BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Padi

Padi merupakan tumbuhan *monocotyl* yang tumbuh di daerah tropis. Produksi padi dunia menempati urutan ketiga dari semua serelia setelah jagung dan gandum. Namun, padi merupakan sumber karbohidrat utama bagi mayoritas penduduk dunia. Di Indonesia, pada tahun 2008, produksi padi menembus angka 60 juta ton. Tanaman padi (Gambar 1) yang mempunyai nama latin *Oryza sativa*, adapun klasifikasi botani tanaman padi dapat dilihat pada Tabel.1.

Gambar 1. Padi

Sumber: Anggorod,1979

2.1.1 Morfologi Tanaman Padi

1. Akar

   Akar adalah bagian tanaman yang berfungsi menyerap air dan zat-zat makanan dari dalam tanah, kemudian diangkut kebagian atas tanaman. Akar padi terdiri dari akar tunggang yaitu akar yang tumbuh pada saat benih berkecambah. Akar serabut yaitu akar yang tumbuh dari akar tunggang setelah tanaman berumur 5-6 hari.

2. Batang

   Padi termasuk golongan tumbuhan Graminae dengan batang yang tersusun dari beberapa ruas. Panjangnya ruas tidak sama. Ruas yang terpendek terdapat pada pangkal batang. Ruas yang kedua, ketiga, dan seterusnya adalah lebih panjang dari pada ruas yang didahuluinya.

3. Daun

   Padi termasuk tanaman jenis rumput-rumputan mempunyai daun yang berbeda-beda, baik bentuk, susunan, atau bagian-bagiannya. Ciri khas daun padi adalah adanya sisik dan telinga daun. Hal inilah yang menyebabkan daun padi dapat dibedakan dari jenis rumput yang lain.

4. Bunga

   Bunga padi adalah bunga telanjang artinya mempunyai perhiasan bunga. Berkelamin dua jenis dengan bakal buah yang diatas. Jumlah benang sari ada 6 buah, tangkai sarinya pendek dan tipis, kepala sari besar serta mempunyai dua kandung serbuk. Putik mempunyai dua tangkai putik, dengan dua buah kepala putik yang terbentuk malai dengan warna pada umumnya putih atau ungu (Departemen Pertanian, 1983).

5. Buah

   Buah padi yang sehari-hari kita sebut biji padi atau butir/gabah, sebenarnya bukan biji melainkan buah padi yang tertutup oleh lemma dan palea. Buah ini terjadi setelah selesai penyerbukkan dan pembuahan. Lemma dan palea serta bagian lain yang membentuk sekam atau kulit gabah (Departemen Pertanian, 1983).

Menurut D. Joy dan E. J. Wibbereley, tanaman padi yang mempunyai nama botani Oryza Sativa dengan nama lokal padi dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu padi kering yang tumbuh di dataran tinggi dan padi sawah yang memerlukan air mengenang. Tanaman padi merupakan tanaman semusim, yang termasuk golongan rumput-rumputan dengan klasifikasi sebagai berikut dapat dilihat di Tabel.1.

Tabel.1 Klasifikasi Botani *Oryza sativa*

Kerajaan	Plantae
Divisi	Spermatophita
Sub devisi	Angiospermae
Kelas	Monocotyledonae
Ordo	Poales
Famili	Graminae
Sub family	Oryzoideae
Genus	Oryza

Sumber: Anggorod,1979

2.2 Jerami Padi

Jerami padi merupakan limbah hasil samping dari pertanian padi. Pemanfaatan jerami padi selama ini hanya sebatas untuk pakan ternak, dibakar untuk dijadikan kompos, serta digunakan sebagai media pengembangan jamur merang.

Sebatang jerami yang telah dirontokkan gabahnya terdiri atas:

1. Batang (lidi jerami)

   Bagian batang jerami kurang lebih sebesar lidi kelapa dengan rongga udara memanjang di dalamnya.

2. Ranting jerami

   Ranting jerami merupakan tempat dimana butiran-butiran menempel. Ranting jerami ini lebih kecil, seperti rambut yang bercabang–cabang meskipun demikian ranting jerami mempunyai tekstur yang kasar dan kuat.

3. Selongsong jerami

   Selongsong jerami adalah pangkal daun pada jerami yang membungkus batang atau lidi jerami.

Jerami padi merupakan biomassa yang secara kimia merupakan senyawa berlignoselulosa. Komponen terbesar penyusun jerami padi adalah selulosa (35-50%), hemiselulosa (20-35%) dan lignin (10-25%). dan zat lain penyusun jerami padi.Selulosa dan hemiselulosa merupakan senyawa yang bernilai ekonomis jika dikonversi menjadi gula-gula sederhana. Gula-gula hasil konversi tersebut selanjutnya dapat difermentasi untuk menghasilkan produk- produk bioteknologi

seperti bioetanol, asam glutamat, asam sitrat dan lainnya. Komposisi kimia jerami padi dapat dilihat pada tablel.2 berikut ini:

Tabel.2 Komposisi kimia jerami padi

Senyawa	Komposisi Jerami Kering
Air (%)	12
Protein (%)	6,8
Lemak (%)	2,3
Karbohidrat (%)	74
Kalsium (mg/100gr)	0,32
Phospor (mg/100gr)	0,17

