penemuan ini akhirnya menyebar ke Jepang dan Korea seiring menyebarnya bangsa-bangsa Cina ke timur dan berkembangnya peradaban di kawasan itu meskipun pada awalnya cara pembuatan kertas merupakan hal yang sangat rahasia.

Pada akhirnya, teknik pembuatan kertas tersebut jatuh ketangan orang-orang Arab pada masa Abbasiyah terutama setelah kalahnya pasukan Dinasti Tang dalam Pertempuran Sungai Talas pada tahun 751 Masehi, dimana para tawanan-tawanan perang mengajarkan cara pembuatan kertas kepada orang-orang Arab sehingga pada zaman Abbasiyah, munculah pusat-pusat industri kertas baik di Baghdad maupun Samarkand dan kota-kota industri lainnya, kemudian menyebar ke Italia dan India lalu Eropa khususnya setelah Perang Salib dan jatuhnya Grenada dari bangsa Moor ke tangan orang-orang Spanyol serta ke seluruh dunia ([www.wikipedia.org/wiki/sejarah kertas](http://www.wikipedia.org/wiki/sejarah_kertas)).

Negara Indonesia sendiri berpotensi untuk menjadi urutan tiga besar dalam industri *pulp* dan kertas di dunia, antara lain karena produksi *pulp* dan kertas di tanah air diuntungkan oleh berbagai kondisi alam dan geografis di khatulistiwa yang rata-rata memiliki pepohonan yang tumbuh tiga kali lebih cepat dibandingkan di negara-negara yang berada di daerah dingin, sehingga Indonesia memiliki ketersediaan hutan yang luas sebagai sumber bahan baku. Selain itu, Indonesia juga berada di tengah-tengah benua Asia yang sedang berkembang menjadi raksasa ekonomi baru yang menjadi pasar terbesar *pulp* dan kertas dunia di masa depan. Saat ini, Indonesia menempati peringkat 11 dunia untuk industri kertas dan peringkat 9 dunia untuk industri *pulp*. Menurut APKI, tercatat sekitar 80 perusahaan *pulp* & kertas di Indonesia yang masih beroperasi, yang terbagi atas 10 pabrik terpadu *pulp* & kertas, 67 pabrik kertas dan 3 pabrik *pulp*. Menurut

catatan, pabrik dengan kapasitas besar pada umumnya merupakan pabrik baru dan *modern* yang jumlahnya tidak banyak, sedangkan pabrik dengan kapasitas kecil adalah pabrik-pabrik lama.

### 2.2.1 *Pulp*

*Pulp* adalah hasil pemisahan serat dari bahan baku berserat. *Pulp* dapat dibuat dari bahan kayu, nonkayu, dan kertas bekas (*waste paper*). *Pulp* itu sendiri dapat diartikan sebagai suatu material/bahan yang bersifat halus dan lembab yang terdiri dari bahan serat kayu. Tampilannya dapat berwujud benda setengah cair hingga setengah padat dan padat (tergantung seberapa banyak kandungan air/zat cair di dalamnya). Ketika berbentuk sebagai benda cair, *pulp* menyerupai "bubur". Oleh karena itu, ada yang menyebutnya sebagai "bubur kayu". *Pulp* ini merupakan bahan baku utama untuk aneka jenis kertas dan *polywoods* serta produk turunan lainnya. Bahan baku *pulp* biasanya mengandung tiga komponen utama, yaitu: Selulosa, Hemiselulosa, dan Lignin. Secara umum prinsip pembuatan *pulp* merupakan proses pemisahan Selulosa terhadap *impurities* bahan-bahan dari senyawa yang dikandung oleh kayu di antaranya Lignin. Syarat – syarat bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *pulp*, yakni :

- Berserat
- Kadar Alfa Selulosa lebih dari 40 %
- Kadar Ligninnya kurang dari 25 %
- Kadar air maksimal 10 %
- Memiliki kadar abu yang kecil

(Harsini dan Susilowati, 2010).

Sedangkan untuk standar kualitas *pulp* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel.4 dibawah ini.

