

## **BAB II**

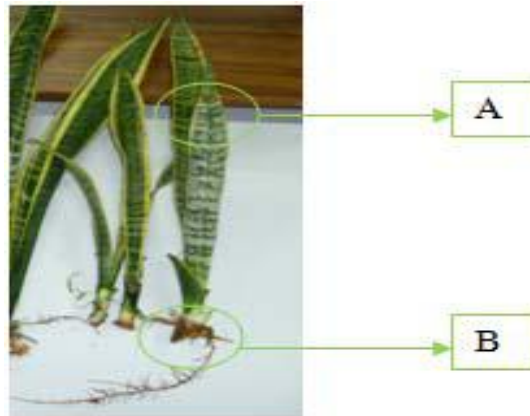
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian *Sansevieria***

Tanaman *Sansevieria* ini di Indonesia dikenal dengan nama lidah mertua atau tanaman ular, karena tekstur daunnya mirip kulit ular, warna daun ada yang hijau muda dengan corak bersisik seperti ular. Tanaman *Sansevieria* termasuk tanaman yang bersifat sukulen, karena secara morfologi *Sansevieria* dicirikan dengan daun yang tebal dan memiliki kandungan air yang tinggi (Arnold, 2004).

Keunggulan *sansevieria* adalah tanaman yang mudah beradaptasi dan tumbuh dengan baik disegala tempat. Mulai dari dataran rendah, sedang dan tinggi. Indonesia secara geografis merupakan tempat yang baik untuk pertumbuhan *sansevieria*. Iklimnya yang tropis menyebabkan dataran di Indonesia mendapatkan pancaran sinar matahari sepanjang tahun. Secara alami, *sansevieria* akan tumbuh subur jika paparan sinar matahari dan sirkulasi udara baik. Tetapi pada kenyataannya *sansevieria* mampu tumbuh diruangan yang sangat minim cahaya sekalipun. *Sansevieria* tetap tumbuh pada kondisi kering sehingga jika tidak disirampun tanaman ini masih mampu bertahan.

Tanaman *Sansevieria* merupakan sejenis herba tidak berbatang dan mempunyai rimpang yang kuat dan tegak. Daun *sansevieria* berwarna hijau atau berbarik-barik kuning. Panjang daun dari tanaman ini dapat mencapai 1,75 m. lidah mertua berasal dari Afrika tropis dibagian Nigeria timur dan menyebar hingga ke Indonesia, terutama di pulau Jawa. Tanaman ini dapat ditemui dari dataran rendah hingga ketinggian 1-1.000 meter di atas permukaan laut. Daun dari tanaman ini mengandung serat yang mempunyai sifat kenyal dan kuat. Selama ini serat daun *sansevieria* digunakan sebagai tanaman hias, namun setelah diteliti serat *sansevieria* mengandung selulosa, lignin dan polisakarida (M. Kanimozhi, 2011). Serat tersebut disebut sebagai *bowstringhemp* dan banyak digunakan sebagai bahan membuat kain dan *pulp* (Heyne, 1987).



Gambar 1. Tanaman lidah mertua

Keterangan:

A : Daun Lidah Mertua

B : Akar Lidah Mertua

Menurut sistematikanya, *Sansevieria* diklasifikasikan sebagai berikut :

|              |                                              |
|--------------|----------------------------------------------|
| Kingdom      | : Plantae (tumbuhan)                         |
| Subkingdom   | : Tracheobionta (berpembuluh)                |
| Superdivisio | : Spermatophyta (menghasilkan biji)          |
| Divisio      | : Magnoliophyta (berbunga)                   |
| Kelas        | : Liliopsida (berkeping satu atau monokotil) |
| Sub-kelas    | : Liliidae                                   |
| Ordo         | : Liliales                                   |
| Familia      | : Agavaceae                                  |
| Genus        | : <i>Sansevieria</i>                         |

*Sansevieria* memiliki organ yang mudah dikenali. Tumbuhan ini termasuk kedalam jenis rerumputan (*herbaceous*), karna tangkainya yang lunak dan tidak berkayu. Akar *Sansevieria* berbentuk serabut. Akar berwarna putih ini tumbuh dari bagian pangkal daun dan menyebar ke segala arah di dalam tanah.

Tanaman *Sansevieria* mudah di kenali dari daunnya yang tebal dan banyak mengandung air. Daun tumbuh di sekeliling batang semu diatas permukaan tanah. Bentuk daunnya panjang dan meruncing pada bagian ujungnya. Daun *Sansevieria*

mempunyai lapisan luar yang terdiri dari lapisan atas dan bawah, diantara lapisan tersebut terdapat banyak ikatan atau helai-helai serat.

Perbanyakan generatif pada *Sansevieria* dilakukan melalui persilangan benang sari ke kepala putik. Jika penyerbukan berhasil, selanjutnya akan terjadi pembuahan dan pembentukan biji. Biji tersebut disemaikan untuk mendapatkan generasi baru *Sansevieria*. Biasanya daun akan tumbuh sejak 1-3 bulan sejak penyemaian dan tergantung dari jenis tanaman *Sansevieria*.

Pemanenan Lidah Mertua (*sansevieria*) dilakukan terhadap tanaman yang sudah cukup umur sekitar 4-9 bulan atau sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Biasanya tanaman lidah mertua ini siap dipanen jika tingginya sudah mencapai 40-75 cm.

### **2.1.1 Morfologi Lidah Mertua (anonim, 2011)**

#### **a. Akar**

Lazimnya tumbuhan berbiji tunggal (monokotil), akar *sansevieria* berbentuk serabut. Akar berwarna putih ini tumbuh dari bagian pangkal daun dan menyebar ke segala arah di dalam tanah.

#### **b. Rimpang (*Rhizoma*)**

Selain terdapat akar juga terdapat organ yang menyerupai batang, orang menyebut organ ini sebagai rimpang atau rhizoma yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sari-sari makanan hasil fotosintesis. Rimpang juga berperan dalam perkembangan biakan. Rimpang menjalar di bawah tanah dan kadang-kadang di atas permukaan tanah. Ujung organ ini merupakan jaringan meristem yang selalu tumbuh memanjang.

#### **c. Daun**

Tanaman *sansevieria* mudah dikenal dari daunnya yang tebal dan banyak mengandung air (fleshy dan succulent) sehingga dengan struktur daun seperti ini membuat *sansevieria* tahan terhadap kekeringan karena proses penguapan air dan laju transpirasi dapat ditekan. Daun tumbuh di sekeliling batang semu di atas permukaan tanah. Bentuk daun panjang dan meruncing pada bagian ujungnya. Tulang daun sejajar. Pada beberapa jenis tanaman terkadang terdapat duri.