Sumber: Anggorod, 1979

Menurut Komar (1984) yang dikutip oleh Suryani (1994) mengatakan bahwa jerami padi adalah bagian batang tumbuh yang telah dipanen bulir-bulir buah bersama atau tidak dengan tangkainya dikurangi dengan akar dan bagian batang yang tertinggal. Jerami adalah hasil samping usaha pertanian berupa tangkai dan batang tanaman serealia yang telah kering, setelah biji-bijiannya dipisahkan. Massa jerami kurang lebih setara dengan massa biji-bijian yang dipanen. Jerami memiliki banyak fungsi, di antaranya sebagai bahan bakar, pakan ternak, alas atau lantai kandang, pengemas bahan pertanian (misal telur), bahan bangunan (atap, dinding, lantai), mulsa, dan kerajinan tangan. Jerami umumnya dikumpulkan dalam bentuk gulungan, diikat, maupun ditekan. Mesin baler dapat membentuk jerami menjadi gulungan maupun kotak. Biomassa dari jerami telah dimanfaatkan dalam skala besar di Uni Eropa sebagai bahan pembangkit listrik. Jerami juga telah digunakan sebagai bahan bakar pendamping (*co-firing*) pada ketel uap batu bara. Namun kadar air jerami perlu dikurangi sebelum dilakukan pembakaran, karena sebagai material biologis, jerami mampu menyerap air dari lingkungan. Kadar air yang tinggi mengurangi nilai kalor dari jerami. Perbandingan komposisi kimia jerami padi dengan biomassa lainnya dapat dilihat pada Tabel.3.

Tabel.3 Komposisi kimia beberapa biomassa

Biomassa Lignoselulosa	Selulosa (%berat)	Hemiselulosa (%berat)	Lignin (% berat)	Abu (% berat)
Sekam Padi	58,852	18,03	20,9	0,16-1
Jerami Padi	28-36	23-28	12-16	15-20
Tandan Kosong Kelapa Sawit	36-42	25-27	15-17	0,7-6
Ampas Tebu	32-44	27-32	19-24	1,5-5
Bambu	26-43	15-26	21-31	1,7-5
Kayu Keras	40-45	7-14	26-34	1
Kayu Lunak	38-49	19-20	23-30	1

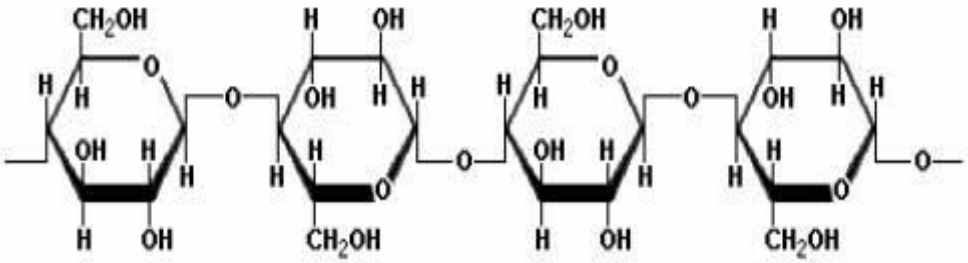
Sumber: Anggorod, 1979

2.3 Selulosa

Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri atas satuan glukosa yang terikat dengan ikatan β1,4-*glycosidic* dengan rumus $(C_6H_{10}O_5)n$ dengan n adalah derajat polimerisasinya. Struktur yang linier menyebabkan selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut. Selulosa tidak mudah didegradasi secara kimia maupun mekanis. Di alam, biasanya selulosa berasosiasi dengan polisakarida lain seperti hemiselulosa atau lignin membentuk kerangka utama dinding sel tumbuhan (*Holzapple dkk, 1993*).

Kebanyakan selulosa berasosiasi dengan lignin sehingga sering disebut sebagai lignoselulosa. Selulosa, hemiselulosa dan lignin dihasilkan dari proses fotosintesis. Pada saat yang sama, komponen-komponen utama penyusun tanaman ini diuraikan oleh aktifitas mikroorganisme. Beberapa mikroorganisme maupun menghidrolisis selulosa untuk digunakan sebagai sumber energi, seperti bakteri dan fungi (*Enari, 1983*). Rantai selulosa terdiri dari satuan glukosa anhidrida yang saling berkaitan melalui atom karbon pertama dan keempat. Ikatan yang terjadi adalah ikatan β1,4-glikosidik.

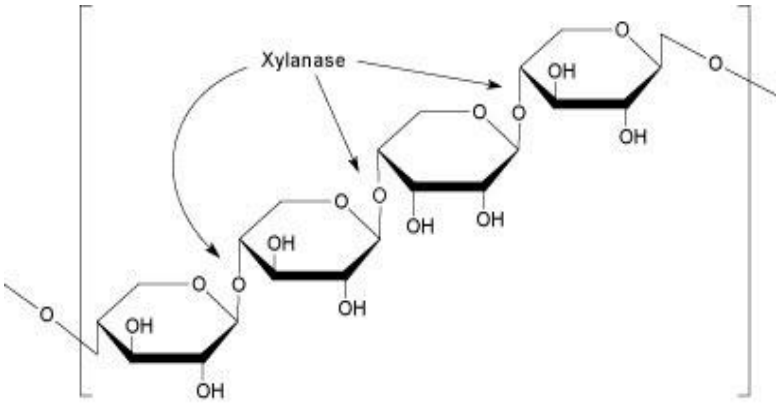
Selulosa dapat dikonversi menjadi produk-produk bernilai ekonomi yang lebih tinggi seperti glikosa, etanol dan pakan ternak dengan jalan menghidrolisis selulosa dengan bantuan *selulase* sebagai biokatalisator atau dengan hidrolisis secara asam/basa. (*Ariestaningtyas, 1991*). Struktur selulosa ditunjukan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Selulosa