Tabel 4. Standar Kualitas *Pulp*

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

Sumber: PT. Tanjung Enim Lestari, 2009

Reaksi yang terjadi secara sederhana pada proses pembuatan *pulp* dapat dituliskan sebagai berikut:

Bahan baku (kayu atau non-kayu)  $\longrightarrow$  *pulp* (Selulosa) + senyawa-senyawa Alkohol + senyawa-senyawa Asam + Merkaptan + zat-zat pengotor lainnya.

Menurut Azhary H.S dan Dodi Satriawan (2010), proses pembuatan *pulp* dipengaruhi beberapa faktor, antara lain:

1. Konsentrasi pelarut

Semakin tinggi konsentrasi larutan alkali, akan semakin banyak Selulosa yang larut. Larutan NaOH berfungsi dalam pemisahan dan penguraian serat Selulosa dan non Selulosa.

2. Perbandingan cairan pemasak terhadap bahan baku

Perbandingan cairan pemasak terhadap bahan baku haruslah memadai agar pemisahan Lignin sempurna dalam proses degradasi dan dapat larut sempurna dalam cairan pemasak. Perbandingan yang terlalu kecil dapat menyebabkan terjadinya redeposisi Lignin, sehingga dapat meningkatkan bilangan kappa (kualitas *pulp* menurun). Perbandingan yang dianjurkan lebih dari 8 : 1.

3. Temperatur pemasakan

Temperatur pemasakan berhubungan dengan laju reaksi. Temperatur yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya pemecahan makromolekul yang semakin banyak, sehingga produk yang larut dalam alkali pun akan semakin banyak.

#### 4. Lama Pemasakan

Lama pemasakan yang optimum pada proses Delignifikasi adalah sekitar 60-120 menit dengan kandungan Lignin konstan setelah rentang waktu tersebut. Semakin lama waktu pemasakan, maka kandungan Lignin di dalam *pulp* tinggi, karena Lignin yang tadinya telah terpisah dari *raw pulp* dengan berkurangnya konsentrasi NaOH akan kembali menyatu dengan *raw pulp* dan sulit untuk memisahkannya lagi.

### 2.2.2 Pengelompokan *Pulp*

Menurut komposisinya, *pulp* dikelompokkan menjadi tiga 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.

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

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

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

Pada saat ini *pulp* nonkayu yang dihasilkan digunakan untuk memproduksi kertas meliputi: percetakan dan kertas tulis, *linerboard*, medium berkerut, kertas koran, tisu, dan dokumen khusus. *Pulp* nonkayu yang umum digunakan biasanya merupakan kombinasi antara *pulp* nonkayu dengan *pulp* kayu lunak Kraft atau Sulfit yang ditambahkan untuk menaikkan kekuatan kertas. Karakteristik bahan nonkayu mempunyai sifat fisik yang lebih baik daripada kayu lunak dan dapat digunakan di dalam jumlah yang lebih rendah bila digunakan sebagai pelengkap sebagai bahan pengganti kayu lunak. Sumber serat nonkayu meliputi:

- Limbah pertanian dan industri hasil pertanian seperti jerami padi, gandum, batang jagung, dan limbah kelapa sawit.

- Tanaman yang tumbuh alami seperti alang – alang, dan rumput – rumputan.
- Tanaman yang diolah, seperti serat daun, dan serat dari batang.

Kebanyakan serat nonkayu yang berasal dari tanaman tahunan, keuntungan dari penggunaan tanaman tahunan ini adalah karena mereka dapat ditumbuhkan di lahan pertanian dan dapat dipanen setiap tahun dengan volume yang besar (5-20 ton/ha). Penggunaan bahan-bahan nonkayu dapat mengurangi kerusakan hutan akibat aktivitas manusia (deforestasi) di beberapa negara dan juga dapat mengurangi emisi Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida yang timbul dari pembakaran residu pertanian limbah (Moore,1996). Keuntungan lain dari penggunaan bahan baku nonkayu pada produksi *pulp* yaitu memiliki efek positif pada pekerjaan dan struktur sosial di daerah yang jarang penduduknya. Namun di sisi lain, logistik yang dibutuhkan untuk penggunaan tanaman tahunan sebagai bahan baku *pulp* merupakan masalah besar dalam pengenalan serat berbasis nonkayu ke industri kertas. Tempat penyimpanan yang cukup besar dan memadai dengan fasilitas pengeringan konstan sangat diperlukan untuk produksi *pulp* nonkayu skala besar. Selain itu, pabrik *pulp* berbasis nonkayu yang menggunakan residu pertanian atau tanaman tahunan yang tumbuh di lokasi yang berbeda, mereka harus tetap dalam ukuran kecil untuk meminimalkan biaya transportasi bahan baku.

