

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Reaktor**

Reaktor adalah suatu alat yang berperan sebagai tempat terjadinya suatu reaksi, baik itu reaksi kimia atau reaksi nuklir dan bukan terjadi secara fisika. Terjadinya reaksi ini, membuat suatu bahan berubah ke bentuk lainnya, perubahannya ada yang terjadi secara sendirinya atau bisa juga dengan bantuan energi seperti panas.

Menurut Hidayatullah Ahmad (2015) secara umum reaktor dibagi menjadi dua jenis yaitu reaktor nuklir dan reaktor kimia. Reaktor nuklir adalah suatu alat untuk mengendalikan reaksi fisi berantai dan sekaligus menjaga kesinambungan reaksi fisi tersebut dan reaktor kimia adalah alat yang dirancang sebagai tempat terjadinya reaksi kimia untuk mengubah bahan baku menjadi produk.

Pada pembuatan reaktor kimia harus memastikan bahwa reaksi menghasilkan efisiensi yang paling tinggi ke arah produk keluaran yang diinginkan, agar industri yang membuat reaktor dapat meminimalisir biaya operasional untuk memperoleh produk yang maksimal. Reaktor yang umumnya terdapat di industri adalah reaktor berpengaduk atau yang dikenal dengan CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*) (Nunulasa, 2011).

Reaktor berpengaduk mempunyai bagian utama yaitu tangki dan pengaduk. Pada umumnya reaktor ini dilengkapi dengan saluran masuk dan keluar serta perlengkapan lain sesuai kebutuhannya misalnya tutup, termometer, dan pemanas (Djoko Marjanto, 2009). Bagian-bagian reaktor berpengaduk dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini. Untuk pertukaran panas, reaktor biasanya dilengkapi dengan mantel ganda yang dilas atau disambung dengan flens atau dilengkapi dengan kumparan yang berbentuk belahan pipa yang dilas. Untuk mencegah kerugian panas yang tidak dikehendaki tangki dapat diisolasi.

Hal penting dari tangki pengaduk, antara lain :

1. Bentuk : pada umumnya digunakan bentuk silinder dan bagian bawahnya cekung. Hal tersebut karena fluida mempunyai sifat mudah mengalir dan mudah mengalami gejolak atau turbulensi (gerakannya kacau) jika terkena guncangan.

Karena wadahnya silinder inilah bila terjadi guncangan gelombang beban zat cair yang menghantam sisi melengkung akan terbagi rata bebannya sehingga beban di dalam tetap stabil.

2. Ukuran : diameter dan tangki tinggi.
3. Kelengkapannya, seperti :
  - a. Ada tidaknya *baffle*, yang berpengaruh pada pola aliran didalam tangki.
  - b. Jacket atau coil pendingin/pemanas, yang berfungsi sebagai pengendali suhu.
  - c. Letak lubang pemasukan dan pengeluaran untuk proses kontinu.
  - d. Sumur untuk menempatkan termometer atau peranti untuk pengukuran suhu
  - e. Kumparan kalor, tangki dan kelengkapan lainnya pada tangki pengaduk.

**(Diktat Alat Industri Kimia, halaman 43-46, 1985).**

Reaktor berpengaduk ini juga merupakan suatu *heat exchanger*. Cairan di dalam tangki dipanaskan oleh aliran cairan didalam jaket (air panas) yang mengelilingi tangki. Cairan di dalam diaduk terus menerus untuk mempercepat perpindahan panas (*heat transfer*) juga untuk menjaga suhu cairan merata di seluruh bagian tangki. Air yang tersirkulasi dalam jaket dipanaskan oleh aliran uap melalui “*steam jet heater*”.

Steam jet heater digunakan untuk pemanasan langsung suatu cairan dengan uap pemanas dimana uap tersebut mengembun (terkondensasi) didalam cairan. Didalam pemanas ada *nozzle* pengembunan yang dilubangi supaya uap dapat masuk ke dalam cairan. Untuk air pemanas reaktor yang dilengkapi dengan jaket atau coil pemanas dibutuhkan kapasitas pemanas atau pendingin yang berubah-ubah untuk proses pemanasan, penyimpanan dan pendinginan.