Sumber: Mosier, dkk., 2005

2.4 Hemiselulosa



Gambar 3. Struktur Hemiselulosa

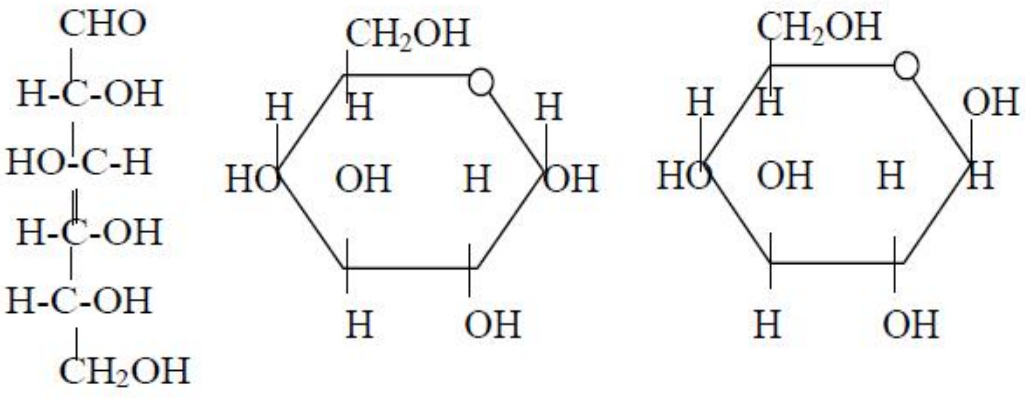
Sumber: Mosier, dkk., 2005

Rantai hemiselulosa lebih pendek dibandingkan rantai selulosa, karena derajat polimerisasinya yang lebih rendah. Berbeda dengan selulosa, polimer hemiselulosa berbentuk tidak lurus tetapi tetapi merupakan polimer-polimer bercabang dan strukturnya tidak terbentuk Kristal. Hemiselulosa bersifat hidrofibil (mudah menyerap air) yang mengakibatkan strukturnya yang kurang teratur. Secara struktural, hemiselulosa mirip dengan selulosa yang merupakan polimer gula. Namun berbeda dengan selulosa yang hanya tersusun atas glukosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon lima (pentose/C-5), gula berkarbon enam (heksosa/C-6), asam heksuronat dan deoksi heksosa.

Hemiselulosa akan mengalami reaksi oksidasi dan degradasi terlebih dahulu dari pada selulosa, karena rantai molekulnya yang lebih pendek dan bercabang.

2.5 Glukosa

Glukosa adalah suatu aldoheksosa dan sering disebut dekstrosa karena mempunyai sifat dapat memutar cahaya terpolarisasi kearah kanan. Dalam alam glukosa dihasilkan dari reaksi antara karbon dioksida dan air dengan bantuan sinar matahari dan klorofil dalam daun. Proses ini disebut fotosintesis dan glukosa yang terbentuk terus digunakan untuk pembentukan amilum atau selulosa. (Anna Poedjiadi, 1994). Sebagian besar monosakarida dikenal sebagai heksosa, karena terdiri atas 6-rantai atau cincin karbon. Atom-atom hidrogen dan oksigen terikat pada rantai atau cincin ini secara terpisah atau sebagai gugus hidroksil (OH). Ada tiga jenis heksosa yang penting dalam ilmu gizi yaitu glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Ketiga macam monosakarida ini mengandung jenis dan jumlah atom yang sama, yaitu 6 atom karbon, 12 atom hidrogen, dan 6 atom oksigen. Perbedaannya hanya terletak pada cara penyusunan atom-atom hidrogen dan oksigen di sekitar atom-atom karbon. Perbedaan dalam susunan atom inilah yang menyebabkan perbedaan dalam tingkat kemanisan, daya larut, dan sifat lain ketiga monosakarida tersebut.



D-glukosa α-D-glukosa β-D-glukosa

Gambar 4. Struktur Glukosa

Sumber: Mosier, dkk., 2005

2.6 Lignin

Lignin adalah salah satu komponen penyusun tanaman. Secara umum tanaman terbentuk dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Komposisi bahan penyusun ini berbeda-beda bergantung pada jenis tanaman. Pada batang tanaman, lignin berfungsi sebagai bahan pengikat komponen penyusun lainnya, sehingga suatu pohon bisa bisa berdiri tegak. Berbeda dengan selulosa yang terbentuk dari gugus karbohidrat, lignin terbentuk dari gugus aromatik yang saling dihubungkan dengan rantai alifatik, yang terdiri dari 2-3 karbon. Pada proses pirolisa lignin, dihasilkan senyawa kimia aromatis yang berupa fenol.