Bahan baku serat nonkayu biasanya memiliki kandungan abu dan silika yang cukup tinggi. Sebagian silika larut selama proses pemasakan dan tetap sebagai konstituen yang tidak diinginkan dari cairan yang dikeluarkan. Kandungan silika yang tinggi menyebabkan banyak masalah, misalnya mengurangi efisiensi alat dan meningkatkan viskositas sehingga sulit atau tidak mungkin untuk memompa cairan hitam (*black liquor*) untuk beberapa bagian dari proses *recovery*. Masalah-masalah ini membuat proses *recovery* bahan kimia menjadi lebih sulit, kurang efisien, dan lebih mahal dibandingkan dengan proses *recovery* lindi hitam dari kayu (Moore, 1996).

### 3. *Pulp* kertas bekas

*Pulp* yang diperoleh merupakan hasil dari *recycle* kertas bekas yang dihancurkan, dimasak dan dicetak kembali. *Pulp* kertas bekas banyak dimanfaatkan sebagai kertas seni (Harsini dan Susilowati, 2010).

#### 2.2.3. Pembuatan *Pulp*

Ada 3 macam proses pembuatan *pulp*, yaitu proses mekanis, proses semi-kimia dan proses kimia. Pada proses mekanis tidak digunakan bahan-bahan kimia. Bahan baku digiling dengan mesin sehingga Selulosa terpisah dari zat-zat lain. Pada proses semi-kimia dilakukan seperti proses mekanis tetapi dibantu dengan bahan kimia untuk lebih melunakkan sehingga serat-serat Selulosa mudah terpisah dan tidak rusak. Pada proses kimia, bahan baku dimasak dengan bahan kimia tertentu untuk menghilangkan zat lain yang tidak perlu dari serat-serat Selulosa. Dengan proses ini, dapat diperoleh Selulosa yang murni dan tidak rusak.

Ada beberapa metoda pembuatan *pulp* dengan proses kimia, yaitu:

- a. Metoda proses Basa : proses Soda dan proses Sulfat
- b. Metoda proses Asam : proses Sulfit

Beberapa proses pembuatan *pulp* secara kimia antara lain:

#### 1. Proses Sulfat (proses Kraft)

Disebut Kraft karena *pulp* yang dihasilkan dari proses ini memiliki kekuatan lebih tinggi daripada proses mekanis dan semikimia, akan tetapi rendemen yang dihasilkan lebih kecil di antara keduanya karena komponen yang terdegradasi lebih banyak (Lignin, Ekstraktif, dan Mineral). Proses ini adalah proses yang paling banyak digunakan oleh pabrik kertas di dunia. Kelebihan proses kraft terletak pada kemampuannya mengolah semua jenis kayu, mampu menghasilkan sifat kekuatan *pulp* yang tinggi, dan sistem pendauran bahan kimianya yang sudah sangat baik. Namun, ada sejumlah kelemahan pada proses ini, yaitu antara lain bau busuk yang bahkan tetap dimiliki oleh pabrik ter-*modern* sekalipun. Masalah serius lainnya berhubungan dengan kapasitas ekonomis pabrik. Pabrik kraft baru harus memiliki kapasitas

produksi 1000 ton perhari atau lebih agar bisa beroperasi secara ekonomis, dan sudah tentu hal ini mensyaratkan investasi modal yang besar.

## 2. Proses Soda

Proses Soda pertama kali dipatenkan pada tahun 1854 M dan yang terakhir di patenkan pada tahun 1866 adalah pematenan proses *Recovery* Soda dengan cara di bakar di *Recovery Boiler* dalam mendapatkan kembali sebagian besar alkali yang di gunakan di dalam proses.