### **2.1.1 Mekanisme Kerja Reaktor Berpengaduk**

Reaktan diumpankan ke dalam suatu tangki berpengaduk bersama dengan bahan baku, kemudian akan dilakukan pengadukan dengan perangkat pengaduk dan menghasilkan produk. Pada reaktor ini pengaduk dirancang sesuai dengan bahan yang akan diaduk, sehingga campuran teraduk dengan sempurna dan diharapkan reaksi berlangsung secara optimal. Biasanya untuk mendapatkan

konversi yang besar maka reaktor disusun secara seri dan dilengkapi dengan pemanas. Reaktor berpengaduk sebenarnya sama dengan reaktor batch namun yang membedakannya adalah pada reaktor ini dilengkapi dengan pengaduk (Rizka Rachmaniar, 2015).

### 2.1.2 Keuntungan dan Kerugian Reaktor Berpengaduk

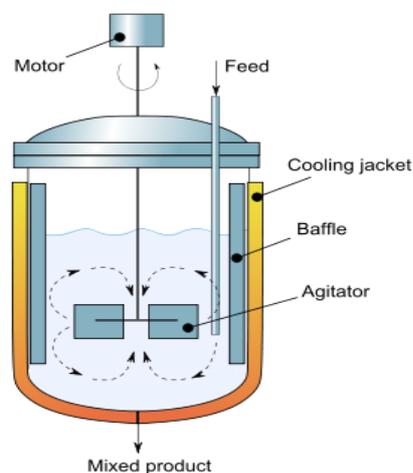
Berikut ini adalah keuntungan dan kerugian reaktor berpengaduk menurut Rizka Rachmaniar, yaitu sebagai berikut:

#### a. Keuntungan

- Suhu dan komposisi campuran dalam reaktor sama
- Volume reaktor besar, maka waktu tinggal juga besar, berarti zat pereaksi lebih lama bereaksi di reaktor.

#### b. Kerugian

- Tidak efisien untuk reaksi fase gas dan reaksi yang bertekanan tinggi.
- Kecepatan perpindahan panas lebih rendah dibanding reaktor aliran pipa



**Gambar 1.** Reaktor Berpengaduk

## 2.2 Pengaduk

Pengaduk berfungsi untuk menggerakkan bahan (cair,cair/padat, cair,cair/gas,cair/padat/gas) di dalam bejana pengaduk. Biasanya yang berlangsung adalah gerakan turbulen (misalnya untuk melaksanakan reaksi kimia,

proses pertukaran panas, proses pelarutan). Alat pengaduk terdiri atas sumbu pengaduk dan strip pengaduk yang dirangkai menjadi satu kesatuan atau dapat dipisah-pisah menjadi 2-3 bagian pengaduk yang dapat dipisah-pisahkan juga dapat dibongkar pasang didalam satu unit tangki pengaduk.

Pencampuran di dalam tangki pengaduk terjadi karena adanya gerak rotasi dari pengaduk dalam fluida. Gerak dari pengaduk ini memotong fluida tersebut dan dapat menimbulkan arus eddy yang bergerak ke seluruh sistem fluida itu. Oleh karena itu, pengaduk merupakan bagian yang paling penting dalam suatu operasi fase cair dengan tangki berpengaduk. Pencampuran baik dapat diperoleh apabila diperhatikan bentuk dan dimensi pengaduk yang digunakannya karena akan mempengaruhi keefektifan proses pencampuran, serta daya yang diperlukan.

Zat cair biasanya diaduk di dalam suatu tangki atau bejana biasanya yang berbentuk silinder dengan sumbu terpasang vertikal. Bagian atas bejana itu mungkin terbuka saja ke udara atau dapat pula tertutup. Ukuran dan proporsi tangki itu bermacam-macam, bergantung pada masalah pengadukan itu sendiri.