#### d. Bunga

Bunga *sansevieria* terdapat dalam malai yang tumbuh tegak dari pangkal batang. Bunga *sansevieria* termasuk bunga berumah dua, putik dan serbuk sari tidak berada dalam satu kuntum bunga. Bunga yang memiliki putik disebut bunga betina, sedangkan yang memiliki serbuk sari disebut bunga jantan. Bunga ini mengeluarkan aroma wangi, terutama pada malam hari.

#### e. Biji

Biji dihasilkan dari pembuahan serbuk sari pada kepala putik. Biji memiliki peran penting dalam perkembangbiakan tanaman. Biji *sansevieria* berkeping tunggal seperti tumbuhan monokotil lainnya. Bagian paling luar dari biji berupa kulit tebal yang berfungsi sebagai lapisan pelindung. Di sebelah dalam kulit terdapat embrio yang merupakan bakal calon tanaman.

### 2.1.2 Manfaat *Sansevieria*

Beberapa manfaat *Sansevieria* adalah tanaman hias di dalam ruangan (*indoor*) dan di pekarangan (*outdoor*), sebagai tanaman obat yang telah teruji secara klinis berefek positif terhadap penyakit diabetes. Beberapa *Sansevieria* dapat diambil seratnya untuk bahan baku tekstil terutama di Negara China dan New Zealand.

Hanley et al. (2006) menyatakan bahwa *Sansevieria* dapat tumbuh pada rentang suhu yang luas dan dapat bertahan hidup di daerah panas seperti gurun, pertumbuhan optimal dicapai pada siang hari dengan temperatur 24-29°C dan pada malam hari 18-21°C. *Sansevieria* dapat beradaptasi pada ruangan dengan suhu dan kelembaban yang rendah seperti pada ruangan berpendingin (*Air Conditioner*).

Selain sebagai penghias taman, *Sansevieria* mampu menyerap polusi di lingkungan sekitar. Selain itu rimpang *Sansevieria* berkhasiat untuk obat batuk. Menurut sebuah penelitian yang dilakukan Badan Penerbangan Antariksa Amerika Serikat, *Sansevieria* merupakan salah satu tanaman penyerap gas beracun, misalnya karbon monoksida yang terkandung dalam asap rokok (Anonim, 2001). Selain sebagai penyerap racun dalam asap rokok, *Sansevieria*

mampu menyerap beragam unsur polutan berbahaya di udara seperti timbal, kholoform, benzene, xylene, dan trichloroethylene. *Sansevieria* mengandung bahan aktif pregnane glikosid dalam mereduksi polutan (Adidaya, 2005). Purwanto (2006) pada bukunya mengemukakan riset yang dilakukan *Wolverton Environmental Service* yang menyebutkan bahwa sehelai daun *Sansevieria* mampu menyerap *formaldehid* sebanyak 0,938 µg per jam.

Setiap helai daun *Sansevieria* terdapat senyawa aktif *pregnane glykoside*, yaitu zat yang mampu menguraikan zat beracun menjadi senyawa asam organik, gula, dan beberapa senyawa asam amino. Mekanisme *Sansevieria* dalam menyerap polutan adalah tanaman bernapas, akan menyerap polutan seperti karbon dioksida dan gas beracun lainnya. *Sansevieria* menggunakan stomata sebagai *vacum cleaner* untuk menyedot polutan atau gas beracun dan akan memasuki sistem metabolisme dalam tubuh tanaman.

Polutan yang telah diserap kemudian dikirim ke akar, pada bagian akar, mikroba melakukan proses detoksifikasi. Melalui proses ini, mikroba akan menghasilkan suatu zat yang diperlukan oleh tanaman. Dalam proses pernapasan tersebut dihasilkan gas yang bermanfaat bagi manusia yaitu berupa oksigen. Proses ini berlangsung terus menerus selama tanaman masih hidup.

### 2.1.3 Serat *Sansevieria*

Serat lidah *Sansevieria* digunakan sebagai bahan pembuat beragam tali, ditenun sebagai pakaian, komponen alat musik, bahan baku kertas hingga pada penelitian terbaru menyebutkan sebagai antiseptik dan antikanker. Jenis *sansevieria* penghasil serat adalah *Sansevieria angolensis*, *Sansevieria trifasciata*, *Sansevieria cylindrica*, *Sansevieria intermedia*, *Sansevieria enherbergii* dan *Sansevieria hyacinthoides*. Jenis *Sansevieria* yang sering digunakan untuk membuat *pulp* adalah *Sansevieria trifasciata* yang dikenal sebagai sumber serat komersial karena memiliki serat yang lembut, liat dan sangat elastis.

Serat *Sansevieria* sebagai bahan baku tekstil dimana serat *Sansevieria* memiliki karakteristik serat yang tidak mudah rapuh, mengkilat, dan panjang sehingga memudahkan penataan pada pembuatan benang. Berdasarkan

keunggulan tersebut *Sansevieria* berpotensi sekali untuk keperluan industri yang berbasis serat, agar dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan benang. Pengambilan serat tanaman melalui beberapa tahapan yaitu proses ekstraksi serat, *bleaching*.

#### 2.1.4 Komposisi Kimia Serat *Sansevieria*

Penelitian dan pengembangan teknologi dalam bidang *pulp* telah banyak dilakukan dengan tujuan menjawab permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh industri ini, baik teknologi *pulp* maupun pemutihan *pulp*. Fungsi dari industri kertas (*pulp*) adalah mengkonversi bahan-bahan dasar selulosa menjadi bahan kertas. Terdapat tiga komponen kimia pada bubur kertas yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Salah satu tanaman yang dapat digunakan adalah *Sansevieria*, karena *Sansevieria* memiliki jumlah selulosa yang hampir sama dengan nanas (anonim.,2008).

#### 2.1.5 Sifat-Sifat Fisik Serat *Sansevieria*

Lidah mertua atau yang lebih dikenal dengan *Sansevieria* merupakan salah satu tanaman berpotensi yang menghasilkan serat yang selama ini pemanfaatannya masih sebatas tanaman hias. Jenis serat *Sansevieria* memiliki karakteristik serat yang tidak mudah rapuh, mengkilat, dan panjang.