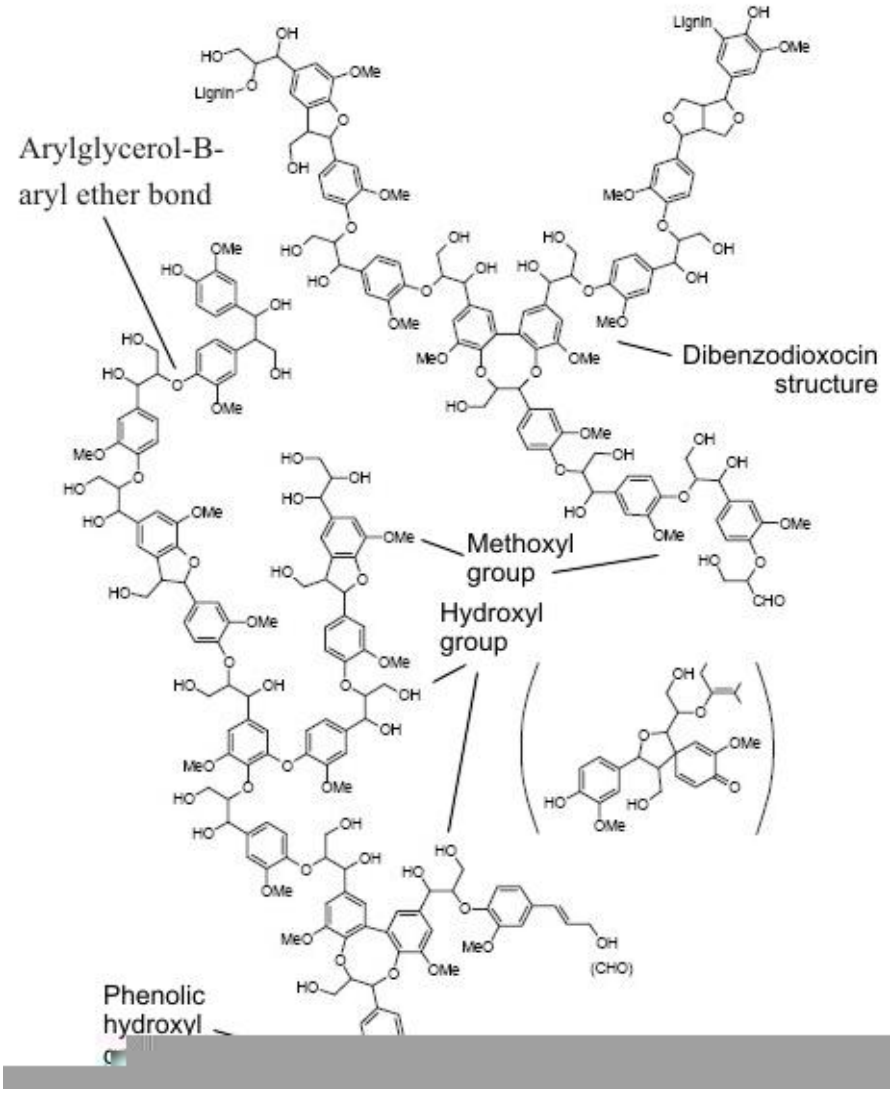
Lignin dapat diisolasi dari tanaman sebagai sisa yang tak larut setelah penghilangan polisakarida dengan hidrolisis. Secara alternatif, lignin dapat dihidrolisis dan diekstraksi ataupun diubah menjadi turunan yang larut. Adanya lignin menyebabkan warna menjadi kecoklatan sehingga perlu adanya pemisahan atau penghilangan melalui pemutihan. Banyaknya lignin juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan kimia dalam pemasakan dan pemutihan (Dirga Harya Putra, 2012)

Lignin ini merupakan molekul komplek yang tersusun dari unit phenylphropane yang terikat di dalam struktur tiga dimensi. Lignin adalah material yang paling kuat di dalam biomassa. Lignin sangat resisten terhadap degradasi, baik secara biologi, enzimatis, maupun kimia. Karena kandungan karbon yang relatif tinggi dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa, lignin memiliki kandungan energi yang tinggi. Lignin ini merupakan polimer tiga dimensi yang terdiri dari unit fenil propane melalui ikatan etrer (C-O-C) dan ikatan karbon (C-C). Bila lignin berdifusi dengan larutan alkali maka akan terjadi pelepasan gugus metoksil yang membuat lignin larut dalam alkali.

Struktur lignin mengalami perubahan dibawah kondisi suhu yang tinggi dan asam. Pada reaksi dengan temperatur tinggi mengakibatkan lignin terpecah menjadi partikel yang lebih kecil dan terlepas dari selulosa (Taherzadeh, 2007). Pada suasana asam, lignin cenderung melakukan kondensasi, yakni fraksi lignin yang sudah terlepas dari selulosa dan larut pada larutan pemasak. Dimana peristiwa ini cencerung menyebabkan bobot molekul lignin bertambah, dan lignin

yang terkondensasi akan mengendap (Achmadi, 1990). Disamping terjadinya reaksi kondensasi lignin ysng mengendap, proses pemasakan yang berlangsung pada suasana asam dapat pula menurunkan derajat kerusakan sehingga mengurangi degradasi selulosa dan hemiselulosa.

Suhu, tekanan dan konsentrasi larutan pemasak selama proses merupakan factor yang mempengaruhi kecepatan reaksi pelarutan lignin, selulosa dan hemiselulosa. Selulosa tidak akan rusak saat proses pelarutan lignin jika konsentrasi larutan pemasak yang digunakan rendah dan suhu yang digunakan sesuai. Struktur lignin ditunjukan pada Gambar 5.