Di dalam tangki itu dipasang impeller pada ujung poros menggantung, artinya poros itu ditumpuh dari atas. Poros itu digerakkan oleh motor, yang terkadang dihubungkan langsung dengan poros itu, namun biasanya dihubungkan melalui peti roda gigi untuk menurunkan kecepatannya. Tangki itu biasanya dilengkapi pula dengan lubang masuk dan lubang keluar, kumparan kalor, mantel, dan sumur untuk menempatkan termometer atau peranti pengukuran suhu lainnya. Impeller itu akan membangkitkan pola aliran dalam yang menyebabkan zat cair bersirkulasi di dalam bejana untuk akhirnya kembali ke impeller.

Alat pengaduk dapat dibuat dari berbagai bahan yang sesuai dengan bejana pengaduknya, misalnya dari baja, baja tahan karat, baja berlapis email, baja berlapis karet. Suatu alat pengaduk diusahakan menghasilkan pengadukan yang sebaik mungkin dengan pemakaian daya yang sekecil mungkin. Ini berarti seluruh isi bejana pengaduk sedapat mungkin digerakkan secara merata, biasanya secara turbulen.

Kebutuhan daya dan baik buruknya hasil pengadukan tergantung antara lain pada faktor-faktor berikut :

1. Jenis alat pengaduk : Bentuk, ukuran, perbandingan diameter daun pengaduk terhadap diameter bejana pengaduk, frekuensi putaran, posisi dalam bejana pengaduk.
2. Jenis bejana pengaduk : Bentuk, ukuran, perlengkapan di dalamnya, derajat keisian (*degree of fullness*).
3. Jenis dan jumlah bahan : Viskositas, jenis campuran (larutan sejati, suspensi kasar, suspensi halus, dan sebagainya), kerapatan, perbedaan kerapatan dalam campuran, besar dan bentuk partikel padat yang diaduk.

Terdapat dua macam impeller pengaduk yaitu jenis pertama membangkitkan arus sejajar dengan sumbu poros impeller, dan yang kedua membangkitkan arus pada arah tangensial atau radial. Impeller jenis pertama disebut impeller aliran aksial (*axial flow impeller*), sedang yang kedua adalah impeller aliran radial (*radial flow impeller*).

Dari segi bentuknya, ada tiga jenis impeller : *propeller* (baling-baling), dayung (*paddle*), dan turbin. Masing-masing jenis terdiri lagi atas berbagai variasi dan sub jenis. Propeler merupakan impeller aliran aksial berkecepatan tinggi untuk zat cair berviskositas rendah. Propeler kecil biasanya berputar pada kecepatan motor penuh, yaitu 1.150 atau 1.750 put/min, sedangkan propeller besar berputar pada 400 sampai 800 put/min. Arus yang meninggalkan propeler mengalir melalui zat cair menurut arah tertentu sampai di belokkan oleh lantai atau dinding bejana.

Menurut aliran yang dihasilkan pengaduk dapat dibagi menjadi 3 golongan:

1. Pengaduk aliran aksial

Pengaduk ini akan menimbulkan arus atau aliran yang sejajar dengan sumbu poros pengaduk.

2. Pengaduk aliran radial

Pengaduk ini akan menimbulkan aliran yang mempunyai arah tangensial dan radial terhadap bidang rotasi pengaduk. Komponen aliran tangensial akan menyebabkan timbulnya vorteks dan terjadinya suatu pusaran tetapi dapat dihilangkan dengan pemasangan *buffle* atau *cruciform buffle*.

### 3. Pengaduk aliran campuran

Pengaduk ini merupakan gabungan dari dua jenis pengaduk diatas.

Untuk tugas-tugas sederhana, agitator yang terdiri dari satu dayung datar yang berputar pada poros vertikal merupakan pengaduk yang cukup efektif. Kadang-kadang daun-daunnya di buat miring, tetapi biasanya vertikal saja. Dayung ini berputar di tengah bejana dengan kecepatan rendah sampai sedang dan mendorong zat cair secara radial dan tangensial, hampir tanpa adanya gerakan vertikal pada impeler, kecuali bila daunnya agak miring.