#### 2.1.6 Komposisi *Sansevieria*

Komposisi yang terkandung dalam tanaman *sansevieria* secara umum dapat dilihat pada tabel 1

| Tabel 1. Komposisi Kimia <i>Snsevieria</i> |         |
|--------------------------------------------|---------|
| Komposisi Kimia                            | %       |
| Selulosa                                   | 50 – 60 |
| Lignin                                     | 5 – 10  |
| <i>ruscogenin</i>                          | 1 – 2,5 |
| <i>4-0 methyl glucoronic acid</i>          | 3 – 5   |
| <i>beta siti sterol</i>                    | 2- 5    |
| <i>d-xylose</i>                            | 0,1 – 1 |
| <i>n butyl 4 OL propylphthalate</i>        | 1 – 5   |
| <i>neoruscogenin</i>                       | 0,1 – 1 |
| <i>sanseverigenin</i>                      | 4 – 7   |
| <i>pregnane glikosid</i>                   | 1 – 4   |

(Sumbet : <http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/132/jtptunimus-shomyalina-babii.pdf>)

## 2.2 Pulp

*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 (sumber : wordpress, 2009).

*Pulp* / bubur kertas merupakan hasil pemisahan serat dari bahan berserat (kayu maupun non kayu) melalui berbagai proses pembuatannya. *Pulp* terdiri dari serat-serat selulosa yang dapat digunakan sebagai bahan baku kertas. Hampir semua tanaman berserat dapat dibuat *pulp*, hanya tergantung ekonomis atau tidak sebagai bahan baku yang akan diolah. Serat mempunyai panjang, lebar dan dinding yang bervariasi, tergantung pada jenis dan posisinya dalam suatu pohon serta lokasi tumbuhnya.

Selulosa dari bahan kayu atau non kayu masih tercampur dengan bahan lainnya seperti lignin dan selulosa. Tujuan dari pembuatan *pulp* adalah memisahkan selulosa (serat-serat) dari bahan-bahan lainnya. *Pulp* serat pendek umumnya dihasilkan dari jenis rumput-rumputan dan sisa hasil pertanian, sedangkan *pulp* serat panjang dihasilkan dari tumbuhan kayu.

Tabel 2. Standar Kualitas *Pulp*

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

Sumber : ( PT.Tanjung Enim Lestari,2009)

### 2.2.1 Klasifikasi Kelas Serat Bahan Baku Kayu dan Non Kayu

- Kelas I Serat panjang sampai panjang 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 tarik cukup tinggi.

- c. 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 sedang.
- d. 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.

### 2.2.2 Syarat Tanaman Bahan Baku Pembuatan *Pulp*

Hampir semua tanaman berserat dapat dibuat *pulp*, hanya ekonomis atau tidaknya tergantung kepada komponen kimia yang terkandung dan sifat fisik serat bahan bakunya. *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 serta lokasi tumbuhnya. Indonesia banyak terdapat berbagai jenis tumbuh-tumbuhan seperti alang-alang, pisang abaka jerami, ampas tebu, akasia dan lain-lain yang dapat dijadikan sebagai bahan baku untuk pembuatan *pulp*, dimana bahan baku yang sebagian besar digunakan adalah dari kayu-kayu. Kekurangan pemasokan bahan baku kayu untuk produksi *pulp* yang disebabkan oleh isu lingkungan menyebabkan naiknya harga kertas. Sehingga, untuk mengatasi hal tersebut maka harus dicari bahan baku alternatif untuk menghasilkan *pulp*. Dalam hal ini kandungan selulosa dan lignin dalam suatu tanaman sangat berpengaruh besar terhadap bahan baku *pulp*.

Adapun syarat – syarat bahan baku yang digunakan dalam *pulp* (Harsini dan Susilowati, 2010), yakni :

1. Berserat
2. Kadar alpha selulosa lebih dari 40 %
3. Kadar ligninnya kurang dari 25 %
4. Kadar air maksimal 10 %
5. Memiliki kadar abu yang kecil

## **2.3. Proses Pembuatan *Pulp***

### **2.3.1 Pembuatan *Pulp* Secara Mekanik**

Pembuatan *pulp* secara mekanik merupakan proses penyerutan kayu dimana kayu gelondong setelah dikuliti diserut dalam batu asah yang diberi semprotan air. Akibat proses ini banyak serat kayu yang rusak. Pada proses mekanik ini dilakukan tanpa menggunakan bahan-bahan kimia. Bahan baku digiling dalam keadaan basah, sehingga serat-serat akan terlepas. Kemudian disaring sehingga selulosa terpisah dari zat-zat yang lain. Prinsip pembuatan *pulp* secara mekanis yakni dengan pengikisan menggunakan alat seperti gerinda. Proses mekanis yang dikenal diantaranya PGW (*Pine Groundwood*), SGW (*Semi Groundwood*). Umumnya *pulp* yang dihasilkan digunakan untuk pembuatan jenis-jenis kertas yang berkualitas rendah dan mempunyai warna yang kurang baik seperti koran, kertas pembungkus dan kertas karton. Keuntungan dari proses ini adalah biaya produksi yang relatif rendah dan rendemen yang tinggi. Sedangkan kerugiannya adalah sifat serat yang dihasilkan pendek, tidak murni, tidak utuh, lemah dan *pulp* yang dihasilkan sukar diputihkan.

### **2.3.2 Pembuatan *Pulp* Secara Kimia**

Pembuatan *Pulp* Secara Kimia adalah proses dimana lignin dihilangkan sama sekali hingga serat-serat kayu mudah dilepaskan pada pembongkaran dari bejana pemasak (*digester*) atau paling tidak setelah perlakuan mekanik lunak. Pada proses ini 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 sulfit, proses sulfat, proses soda dan proses *organosolv*.

#### a. Pembuatan *Pulp* Sulfit

*Pulp* 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 ( $\text{NaHSO}_3$ ) dan asam sulfit ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ). Serat *pulp* yang dihasilkan pada proses ini sangat halus sehingga *pulp* tersebut dapat dipakai untuk membuat kertas dengan mutu tinggi.

Proses sulfit mempunyai beberapa keuntungan diantaranya adalah menghasilkan *pulp* yang relatif lebih putih sebelum dilakukan proses pemutihan, mudah dilarutkan, dan mudah dimurnikan dengan larutan alkali.

#### b. Pembuatan *Pulp* Sulfat (*kraft*)

Proses ini menggunakan larutan natrium sulfida ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) dan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) sebagai larutan pemasak. Sejak tahun 1960, produk *pulp kraft* lebih banyak dari pada *pulp sulfite*, karena beberapa faktor seperti pemilihan bahan kimia yang lebih sederhana dan sifat-sifat *pulp* yang lebih baik. Serat *pulp* yang dihasilkan pada proses ini sangat kuat tetapi warnanya kurang baik dan sukar untuk diputihkan. Oleh sebab itu pulp jenis ini dipakai untuk membuat kertas kantong, seperti kantong semen.