Proses Soda umumnya digunakan untuk bahan baku dari limbah pertanian seperti merang, katebon, bagase serta kayu lunak. Proses Soda merupakan proses pemasakan dengan metode proses basa. Larutan pemasak yang digunakan adalah NaOH. Proses ini sangat cocok digunakan untuk bahan baku nonkayu. Proses Soda lebih menguntungkan dari segi teknis dan lebih ekonomis dibandingkan dengan menggunakan proses lain, karena tidak membuat limbah yang begitu berbahaya di lingkungan sekitar (Sugesty dan Tjahjono, 1997 dalam Harsini dan Susilowati, 2010). Larutan pemasak yang digunakan adalah NaOH sebanyak 18-35% berat bahan baku kering. Degradasi Selulosa oleh larutan NaOH pekat dapat terjadi pada suhu di atas 100 °C. Semakin tinggi temperatur pemasakan maka perbandingan jumlah Selulosa yang hilang akan lebih banyak daripada Lignin yang hilang. Beberapa hal yang berpengaruh pada proses Soda adalah:

### a. Perbandingan cairan pemasak terhadap bahan baku yang digunakan

Kekurangan bahan kimia atau larutan pemasak menyebabkan *pulp* berwarna gelap dan sukar diputihkan pada tahap *bleaching*. Namun, bahan pemasak yang berlebihan juga dapat menurunkan % rendemen dengan terjadinya degradasi serat-serat Selulosa.

### b. Waktu dan temperatur pemasakan

Bila waktu pemasakan terlalu lama, maka Selulosa juga akan larut dalam jumlah besar. Jika temperatur terlalu tinggi, jumlah karbohidrat yang terdegradasi akan lebih besar daripada Lignin yang terlarut sehingga akan menurunkan rendemen dan kekentalan *pulp*.

### 3. Proses Sulfit

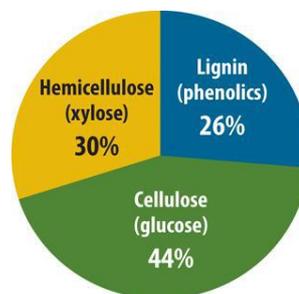
Merupakan proses pemasakan dengan metode Asam. Bahan baku dalam proses ini adalah kayu lunak. *Pulp* yang dihasilkan berwarna keruh, tetapi mudah dipucatkan. Kerugian yang timbul adalah larutan pemasak menggunakan bahan dasar kation Kalsium yang akan mempersulit dalam proses daur ulang. Kalsium akan menyebabkan kerak pada alat – alat pemasak (Harsini dan Susilowati, 2010).

### 4. Proses Nitrat

Penggunaan Asam Nitrat sebagai larutan pemasak telah mendapatkan perhatian dalam beberapa tahun dan terus dikembangkan. Pada proses ini, bahan baku direbus dengan HNO<sub>3</sub> dalam pemanas air. Bahan yang sudah diolah direbus kembali dengan NaOH 2 % berat selama 45 menit untuk melarutkan Lignin yang rusak. Pada kenyataannya proses *pulping* secara konvensional tersebut memiliki beberapa kelemahan, terutama terhadap rendemen pemasakan yang rendah, biaya produksi tinggi, laju delignifikasi rendah dan pencemaran lingkungan karena adanya limbah larutan pemasak.

#### 2.2.4. Komponen Kimiawi Bahan Baku *Pulp*

Didalam biomassa terdiri dari beberapa komponen penyusun, yaitu Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin. Oleh karena itu biomassa sering disebut sebagai bahan berlignoselulosa. Lignoselulosa mengandung tiga komponen penyusun utama, yaitu Selulosa sebagai kerangka, kandungannya (30-50%-berat), Hemiselulosa sebagai bahan pengisi, kandungannya (15-35%-berat), dan Lignin sebagai pembungkus, kandungannya (13-30%-berat).