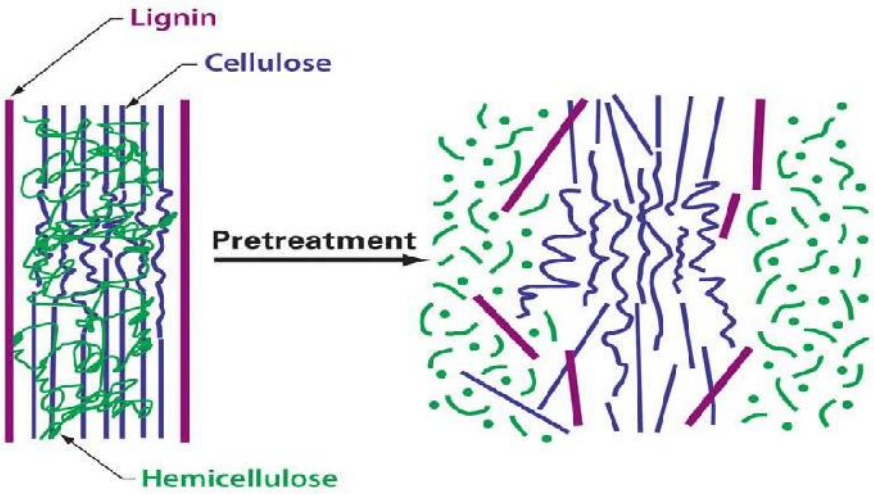
Gambar 5. Struktur Lignin

Sumber: Lankinen, 2004

2.7 Delignifikasi

Delignifikasi merupakan proses pengurangan lignin dan pemecahan lignoselulosa menjadi lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Menurut Sun (2002), delignifikasi yang baik harus meningkatkan pembentukan gula pada proses hidrolisis enzimatik, menghindari degradasi selulosa, menghindari pembentukan produk samping yang dapat menghambat proses hidrolisis dan fermentasi, serta ekonomis. Proses pemisahan lignin dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

1. Secara mekanis, proses sangat sederhana dan tidak menggunakan bahan kimia. Pada proses ini kandungan lignin dan zat lain masih tinggi.
2. Secara kimia, proses ini menggunakan bahan kimia pada suhu, tekanan, konsentrasi dan waktu tertentu. Proses ini menggunakan bahan kimia sebagai bahan utama untuk melarutkan apa yang tidak diinginkan. Bahan kimia yang digunkan tergantung macam proses dan macam bahan bakunya. Cara kimia ini meliputi tiga macam proses yakni:
   - Proses Sulfat, proses ini termasuk proses basa (alkali) karena sebagai larutan pemasak dipakai NaOH. Tujuan pemanasan ini adalah melarutkan lignin sebagian dan zat lainnya. Setelah terjadi proses pemasakan, lignin dan komponen lainnya dipisahkan dengan pencucian dan penyaringan.
   - Proses Soda, proses ini termasuk proses alkali dimana sebagian bahan bakunya digunakan NaOH yang berfungsi melarutkan lignin, karbohidrat, asam organik sehingga selulosa terlepas dari ikatannya.
   - Proses Sulfit, proses ini merupakan larutan pemasak kalsium, magnesium, ammonia atau sodium bisulfit yang mengandung kelebihan sulfur dioksida atau asam sulfit. Tahap yang dilakukan pada proses ini adalah tahap pemasakan (terjadi pemutusan rantai lignin dan selulosa), tahap pencucian (proses pencucian larutan pemasak dari proses pemasakan), tahap *bleaching* (prmutihan untuk meningkatkan kemurnian).
3. Secara semi kimia, proses ini merupakan gabungan dari proses kimia dan mekanik. Untuk memisahkan serat dipakai daya kimia, sedangkan yang tak hancur menggunakan proses mekanik.



Gambar 6. Skema Proses Delignifikasi

Sumber: Mosier, dkk., 2005

2.8 Hidrolisis Enzim

Hidrolisis enzim merupakan proses penguraian suatu polimer yang kompleks menjadi monomer penyusunnya dengan menggunakan enzim (Perez, dkk., 2002). Hidrolisis enzimatis memiliki beberapa keuntungan dibandingkan hidrolisis asam, antara lain: tidak terjadi degradasi gula hasil hidrolisis, kondisi proses yang lebih lunak (suhu rendah, pH netral), berpotensi memberikan hasil yang tinggi, dan biaya pemeliharaan peralatan relatif rendah karena tidak ada bahan yang korosif. (*Hamelinck, dkk., 2005*). Beberapa kelemahan dari hidrolisis enzimatis antara lain adalah membutuhkan waktu yang lebih lama, dan kerja enzim dihambat oleh produk. Di sisi lain harga enzim saat ini lebih mahal daripada asam sulfat, namun demikian pengembangan terus dilakukan untuk menurunkan biaya dan meningkatkan efisiensi hidrolisis maupun fermentasi (*Sanchez and Cardona, 2007*).

2.9 Enzim

Enzim merupakan protein sel hidup yang berperan sebagai biokatalisator dalam proses biokimia, baik yang terjadi di dalam sel maupun di-luar sel. Enzim merupakan katalisator sejati yang dapat meningkatkan kecepatan reaksi kimia

spesifik dengan nyata, suatu reaksi kimia akan berlangsung sangat lambat tanpa adanya enzim. Enzim tidak mampu mengubah titik keseimbangan dari reaksi yang dikatalisisnya dan enzim juga tidak akan habis dipakai atau diubah secara permanen oleh reaksi-reaksi tersebut (Lehninger, 1982).