#### c. Pembuatan *Pulp* Soda

Proses soda umumnya digunakan untuk bahan baku dari limbah pertanian seperti merang, katebon, bagase serta kayu lunak. Pada proses soda ini larutan pemasak yang digunakan adalah larutan soda kaustik ( $\text{NaOH}$ ) encer dengan perbandingan minimal 4:1 (ml/gr) dengan bahan baku. *Pulp* yang dihasilkan pada proses ini berwarna cokelat dan dapat diputihkan.

#### d. *Organosolv*

*Organosolv* merupakan proses *pulping* yang menggunakan bahan yang lebih mudah didegradasi seperti pelarut organik. Pada proses ini, penguraian lignin terutama disebabkan oleh pemutusan ikatan eter (Donough, 1993). Beberapa senyawa organik yang dapat digunakan antara lain adalah asam asetat, etanol, metanol dan aseton. Dengan menggunakan proses ini diharapkan permasalahan lingkungan yang dihadapi oleh industri *pulp* dan kertas dapat diatasi. Hal ini disebabkan karena proses *organosolv* tidak menggunakan unsur

sulfur sehingga lebih aman terhadap lingkungan. Selain itu proses *organosolv* juga memiliki beberapa keuntungan diantaranya yaitu, rendemen *pulp* yang dihasilkan tinggi, daur ulang lindi hitam dapat dilakukan dengan mudah dan tidak menggunakan unsur sulfur, sehingga lebih aman terhadap lingkungan, dan dapat menghasilkan *by-product* (hasil samping) berupa lignin dan hemiselulosa dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

Beberapa proses *organosolv* yang berkembang pesat pada saat ini, yaitu :

1. Proses *acetocell* yaitu proses yang menggunakan bahan kimia pemasak berupa asam asetat
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.

Keuntungan dari proses kimia ini dibandingkan dengan proses mekanis dan semikimia yakni :

1. Serat *pulp* yang dihasilkan lebih utuh, kuat dan panjang
2. Produk *pulp* lebih stabil pada derajat putih yang sama
3. Produk *pulp* dapat digunakan sebagai bahan baku kertas grade rendah (*unbleach*) seperti : *bag paper*, *lineboard* dan *wrapper*. Sedangkan untuk *unbleach pulp* dapat dibuat sebagai kertas fotocopy.

### 2.3.3 Pembuatan *Pulp* Secara Semi Kimia

Proses ini merupakan gabungan dari proses mekanik dan proses kimia. Umumnya cara ini dilakukan dengan merendam bahan baku dengan bahan kimia, kemudian mengolahnya secara mekanis, yaitu memisahkan serat-serat sehingga menjadi *pulp*. Warna *pulp* yang dihasilkan lebih pucat.

Ada dua macam proses pembuatan *pulp* secara semi kimia, yaitu

#### a. Proses Sulfit Netral

Proses ini pada dasarnya ditandai dengan tahapan penggilingan secara mekanik. Proses semi kimia yang paling penting adalah proses *natural Sulfite Semi Chemical* (NSSC), yang telah digunakan secara luas di Amerika Serikat

sejak 1926. Dalam 20 tahun terakhir proses NSSC juga telah digunakan di Eropa dan banyak negara lain di seluruh dunia (Cronert 1966; Marney 1980). Proses ini memanfaatkan cairan pemasak Sodium Sulfit dengan penambahan Sodium Karbonat untuk menentralkan asam-asam organik yang dilepas dari kayu selama pemasakan.

#### b. Proses Soda Dingin

Proses ini digunakan untuk kayu keras yang berkerapatan tinggi. Langkah yang paling penting dalam pembuatan *pulp* soda dingin adalah impregnasi dengan lindi alkalis (NaOH) pada temperatur 20-30°C, hingga terjadi penetrasi yang cepat tapi menyeluruh pada serpih-serpih kayu. Proses ini dilakukan dengan konsentrasi NaOH rendah, yaitu 0,25-2,5% dan dengan waktu antara 15-120 menit, kemudian dilakukan tahap penggilingan pada serpih-serpih.

### 2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan *Pulp*

Arita, 2005, menyatakan bahwa faktor yang berpengaruh dalam pembuatan *pulp* sebagai berikut:

#### 1. Konsentrasi Pelarut

Semakin tinggi konsentrasi larutan alkali, akan semakin banyak selulosa yang larut (Shere B. Noris, 1959). Menurut Casei, J. P., 1961, larutan NaOH dapat berpengaruh dalam pemisahan, dan penguraian serat selulosa dan nonselulosa

#### 2. Perbandingan Cairan Pemasak terhadap Bahan Baku

Perbandingan cairan pemasak terhadap bahan baku haruslah memadai agar pecahan-pecahan lignin sempurna dalam proses degradasi dan dapat larut sempurna dalam cairan pemasak. Perbandingan yang terlalu kecil dapat menyebabkan terjadi 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. Semakin lamanya waktu pemasakan akan menyebabkan reaksi hidrolisis lignin makin meningkat. Namun, waktu pemasakan yang terlalu lama akan menyebabkan selulosa terhidrolisis, sehingga hal ini akan menurunkan kualitas *pulp*.

#### 5. Ukuran Bahan Baku

Ukuran bahan baku yang berbeda menyebabkan luas kontak antar bahan baku dengan larutan pemasak berbeda. Semakin kecil ukuran bahan baku akan menyebabkan luas kontak antara bahan baku dengan larutan pemasak semakin luas, sehingga reaksi lebih baik

### 2.5 Penentuan Kualitas *Pulp*

Secara umum kualitas *pulp* dapat diukur dengan penentuan:

#### 1. Kadar Selulosa

Kadar selulosa merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan banyak selulosa yang terdapat dalam *pulp*. Semakin tinggi kadar selulosa menunjukkan kualitas *pulp* semakin baik. Kadar selulosa dalam *pulp* dipengaruhi oleh konsentrasi dan jenis larutan pemasak, suhu, waktu pemasakan, dan jenis bahan yang digunakan untuk membuat *pulp*.

#### 2. Kadar Lignin

Kadar lignin dari *pulp* menunjukkan sisa lignin yang tertinggal dari hidrolisis yang tidak sempurna. Kadar lignin dapat ditentukan dengan mengoksidasi lignin dengan menggunakan kalium permanganat dalam suasana asam. Salah satu metode untuk menentukan jumlah lignin yang tersisa dengan mengukur bilangan kappa. Bilangan kappa adalah volume (dalam milimeter) dari larutan  $\text{KMnO}_4$  0,1 N yang dikonsumsi 1 gram pulp kering. Semakin tinggi bilangan kappa berarti sisa lignin dalam *pulp* juga semakin tinggi.