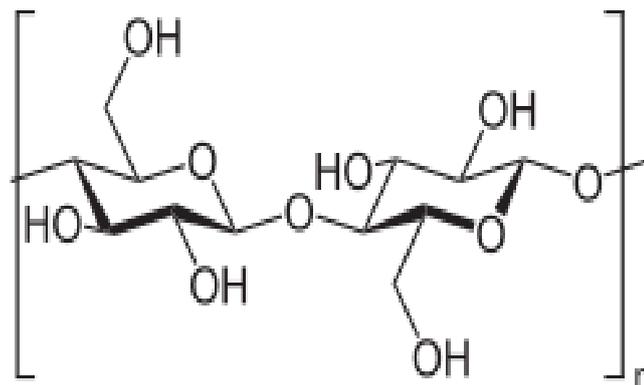


sumber : <http://www.bioenergy.ornl.gov/main.aspx> and GMIS, Oak Ridge National Laboratory

Gambar 4. Komponen Kimiawi Biomassa

### a. Selulosa

Komponen utama penyusun jaringan dinding sel tumbuh - tumbuhan pada umumnya adalah Selulosa. Selulosa adalah polimer alam berupa zat Karbohidrat (polisakarida) yang mempunyai serat dengan warna putih, tidak dapat larut dalam air dan pelarut organik. Selulosa adalah senyawa organik yang paling umum di bumi. Sekitar 33% dari semua materi tanaman adalah Selulosa (isi Selulosa dari kapas adalah 90% dan dari kayu adalah 40-50%). Selulosa tidak dapat dicerna oleh manusia, hanya dapat dicerna oleh hewan yang memiliki enzim selulase. Proses pembuatan *pulp* adalah contoh perlakuan fisik dan kimia yang mempunyai tujuan untuk memisahkan Selulosa dari kandungan impuritisnya.



Sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/Selulosa> (9 Mei 2015)

Gambar 5. Struktur Selulosa

Adapun faktor yang membuat Selulosa disenangi untuk produksi *pulp* dan kertas adalah (Murugan, 1996) :

1. Jumlahnya berlimpah, dapat melengkapi, dan mudah dipanen dan dipindah-pindahkan dan akibatnya bahan ini murah harganya.
2. Zat ini umumnya berbentuk serat, dan kekuatan tariknya benar-benar tinggi.
3. Zat ini bisa menarik air, yang mempermudah persiapan mekanik dari serat-serat atau ikatan-ikatan serat ketika campuran serat tadi dikeringkan.
4. Zat ini tidak dapat larut dalam air dan pelarut-pelarut organik.

5. Tahan terhadap sejumlah bahan kimia yang menyebabkan terisolasinya Selulosa dalam tanaman.

b. Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah bagian dari kelompok polisakarida yang memiliki rantai pendek dan bercabang. Hemiselulosa juga merupakan senyawa polimer yang terdapat pada biomassa. Hemiselulosa berfungsi sebagai pendukung dinding sel dan berlaku sebagai perekat antar sel tunggal yang terdapat didalam batang pisang dan tanaman lainnya. Hemiselulosa memiliki sifat non-kristalin dan bukan serat, mudah mengembang, larut dalam air, sangat hidrofolik, serta mudah larut dalam alkali. Kandungan Hemiselulosa yang tinggi memberikan kontribusi pada ikatan antar serat, karena Hemiselulosa bertindak sebagai perekat dalam setiap serat tunggal.

Pada saat proses pemasakan berlangsung, Hemiselulosa akan melunak, dan pada saat Hemiselulosa melunak, serat yang sudah terpisah akan lebih mudah menjadi berserabut. Perbedaan Hemiselulosa dengan Selulosa yaitu Hemiselulosa mudah larut dalam alkali tapi sukar larut dalam asam, sedang Selulosa adalah sebaliknya. Hemiselulosa juga bukan merupakan serat-serat panjang seperti Selulosa. Hasil hidrolisis Selulosa akan menghasilkan D-glukosa, sedangkan hasil hidrolisis Hemiselulosa akan menghasilkan D-xilosa dan monosakarida lainnya.

c. Lignin

Setelah Selulosa, Lignin merupakan zat organik polimer yang banyak dan penting dalam dunia tumbuhan. Lignin menaikkan sifat-sifat kekuatan mekanik sedemikian rupa sehingga tumbuhan yang besar seperti pohon yang tingginya lebih dari 100 m tetap dapat kokoh berdiri. Lignin merupakan salah satu komponen kimia penyusun kayu selain dari Selulosa, Hemiselulosa dan ekstraktif. Lignin adalah gabungan beberapa senyawa yang hubungannya erat satu sama lain, mengandung Karbon, Hidrogen dan Oksigen, namun proporsi Karbonnya lebih tinggi dibanding senyawa Karbohidrat. Sifat kimia Lignin yang penting untuk diketahui diantaranya adalah kadar Lignin dan