Menurut Poedjiadi (1994), enzim merupakan protein dengan struktur tiga dimensi yang kompleks yang aktif di bawah kondisi khusus dan hanya dengan substrat spesifik. Enzim adalah molekul biopolimer yang tersusun dari serangkaian asam amino dalam komposisi dan susunan rantai yang teratur dan tetap. Enzim merupakan produk protein sel hidup yang berperan sebagai biokatalisator dalam proses biokimia, baik yang terjadi di dalam sel maupun di luar sel.

Enzim merupakan katalisator sejati yang meningkatkan kecepatan reaksikimia spesifik dengan nyata, tanpa enzim, suatu reaksi kimia akan berlangsung amat lambat. Enzim tidak dapat mengubah titik kesetimbangan reaksi yang dikatalisisnya; enzim juga tidak akan habis dipakai atau diubah secara permanen oleh reaksi-reaksi tersebut (Lehninger, 1982).

2.9.1 α-Amilase

Enzim amilase dapat memecah ikatan pada amilum hingga terbentuk maltosa. Ada tiga macam enzim amilase, yaitu α-amilase, β-amilase dan γ-amilase. Yang terdapat dalam saliva (ludah) dan pankreas adalah α-amilase. Enzim ini memecah ikatan 1-4 yang terdapat dalam amilum dan disebut endo amilase sebab enzim ini memecah bagian dalam atau bagian tengah molekul amilum (Poedjiadi, 2006).

Enzim alfa-amilase, atau yang biasa disebut juga 1,4-alpha-D-glucan *glucanohydrolase* (karena hanya memotong pada ikatan α 1,4 pada ikatan glikosida), biasa juga disebut *pancreatic* alpha-amilase adalah salah satu enzim yang berperan dalam proses degradasi pati, sejenis makromolekul karbohidrat. Struktur molekuler dari enzim ini adalah α-1,4-glukanohidrolase. Bersama dengan enzim pendegradasi pati lain, pululanase, α-amilase termasuk ke dalam golongan enzim kelas 13 glikosil hidrolase. Alpha-amilase ini memiliki beberapa

sisi aktif yang dapat mengikat 4 hingga 10 molekul substrat sekaligus sehingga proses hidrolisisnya lebih cepat (BeMiller dan Whistle, 2009).

2.10 Proses Pumutihan

Pada proses konvensional terdapat beberapa proses pembuatan pulp yaitu proses pembuatan pulp secara mekanis, kimia, dan gabungan antara proses mekanis dan kimia (Sjostrom, 1995). Teknik pembuatan pulp secara mekanis memberikan sifat kekuatan lembaran pulp yang rendah dan penggunaan energi yang cukup tinggi sedangkan teknik pembuatan pulp secara kimia memberikan sifat kekuatan lembaran pulp yang tinggi, tetapi biaya produksi lebih mahal karena adanya penggunaan bahan-bahan kimia dalam jumlah besar dan berpotensi mencemari lingkungan. Pada proses pembuatan pulp gabungan antara mekanis dan kimia didapatkan kekuatan lembaran pulp yang lebih baik, tetapi proses ini masih mempunyai kelemahan yaitu membutuhkan energi yang besar baik pada proses pemisahan serat maupun dalam refining pulp, sehingga biaya produksi juga semakin besar disamping itu, adanya pemakaian bahan kimiayang mempunyai potensi untuk mencemari lingkungan.

Setelah proses pembuatan pulp secara konvensional selesai, masih terdapat tahapan proses untuk mendapatkan pulp dengan kualitas yang lebih baik karena pulp hasil proses tersebut masih berwarna gelap dan harus diputihkan terlebih dahulu. Hal ini disebabkan masih adanya sisa lignin yang terdapat dalam pulp pada umumnya proses pemutihan pulp (proses *bleaching*) masih menggunakan pemakaian bahan kimia seperti klor dan klorit. Penggunaan bahan kimia pemutih ini dapat menimbulkan potensi mencemari lingkungan (Bajpai, 1999). Proses *bleaching* dengan menggunakan senyawa klorin mendapat sorotan khususnya dari organisasi peduli lingkungan karena limbah yang dihasilkan sangat berbahaya bagi lingkungan (Bajpai, 1999). Indonesia sebagai salah satu produsen pulp terbesar didunia juga tidak luput dari desakan untuk memperbaiki prosesnya lebih-lebih dengan diterapkannya kebijakan "*eco-labelling*" dibanyak negara-negara maju yaitu tidak mengimport atau menggunakan produk yang diolah dengan proses yang mencemari lingkungan.

2.10.1 Teori Pemutihan

Warna pada pulp yang belum diputihkan pada umumnya disebabkan oleh lignin yang tersisa. Penghilangan lignin dapat lebih bnyak pada proses pemasakan, tetapi akan mengurangi hasil cukup banyak dan merusak serat sehingga menghasilkan kualitas pulp yang rendah. Oleh karena itu, harus dilakukannya proses pemasakan dengan benar-benar cukup dan sesuai. Variabel dasar pada proses pemutihan antara lain bahan kimia, temperatur, dan pH.

Tujuan utama proses pemutihan secara umum yakni sebagai berikut:

- Memperbaiki *brightness* dan kemurnian
- Degradasi serat selulosa seminimum mungkin pengurangan kandungan resin juga faktor lain yang penting dalam proses pemutihan.