### 2.6 Selulosa

Selulosa  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  adalah polimer berantai panjang polisakarida karbohidrat, dari beta-glukosa. 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 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 karbohidrat 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. Macdonald 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. Fengel dan Wegener 1995 menyatakan bahwa selulosa terdapat pada semua tanaman dari pohon bertingkat tinggi hingga organisme primitif seperti rumput laut, flagelata, dan bakteri.

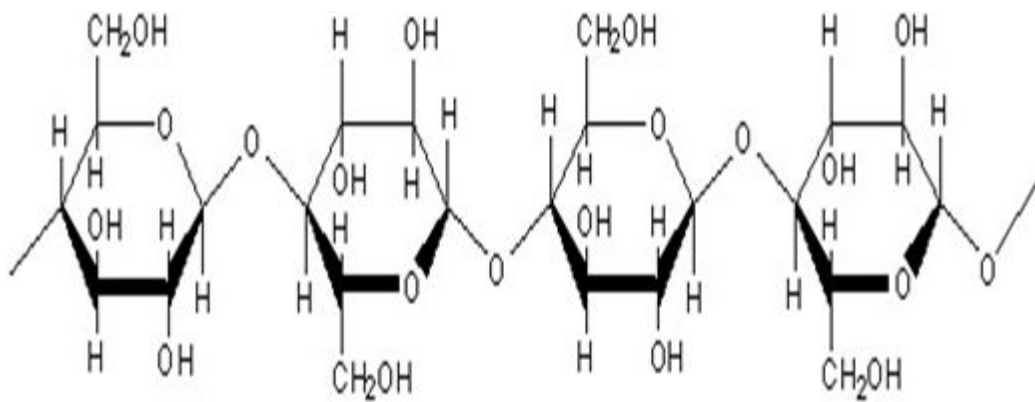
Selulosa merupakan polisakarida dengan rumus kimia  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Dalam hal ini adalah jumlah pengulangan unit gula atau derajat polimerisasi yang harganya bervariasi berdasarkan sumber selulosa dan perlakuan yang diterimanya. Kebanyakan serat untuk pembuatan *pulp* mempunyai harga derajat polimerisasi 600 – 1500.

Selulosa terdapat pada sebagian besar dinding sel dan bagian-bagian berkayu dari tumbuh-tumbuhan. Selulosa mempunyai peran yang menentukan karakter serat dan memungkinkan penggunaannya dalam pembuatan kertas. Dalam pembuatan *pulp* diharapkan serat-serat mempunyai kadar selulosa yang tinggi.

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.

Kesetimbangan 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*.

Molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan-ikatan hidrogen, baik dalam satu rantai polimer selulosa maupun antar rantai polimer yang berdampingan. Ikatan hidrogen ini menyebabkan selulosa bisa terdapat dalam ukuran besar, dan memiliki sifat kekuatan tarik yang tinggi.



Gambar 2. Struktur Molekul Selulosa

(sumber: <http://si.uns.ac.id/profil/uploadpublikasi/ekuilibrium/2009-vollib>)

Selulosa merupakan unsur yang penting dalam proses pembuatan *pulp*. Semakin banyak selulosa yang terkandung dalam *pulp*, maka semakin baik kualitas *pulp* tersebut. Berdasarkan derajat polimerisasi (DP), maka selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu:

- Selulosa  $\alpha$  (*Alpha Cellulose*) adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP (derajat polimerisasi) berkisar 600-1500. Selulosa  $\alpha$  dipakai sebagai penentu tingkat kemurnian selulosa.
- Selulosa  $\beta$  (*Betha Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP (derajat polimerisasi) 15-90, dapat mengendap bila dinetralkan.

- Selulosa  $\gamma$  (*Gamma Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP (derajat polimerisasi) kurang dari 15.

Alpha Selulosa sangat menentukan sifat ketahanan kertas, semakin banyak kadar alpha selulosanya menunjukkan semakin tahan lama kertas tersebut dan memiliki sifat hidrofilik yang semakin besar pada gamma dan beta selulosa daripada alpha selulosanya (Solechudin dan Wibisono, 2002)

### 2.6.1 Sifat-sifat Selulosa

Sifat-sifat selulosa terdiri dari sifat fisika dan sifat kimia. Selulosa dengan rantai panjang mempunyai sifat fisik yang lebih kuat, lebih tahan lama terhadap degradasi yang disebabkan oleh pengaruh panas, bahan kimia maupun biologis. Sifat fisika dari selulosa yang penting adalah panjang, lebar, dan tebal molekulnya. Sifat fisik lain dari selulosa adalah (Fengel dan Wenger, 1995):

1. Dapat terdegradasi oleh hidrolisa, oksidasi, fotokimia maupun secara mekanis sehingga berat molekulnya menurun.
2. Tidak larut dalam air maupun pelarut organik, tetapi sebagian larut dalam larutan alkali
3. Dalam keadaan kering, selulosa bersifat hidroskopis, keras dan rapuh. Bila selulosa cukup banyak mengandung air maka akan bersifat lunak. Jadi fungsi air disini sebagai pelunak.
4. Selulosa dalam kristal mempunyai kekuatan lebih baik jika dibandingkan dengan bentuk amorfnya.

Proses pembuatan *pulp* adalah contoh perlakuan fisik dan kimia yang mempunyai tujuan untuk memisahkan selulosa dari impuritiesnya. Pemisahan dilakukan pada kondisi yang optimum untuk mencegah terjadinya degradasi terhadap selulosa. Kesulitan yang dihadapi dalam proses pemisahan ini disebabkan oleh (Fengel dan Wenger, 1995):

- Berat molekul tinggi
- Kesamaan sifat antara komponen impuritis dengan selulosa itu sendiri
- Kristalinitas yang tinggi
- Ikatan fisika dan kimia yang kuat.

Degradasi pada selulosa kadang-kadang terjadi selama proses pembuatan *pulp*. Keadaan ini disebabkan oleh beberapa hal, yaitu:

#### 1. Degradasi oleh hidrolisis asam

Terjadi pada temperatur yang cukup tinggi dan berada pada media asam dalam waktu yang cukup lama. Akibat dari degradasi ini terjadi terjadinya reaksi yaitu selulosa terhidrolisa menjadi selulosa dengan berat molekul yang rendah. Keaktifan asam pekat untuk mengdegradasi selulosa berbeda-beda (Solechudin dan Wibisono, 2002).

Asam nitrat, asam sulfat dan asam chlorin adalah asam yang aktif, sedangkan asam-asam organik merupakan asam-asam yang tidak aktif..