reaktifitasnya. Metode Klason merupakan prosedur umum yang digunakan dalam penentuan kadar Lignin. Prosedur ini memisahkan Lignin sebagai material yang tidak larut dengan depolimerisasi Selulosa dan Hemiselulosa dalam asam sulfat 72% yang diikuti oleh hidrolisis polisakarida terlarut dalam asam sulfat 3% yang dipanaskan. Bagian dari Lignin yang larut menjadi filtrat disebut Lignin terlarut asam.

Lignin terlarut asam merupakan parameter yang dapat menunjukkan tingkat reaktivitas monomer penyusun polimer Lignin. Lignin terlarut asam juga sangat penting untuk dianalisis mengingat hubungannya dengan kandungan Lignin dan proses *pulping*. Lignin terlarut asam merupakan bagian dari kandungan total Lignin dalam kayu, akan tetapi seringkali diabaikan karena jumlahnya yang relative kecil khususnya pada jenis *softwood*.

Lignin adalah salah satu komponen utama sel tanaman, karena itu Lignin juga memiliki dampak langsung terhadap karakteristik tanaman. Misalnya saja, Lignin sangat berpengaruh pada proses pembuatan *pulp* dan kertas. Kebutuhan bahan kimia untuk ‘memasak’ kayu dihitung berdasarkan kandungan Ligninnya. Kandungan Lignin pada pakan ternak ruminansia sangat berpengaruh pada kemudahan pakan itu untuk dicerna. Pakan yang rendah kandungan Ligninnya mudah dicerna oleh hewan. Akan tetapi, apabila pakan yang diberikan terlalu banyak mengandung Lignin, maka ternak bisa mengalami gangguan pencernaan.

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.

### c. Ekstraktif

Zat ekstraktif merupakan komponen non-struktural pada kayu dan kulit tanaman terutama berupa bahan organik yang terdapat pada lumen dan sebagian pada dinding sel. Dengan menggunakan air dingin atau panas dan bahan pelarut organik netral seperti alkohol atau eter maka dapat dilakukan ekstraksi. Jumlah dan jenis zat ekstraktif yang terdapat dalam tanaman tergantung pada letaknya dan jenis tanaman. Pada kayu konvensional, zat ekstraktif banyak terdapat pada kayu teras. Getah, lemak, resin, gula, lilin, tanin, alkaloid merupakan beberapa contoh zat ekstraktif. Selain bahan organik, pada kayu juga terdapat bahan anorganik berupa mineral dan silika yang tidak larut dalam air atau pelarut organik. Dumanaw (2003) menyatakan bahwa zat ekstraktif memiliki peranan dalam kayu karena dapat mempengaruhi sifat keawetan, warna, bau dan rasa sesuatu jenis kayu, dapat digunakan untuk mengenal sesuatu jenis kayu, dapat digunakan sebagai bahan industri, dapat menyulitkan dalam pengerjaan dan mengakibatkan kerusakan pada alat-alat pertukangan. Zat ekstraktif yang bersifat racun menyebabkan ketahanan terhadap pelapukan kayu. Hal ini dibuktikan bahwa ekstrak dari kayu teras lebih bersifat racun daripada ekstrak dari kayu gubal pada pohon yang sama.

#### **2.2.5. Faktor yang Mempengaruhi Mutu Pulp**

Mutu *pulp* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

##### 1. Panjang Serat

Panjang serat akan mempengaruhi kekuatan kertas, dimana kekuatan kertas tak begitu penting, misalnya untuk kertas tulis sehingga dapat terdiri dari sebagian besar serat pendek. Namun demikian perlu pencampurannya dengan serat panjang, hal ini penting agar lembaran yang terbentuk dapat lancar berjalan diatas mesin kertas tanpa terputus-putus. Klasifikasi panjang serat menurut Klemm sebagai berikut :

- Serat panjang : 2,0 – 3,0 mm
- Serat sedang : 1,0 – 2,0 mm
- Serat pendek : 0,1 – 1,0 mm

## 2. Kadar Selulosa

Selulosa merupakan komponen kayu yang terbesar, yang dalam kayu jumlahnya mencapai hampir setengahnya. Selulosa merupakan polimer linier dengan berat molekul tinggi yang tersusun seluruhnya atas D glukosa sampai sebanyak 14.000 satuan yang terdapat sebagai berkas-berkas terpuntir mirip tali, yang terikat satu sama lain oleh ikatan Hidrogen.