2.10.2 Zat Pemutih

Zat-zat pemutih menurut sifatnya dibagi menjadi dua yaitu, zat pemutih yang bersifat oksidator dan bersifat reduktor. Zat pemutih oksidator berfungsi untuk mendegradasi dan menghilangkan zat penyebab warna yaitu lignin. Zat pemutih reduktor berfungsi mendegradasi lignin secara hidrolisa dan membantu pelarutan senyawa lignin terdegradasi yang dihasilkan pada proses pemutihan sebelumnya.

Zat pemutih yang bersifat oksidator, pada umumnya digunakan untuk pemutihan serat-serat selulosa dan beberapa diantaranya dapat pula dipakai untuk serat-serat binatang dan sintesis. Contohnya: Kaporit ($CaOCl_2$), Natrium Hypochlorite (NaOCl), Hidrogen Peroksida (H_2O_2), Natrium Peroksida (Na_2O_2), dan lain-lain. Zat-zat pengelantang yang bersifat reduktor hanya dapat dipakai untuk serat-serat protein (binatang). Contohnya: Sulfur Dioksida (SO_2), Natrium Bisulfit ($NaHSO_3$), dan Natrium Hidrosulfit ($Na_2S_2O_4$).

1. Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

Hidrogen peroksida adalah zat pemutih yang digunakan untuk memutihkan serat kapas, rayon, wol, dan sutra. Hidrogen peroksida ini memiliki suhu optimum

yaitu 80-85ºC. Bila suhu pada saat proses kurang dari 80ºC maka proses akan berjalan lambat, sedangkan kalau lebih dari 85ºC hasil proses tidak sempurna.

Hidrogen peroksida (H_2O_2) dalam perdagangan berupa larutan dan distabilkan dengan asam. Peroksida murni merupakan cairan yang bereaksi agak asam, larut dalam air pada berbagai perbandingan. Karena kemampuannya melepaskan oksigen maka sangat efektif dipakai sebagai bahan pemutih.

$$H_2O_2 \longrightarrow H_2O + On$$

On yang terjadi akan bekerja sebagai oksidator untuk memutihkan bahan, sehingga penguraian hidrogen peroksida dapat terkontrol dan berlangsung perlahan-lahan.

Reaksi pemecahan H_2O_2 dialam tidak menimbulkan ancaman bagi lingkungan karena menghasilkan oksigen dan air.

$$H_2O_2 \longleftrightarrow H^+ + HOO^-$$

$$H_2O_2 + HOO^- \longrightarrow HO + O_2^- + H_2O$$

Pada kondisi basa H_2O_2 mudah terurai. Zat reaktif dalam sistem pemutihan dengan H_2O_2 dalam suasana basa adalah ion perhidroksil (HOO^-) (Dence, 1996).

Ion ini sebagai bahan aktif yang bereaksi dengan struktur karbonil pada lignin sehingga lignin terpecah dan larut pada larutan alkali (Jumantara, 2011).

Faktor yang mempengaruhi penguraian hidrogen peroksida antara lain:

- Pengaruh pH, hidrogen peroksida stabil dalam suasana asam. Didalam suasana alkali mudah terurai melepaskan oksigen. Makin besar pH, penguraiannya makin cepat.
- Pengaruh suhu, penguraian hidrogen peroksida juga dipengaruhi oleh suhu. Pemutihan dengan hidrogen peroksida biasanya dilakukan pada suhu 80-85ºC. Apabila suhu pengerjaannya kurang dari 85ºC maka proses akan berjalan lambat. Diatas suhu tersebut proses akan berjalan cepat.
- Pengaruh stabilisator, stabilisator berguna untuk memperlambat penguraian walaupun pada pH dan suhu tinggi.
- Pengaruh logam atau oksida logam, beberapa logam atau oksida logam tertentu dapat mempercapat penguraian hidrogen peroksida seperti besi,

tembaga, kobal, dan nikel. Logam-logam tersebut disebut pembawa oksigen (*oxygen carrier*).

2. Aluminum Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$)

Suatu senyawa kimia anorganik dengan rumus $Al_2(SO_4)_3$. Senyawa ini larut dalam air dan terutama digunakan sebagai bahan flokulasi dalam pemurnian air minum dan kilang pengolahan air limbah, dan juga dalam pembuatan kertas.

Kegunaan aluminum sulfat:

1. Sebagai pelekat kertas yang digunakan pada proses pembuatan pulp dan kertas yaitu untuk mengendapkan damar yang larut dalam kanji pada serat kertas, mengontrol pH pada bubur kertas, setting ukuran kertas dan membantu mengolah air pulp dengan cara menambahkan aluminum sulfat kedalam pulp kertas sebelum masuk kedalam mesin pembuat kertas.
2. Untuk menjernihkan air, mengontrol pH air dan membantu mengolah air buangan yaitu sebagai koagulan yang dapat mengendapkan bermacam-macam kotoran dan bakteri sehingga air itu menjadi bersih terbebas dari pencemaran dan memenuhi standar air minum yang diijinkan.
3. Sebagai bahan baku pembuatan kaleng untuk mengawetkan makanan, sebagai koagulan pada industri karet sintetis, sebagai isolasi atau penyekatan selulosa, sebagai bahan pembantu pada proses pencelupan batik (tekstil), pembuatan bahan-bahan kimia, katalis, pencegah api pada bahan penyekat, kosmetik, obat-obatan, alat pemadam api, bahan cat, penyamakan kulit, semen, plastik.