#### 2. Degradasi oleh oksidator

Senyawa oksidator sangat mudah terdegradasi selulosa menjadi molekul-molekul yang lebih kecil yang disebut oxyselulosa. Hal ini terjadi tergantung dari oksidator dan kondisinya. Macam-macam oksidator adalah sebagai berikut:

- $\text{NO}_3$  mengoksidasi hidroksil primer dari selulosa menjadi karboksil. Oksidasi ini tidak akan memecah rantai selulosa kecuali jika terdapat alkali.
- Chlorin mengoksidasi gugus karboksil dan aldehyd. Oksidasi karboksil menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ , sedangkan oksidasi aldehyd menjadi karboksil dan bila oksidasi diteruskan akan menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Hipoklorit akan menghasilkan oksidasi selulosa yang mengandung presentase gugus hidroksil tinggi pada kondisi netral atau alkali.

#### 3. Degradasi oleh panas

Pengaruh panas lebih besar bila dibandingkan dengan asam atau oksidator. Serat-serat selulosa yang dikeringkan pada temperatur tinggi akan mengakibatkan kertas kehilangan sebagian higroskopisitasnya (swelling ability). Hal ini disebabkan karena:

- Bertambahnya ikatan hidrogen antara molekul-molekul selulosa yang berdekatan.
- Terbentuknya ikatan rantai kimia diantara molekul-molekul selulosa yang berdekatan.

- Pemanasan serat-serat pulp pada temperatur kurang lebih atau mendekati 100°C akan menghilangkan kemampuan menggembung sekitar 50% dan pemanasan diatas 200°C dan dalam waktu lama akan mengakibatkan serat-serat selulosa kehilangan strukturnya secara total.

## 2.7 Lignin

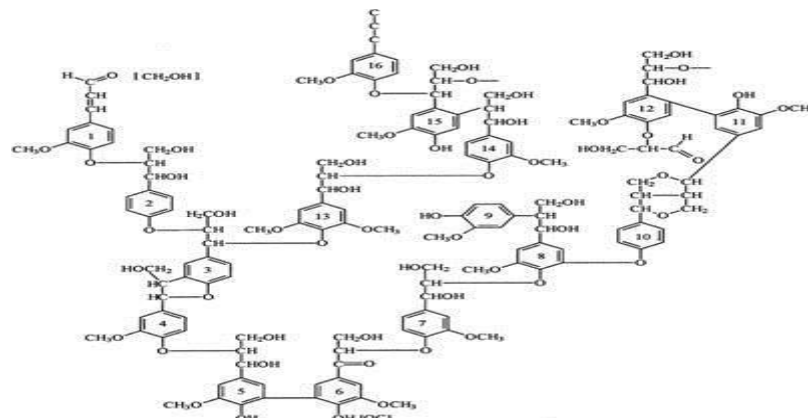
Lignin merupakan bagian terbesar dari selulosa. Penyerapan sinar (warna) oleh *pulp* terutama berkaitan dengan komponen ligninnya. Untuk mencapai derajat keputihan yang tinggi, lignin tersisa harus dihilangkan dari *pulp*, dibebaskan dari gugus yang menyerap sinar kuat sesempurna mungkin. Lignin akan 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 dalam dunia tumbuhan selain selulosa. Adanya lignin dalam sel tumbuhan, dapat menyebabkan tumbuhan kokoh berdiri. Lignin merupakan senyawa polimer yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa pada jaringan tanaman.

Lignin secara umum tidak ditemui dalam bentuk sederhana di antara polisakarida-poliskarida dinding sel tanaman, tetapi selalu tergantung atau berikatan dengan polisakarida tersebut. Lignin merupakan senyawa polimer aromatik kompleks yang terbentuk melalui polimerisasi tiga dimensi dari sinamil alkohol yang merupakan turunan dari fenilpropana (fengel, D. and wegener, G., 1995 dalam Anggraini dkk, 2007: 12). *Kappa Number*

Lignin berbentuk non kristal, mempunyai daya absorpsi yang kuat dan di alam bersifat *thermoplastic*, sangat stabil, sulit dipisahkan dan mempunyai bentuk yang bermacam-macam sehingga struktur lignin pada tanaman bermacam-macam. 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*)



Gambar 3. Struktur *lignin*

Sumber : Jurnal Widya Teknik Vol. 10, No. 1, 2011

Lignin adalah kompleks senyawa kimia yang paling sering berasal dari kayu, dan merupakan bagian integral dari sekunder dinding sel dari tanaman dan beberapa alga. Istilah ini diperkenalkan tahun 1819 oleh de Candolle dan berasal dari bahasa Latin kata *Lignum*, yang berarti kayu. Ini adalah salah satu yang paling berlimpah polimer organik di Bumi, melebihi hanya dengan selulosa menggunakan 30% dari non-fosil karbon organik dan merupakan dari seperempat hingga sepertiga dari berat kering kayu.

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

Kadar kandungan lignin pada tumbuhan sangat bervariasi. Pada bahan baku kayu kandungan lignin berkisar antara 20 – 40%, sedangkan pada bahan baku non kayu kadarnya lebih kecil lagi. 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.

Tabel 3. Perbedaan antara *Selulosa* dan *Lignin*

| <i>Selulosa</i>                                             | <i>Lignin</i>                                          |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1. Tidak mudah larut dalam pelarut air dan organik dan air  | - Tidak mudah larut dalam asam mineral kuat            |
| 2. Tidak mudah larut dalam alkali                           | - Larut dalam pelarut organik dan larutan alkali encer |
| 3. Larut dalam asam pekat                                   |                                                        |
| 4. Terhidrolisis relatif lebih cepat pada temperatur tinggi |                                                        |

Sumber : (PT. Tanjung Enim Lestari, 2009)