## 3. Kadar Air

Kadar air yang tinggi tidak baik untuk pulp. Hal ini disebabkan karena kadar air yang tinggi dapat mempengaruhi viskositas pulp dan menyebabkan kualitas pulp menurun (Abdullah Saleh dkk, 2009).

## 4. Kadar Lignin

Lignin merupakan produk massa tumbuh-tumbuhan yang secara biologis paling lambat. Apabila dipanaskan dengan Ca-bisulfit dalam NaOH dengan suatu tekanan tinggi, maka Lignin ini akan larut dan yang tertinggal hanya Selulosanya saja. Lignin menyebabkan *pulp* berwarna gelap. Pada proses pembuatan *pulp*, kadar Lignin harus rendah. Apabila kadar Lignin pada tanaman tinggi, maka zat pemutih yang ditambahkan pada proses *bleaching* akan cukup banyak. *Pulp* akan mempunyai sifat fisik yang baik apabila mengandung sedikit Lignin. Hal ini dikarenakan Lignin bersifat menolak air dan kaku, sehingga menyulitkan dalam proses penggilingan. Kadar Lignin *pulp* pada bahan baku kayu 20-35%, sedangkan pada bahan baku nonkayu kadarnya lebih kecil lagi. Adanya Lignin dalam sel tumbuhan, dapat menyebabkan tumbuhan kokoh berdiri. Pada pembuatan *pulp*, kadar Lignin ditekan sekecil mungkin, tergantung jenis kertas yang akan dibuat, karena akan memberikan pewarnaan pada *pulp*.

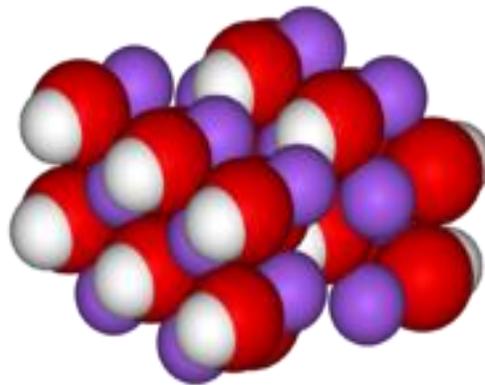
## 5. Bilangan Kappa

Bilangan kappa adalah jumlah mililiter kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) 0,1 N yang terpakai oleh 1 gram *pulp* kering tanur sesuai kondisi standar. Bilangan kappa ditentukan untuk mengetahui kandungan Lignin yang terdapat di dalam *pulp*. Pengukuran bilangan kappa ini dimaksudkan untuk mengetahui

derajat delignifikasi yang dicapai selama proses pemasukan dan untuk mengetahui jumlah larutan pemutih yang dibutuhkan dalam proses *bleaching*.

### 2.3 Larutan Pemasak NaOH

Natrium Hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai Sodium Hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium Hidroksida membentuk larutan alkali yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. NaOH digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi *pulp* dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Natrium Hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia.



Sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/NatriumHidroksida>

Gambar 6. Struktur NaOH

Natrium Hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. NaOH bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbondioksida dari udara bebas. Ia sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan. NaOH juga larut dalam Etanol dan Metanol, walaupun kelarutan NaOH dalam kedua cairan ini lebih kecil daripada kelarutan KOH. NaOH tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non-polar lainnya. Larutan Natrium Hidroksida akan meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas.

Tabel 5. Sifat Fisik dan Kimia NaOH

Parameter	Keterangan
Rumus Molekul	NaOH
Massa Molar	39.99711 g/mol
Penampilan	putih, padatan dan hidroskopis
Kepadatan	2.13 g/cm <sup>3</sup>
Titik Lebur	318 °C, 591 K
Keasaman (pKa)	~13
Kelarutan dalam air	1110 g/L (20 °C)

Sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/NatriumHidroksida>, 2015