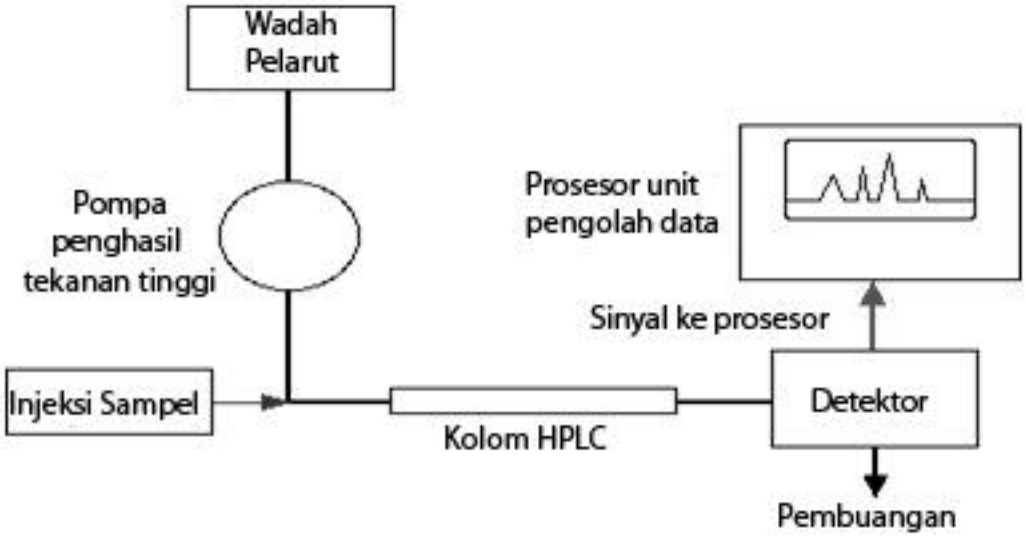
3. Natrium Hypokhlorit (NaOCl)

Suatu jenis disinfektan yang umum digunakan. Mekanisme kerjanya adalah menghambat oksidasi glukosa dalam sel mikroorganisme dengan cara menghambat enzim-enzim yang terlibat dalam metabolisme karbohidrat. Mikroorganisme yang dapat dilumpuhkan oleh senyawa ini cukup banyak, meliputi bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Kelemahan disinfektan

senyawa ini adalah dapat menyebabkan korosi pada pH rendah, meskipun sebenarnya pH rendah diperlukan untuk kinerja senyawa ini secara optimal.

2.11 *High Pressure Liquid Chromatography* (HPLC)

High Pressure Liquid Chromatography (HPLC) pada prinsipnya adalah pemisahan tiap komponen dalam sampel berdasarkan kepolarannya, untuk selanjutnya diidentifikasi secara kualitatif dan dihitung berapa konsentrasi dari masing-masing komponen tersebut. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan sampel berupa larutan (filtrat) dengan standar yang ada pada pengukuran. Alat ini terdiri dari kolom sebagai fase diam dan larutan tertentu sebagai fase geraknya. Yang membedakan HPLC dengan kromatografi lainnya adalah pada HPLC digunakan tekanan tinggi untuk mendorong fase gerak.



Gambar 7. Diagram Alat HPLC

Sumber: Clark, 2007

Pada Kromatografi Cair Tekanan Tinggi (HPLC) efisiensi waktu dan tingkat kemurnian senyawa yang akan diisolasi dapat dilakukan dengan cepat dan maksimal. Hal ini terkait dari beberapa kelebihan dari teknik HPLC yang digunakan (Johnson dan Stevenson, 1991; Snyder *and* Kirkland, 1979). Kelebihan itu antara lain:

a. Cepat: waktu analisis umumnya kurang dari 1 jam. Banyak analisis yang dapat diselesaikan sekitar 15-30 menit, bahkan untuk analisis yang tidak rumit (*uncomplicated*) dapat dicapai waktu kurang dari 5 menit.

b. Resolusi: berbeda dengan kromatografi gas (KG), kromatografi cair mempunyai dua fasa dimana interaksi selektif dapat terjadi. Kemampuan zat padat berinteraksi secara selektif dengan fasa diam dan fasa gerak pada HPLC memberikan parameter tambahan untuk mencapai pemisahan yang diinginkan.

c. Sensitivitas detektor: detektor absorpsi UV yang biasa digunakan dalam HPLC dapat mendeteksi kadar dalam jumlah nanogram (10-9 gram) dari 23bermacam-macam zat. Detektor-detektor Fluorosensi dan Elektrokimia dapat 34 mendeteksi sampai picogram (10-12 gram). Dan beberapa detektor lain juga dapat digunakan dalam HPLC seperti Spektrofotometer massa, Indeks refraksi, ELSD dan lain sebagainya.

d. Kolom yang dapat digunakan kembali: Berbeda dengan kolom kromatografi klasik, kolom HPLC dapat digunakan kembali. Hal ini disebabkan karena keseluruhan sampel yang disuntikkan kedalam kolom dapat terdorong keluar oleh tekanan yang tinggi.

e. Mudah rekoveri sampel: umumnya detektor yang digunakan dalam HPLC tidak menyebabkan destruktif (kerusakan) terhadap komponen sampel yang diananlisis, oleh karena itu sampel tersebut dapat dengan mudah dikumpulkan setelah melewati detektor. Pelarutnya dapat dihilangkan dengan cara menguapkannya.