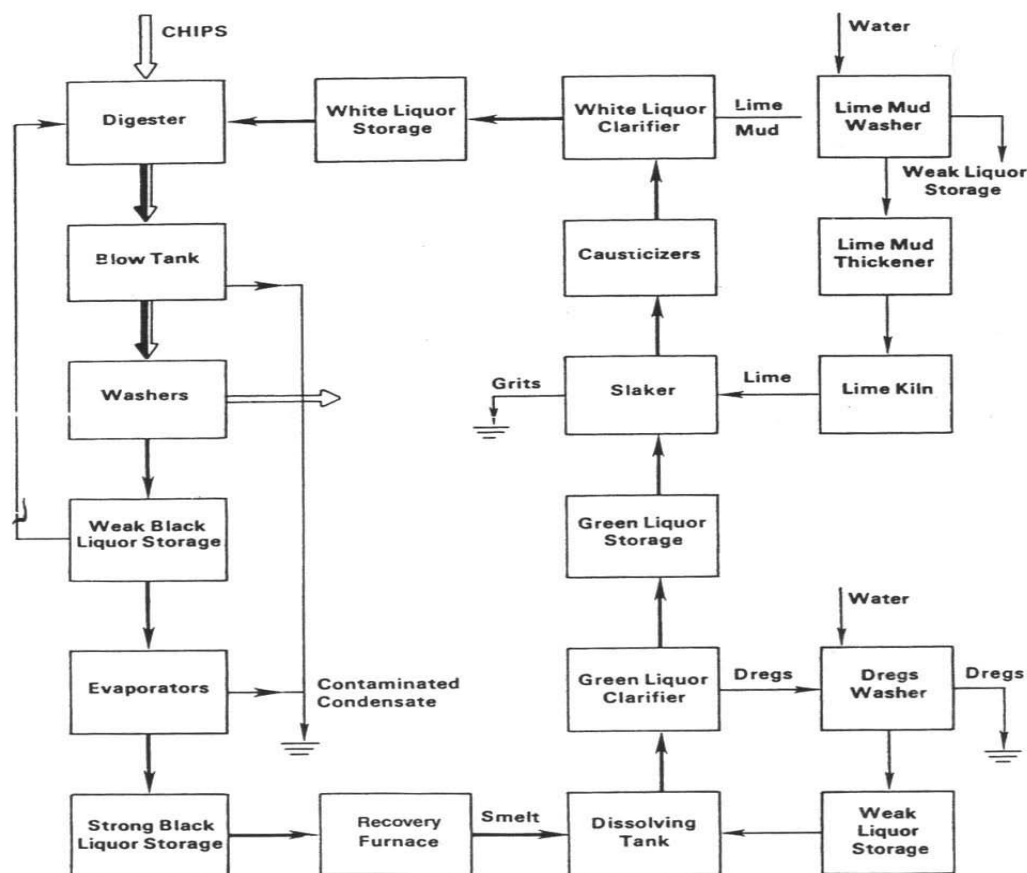
Reaksi yang dapat terjadi dengan lignin adalah reaksi netralisasi, oksidasi, reduksi, halogenasi, hidrolisa dan sulfonasi. Reaksi sulfonasi, oksidasi dan halogenasi sangat berpengaruh terhadap sifat kimia pulp dan kertas. Lignin sangat peka terhadap oksidasi dan dapat terurai menjadi asam-asam aromatik seperti benzoat. Pada kondisi tertentu lignin dapat teroksidasi menjadi asam format, asetat, oksalat dan suksinat. Pada pembuatan pulp dengan proses soda akan dihasilkan lignin terlarut, sedangkan pada proses sulfat, sulfur masuk ke dalam molekul lignin dan membentuk *tio-lignin* terlarut. Bila lignin berdifusi dengan larutan alkali, maka akan terjadi pelepasan gugus metoksil yang membuat lignin lebih mudah larut dalam alkali (Fengel dan Wenger, 1995).

Reaksi dengan senyawa-senyawa tertentu banyak dimanfaatkan dalam proses-proses pembuatan Pulp dimana lignin yang terbentuk dapat dipisahkan, sedangkan reaksi oksidasi terhadap lignin banyak dipergunakan dalam proses pemutihan. Lignin dapat mengurangi daya pengembangan serat serta ikatan antar serat. Beberapa cara yang dapat digunakan untuk memisahkan lignin adalah dengan menambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan HCl pekat sebagai pereaksi anorganik untuk mendestruksi karbohidratnya (Fengel dan Wenger, 1995).

Pulp dan kertas akan mempunyai sifat fisik atau kekuatan yang baik jika mengandung sedikit lignin karena lignin bersifat menolak air (*hidrophobic*) dan kaku sehingga menyulitkan dalam proses penggilingan. Lignin juga mempunyai gugus pembawa warna (*gugus kromofor*) yang akan bereaksi dengan larutan pemasak pada digester sehingga menyebabkan warna pulp yang dihasilkan akan menjadi gelap. Banyaknya lignin juga berpengaruh pada konsumsi bahan kimia dalam pemasakan dan pemutihan (Solechudin dan Wibisono, 2002).

### 2.7.1 Proses Delignifikasi

Secara umum lignin merupakan senyawa polimer tiga dimensi yang terdiri dari unit fenil propana yang diikat dengan C – O – C dan C – C. Selain terdapat didalam tanaman, lignin juga dapat ditemukan dalam limbah cair sisa proses pemasakan pulp yang dikenal dengan sebutan lindi hitam (*black liquor*). Lindi hitam (*black liquor*) merupakan larutan sisa pemasak yang dihasilkan dari proses pembuatan pulp (proses pulping). Dalam pemanfaatan kayu dan non kayu sebagai bahan baku pembuatan pulp, lignin dipisahkan dari selulosa sebagai limbah yang bercampur dengan komponen lain yang berbentuk lindi hitam (*black liquor*) (Damris *et al.*,1999). Pada pembuatan pulp, industri pulp dan kertas membutuhkan serat selulosa dari bahan-bahan berlignoselulosa baik kayu maupun non kayu yang diperoleh dengan cara pemasakan atau sering disebut dengan proses pulping (*delignifikasi*).



Gambar 4. Proses Delignifikasi

(Sumber:<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23305/5/Chapter%20I.pdf>)

Digester adalah suatu bejana tempat proses pemasakan atau reaksi delignifikasi dari serpihan bahan baku berlangsung. Dengan penambahan larutan pemasak kimia, panas, dan tekanan maka lignin akan larut dan serpihan kayu diubah menjadi pulp. Digester dirancang untuk tahan terhadap temperatur dan tekanan tinggi, mempunyai volume yang cukup untuk menampung serpihan kayu dan cairan pemasak, memiliki konstruksi yang tahan terhadap korosi dan tidak terpengaruh lingkungan luar, serta mempunyai sistem sirkulasi tekanan dan larutan pemasak.

Ada dua jenis digester yang umum digunakan untuk pemasakan yaitu *batch digester* (superbatch) dan *continuous digester*. *Batch digester* berbentuk tabung, berukuran lebih kecil dan lebih pendek dengan volume 300-400 m<sup>3</sup>. *Batch digester* pada prinsipnya mempunyai tahapan (scheduling) dalam proses pemasakan chip. Jadi dalam *batch digester* prosesnya dari *chip filling* hingga *discharge* dijalankan bertahap atau berurutan dalam masing-masing digester. Sedangkan *continuous digester* berbentuk. Adapun tujuan dilakukan pemasakan tersebut guna melarutkan bagian-bagian kayu yang tidak diinginkan sehingga diperoleh *pulp* dengan kadar selulosa tinggi.

## **2.8 Bahan Kimia Pembuatan Pulp**

### **2.8.1 Natrium Hidroksida**

Natrium hidroksida (NaOH) juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium hidroksida bila dilarutkan didalam air akan terionisasi dan terpecah menjadi ion. Hal ini terjadi karena NaOH adalah bersifat basa. Pada pembuatan *pulp* larutan NaOH berfungsi untuk melarutkan lignin dan zat ekstraktif lainnya yang terdapat didalam kayu sehingga serat selulosa terlepas dari ikatannya.

Keuntungan menggunakan larutan NaOH yaitu NaOH lebih cepat bereaksi dengan lignin sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pemasakan lebih singkat. Selain itu NaOH dapat digunakan sebagai larutan pemasak untuk pembuatan *pulp*



Gambar 4. Natrium Hidroksida (NaOH)

Sumber : [http://id.wikipedia.org/wiki/Natrium\\_hidroksida](http://id.wikipedia.org/wiki/Natrium_hidroksida)

Natrium Hidroksida digunakan diberbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, sabun dan deterjen. Natrium hidroksida anhidrat berbentuk kristal berwarna putih dan bersifat sangat korosif terhadap kulit.

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

Pada pembuatan pulp dan kertas, NaOH membantu pemisahan lignin dari serat selulosa sehingga terurai menjadi bubur. NaOH juga membantu proses pemutihan (*bleaching*) pada kertas. Selain itu sifat kimia NaOH adalah bersifat Korosif dan higroskopis, mudah larut dalam air dingin, etanol, eter dan gliserin, mudah bereaksi dengan logam, asam, alkali, zat pengoksidasi, zat pereduksi (sumber: [www. sciencelab.com](http://www.sciencelab.com)). Sifat-sifat natrium hidroksida itu sendiri dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat-Sifat Natrium Hidroksida (NaOH)

| Sifat-Sifat NaOH         | Nilai                  |
|--------------------------|------------------------|
| Berat Molekul            | 40,00 gr/mol           |
| Densitas                 | 2,13 g/cm <sup>3</sup> |
| Titik leleh              | 323°C (591 K)          |
| Titik didih              | 1388°C (1663 K)        |
| Kelarutan dalam air      | 111 g/100 ml (20 °C)   |
| pH (1% larutan aquadest) | 12,7                   |

Sumber : (www.sciencelab.com).

## 2.8.2 Asam Nitrat

Asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) adalah sejenis cairan korosif yang tak berwarna, dan merupakan asam beracun yang dapat menyebabkan luka bakar. Larutan asam nitrat dengan kandungan asam nitrat lebih dari 86% disebut sebagai asam nitrat berasap. Asam nitrat murni secara fisik berupa liquid dan tidak berwarna. Asam nitrat dibuat dengan mencampur nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) dengan air. Menghasilkan asam nitrat yang sangat murni biasanya melibatkan distilasi dengan asam sulfat, karena asam nitrat membentuk sebuah azeotrop dengan air dengan komposisi 68% asam nitrat dan 32% air. Asam nitrat kualitas komersial biasanya memiliki konsentrasi antara 52% dan 68% asam nitrat. Berikut adalah beberapa propertis fisik dari asam nitrat :

Tabel 5. Sifat-Sifat Asam Nitrat (HNO<sub>3</sub>)

| Nama Sistematis | Asam Nitrat                                     |
|-----------------|-------------------------------------------------|
| Rumus molekul   | HNO <sub>3</sub>                                |
| Massa molar     | 63,012 g/mol                                    |
| Densitas        | 1,51 g cm <sup>-3</sup> , cairan tidak berwarna |
| Titik leleh     | -42 °C, 231 K, -44 °F                           |
| Titik didih     | 83 °C, 356 K, 181 °F (120.5 °C (larutan 68%))   |
| Penampilan      | Cairan tak berwarna atau kristal                |

Sumber: <http://www.scribd.com/doc/50242926/Manfat-asam-nitrat#archive>

## 2.9 Metode Analisa

### 2.9.1. Teori Bilangan Kappa (*Kappa Number*)

Bilangan Kappa digunakan untuk menyatakan berapa jumlah lignin yang masih tersisa didalam *pulp* setelah pemasakan. Pengujian Bilangan Kappa yang dilakukan memiliki dua tujuan yaitu:

1. Merupakan indikasi terhadap derajat delignifikasi yang tercapai selama proses pemasakan, artinya *Kappa Number* digunakan untuk mengontrol pemasakan

2. Menunjukkan kebutuhan bahan kimia yang akan digunakan untuk proses selanjutnya yaitu proses pemutihan (*bleaching*)

Pada pengujian Bilangan Kappa, sejumlah larutan kalium permanganat yang sudah diketahui konsentrasinya didalam sampel *pulp*. Setelah waktu tertentu, selama 10 menit (Arif.H.2003).

Kappa number (Bilangan Kappa) Banyaknya lignin yang terkandung dalam pulp dinyatakan dengan bilangan kappa. bilangan kappa yang dihasilkan dipengaruhi oleh proses yang terjadi selama *cooking*. Target bilangan kappa yaitu 12-14. Kalau bilangan kappa  $> 14$  artinya lignin yang terkandung dalam pulp masih banyak sehingga bahan kimia pemutih yang digunakan pada proses *bleaching* lebih banyak. Kalau bilangan kappa  $< 12$  artinya tidak hanya lignin yang terpisahkan dalam jumlah besar pada proses *cooking* tetapi juga terjadi degradasi selulosa dalam jumlah besar pula. Semakin rendah kappa number setelah *cooking* maka degradasi selulosa semakin tinggi dan kekuatan pada serat juga menurun. Selulosa yang terurai ini akan lolos pada tahap *screening* yang kemudian terikut dalam *liquor* yang akan digunakan pada *cooking* selanjutnya. serat dalam jumlah besar dapat mempersulit proses *screening* pada *liquor screen* yaitu dapat menyumbat *screen* sehingga penyaringan tidak maksimal dan dapat membentuk kerak pada tube evaporator pada proses evaporasi weak black liquor. Kekuatan serat berbanding terbalik dengan tingkat delignifikasi. Semakin tinggi tingkat delignifikasi atau semakin rendah kappa number maka kekuatan serat akan menurun (Mimms, 1993).

Bilangan kappa menunjukkan tingkat kematangan *pulp*, makin rendah bilangan kappa maka makin matang *pulp*nya dan makin mudah untuk diputihkan karena komponen ligninnya sudah terdegradasi sempurna.

Menurut Biermann (1996), bilangan kappa dibawah 10 adalah yang paling baik, sifat fisiknya baik, diantara 10-20 dikategorikan optimal, namun jika melebihi 20 perlu penanganan pada prosesnya karena akan mempengaruhi kekuatan kertas, brightness dan proses pembuatannya.