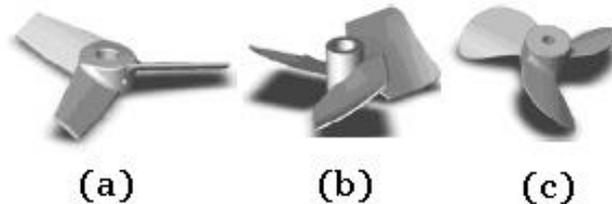
Menurut bentuknya, pengaduk dapat dibagi menjadi empat golongan yaitu:

#### 1. *Propeller*

Jenis *impeller* ini biasa digunakan untuk kecepatan pengadukan tinggi dengan arah aliran aksial. Pengaduk ini dapat digunakan untuk cairan yang memiliki viskositas rendah dan tidak bergantung pada ukuran serta bentuk tangki. Kapasitas sirkulasi yang dihasilkan besar dan sensitif terhadap beban *head*. Dalam perancangan *propeller*, luas sudu biasa dinyatakan dalam perbandingan luas area yang terbentuk dengan luas daerah *disk*. Nilai nisbah ini berada pada rentang 0.45 sampai dengan 0.55. Pengaduk *propeller* terutama menimbulkan aliran arah aksial, arus aliran meninggalkan pengaduk secara kontinu melewati fluida ke satu arah tertentu sampai dibelokkan oleh dinding atau dasar tangki. *Impeller* jenis ini dapat dioperasikan pada seluruh range kecepatan. *Propeller* kecil biasanya berputar pada kecepatan motor penuh, yaitu 1.150 atau 1.750 rpm, *propeller* besar berputar pada 400 sampai 800 rpm.

Tipe *impeller* ini berbentuk kipas yang menghasilkan aliran aksial. *Propeller* mempunyai tingkat efisiensi yang baik bila digunakan pada fluida yang berviskositas rendah, kurang dari 2000 cP. Arus yang meninggalkan *propeller* mengalir melalui zat cair menurut arah tertentu sampai dibelokkan oleh lantai atau dinding bejana. Hal ini efektif digunakan dalam bejana besar. Biasanya alat pengaduk *propeller* dibuat dalam dua bagian dan berputar dengan cepat. Pengaduk *propeller* digunakan untuk mengaduk bahan dengan viskositas rendah. Ada beberapa jenis pengaduk yang biasa digunakan. Salah

satunya adalah *propeller* berdaun tiga. Untuk lebih jelasnya mengenai bentuk-bentuk dari pengaduk jenis *propeller* dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaduk jenis *Propeller* (a), Daun Dipertajam (b), Baling-baling kapal (c)

Baling-baling ini digunakan pada kecepatan berkisar antara 400 hingga 1750 rpm (*radius per minute*) dan digunakan untuk cairan dengan viskositas rendah.

## 2. *Paddle*

Pengaduk jenis ini sering memegang peranan penting pada proses pencampuran dalam industri. Bentuk pengaduk ini memiliki minimum 2 sudu, horizontal atau vertikal, dengan nilai D/T yang tinggi. *Paddle* digunakan pada aliran fluida laminar, transisi atau turbulen tanpa *baffle*. Pengaduk *paddle* menimbulkan aliran arah radial dan tangensial dan hampir tanpa gerak vertikal sama sekali, kecuali digunakan *baffle*. Arus yang bergerak ke arah horizontal setelah mencapai dinding akan dibelokkan ke atas atau ke bawah.

Tipe *impeller* ini akan mendorong zat cair secara radial dan tangensial. Arus yang terjadi bergerak keluar ke arah dinding, lalu membelok ke atas atau ke bawah. *Paddle* merupakan *impeller* yang paling efektif. Hal ini dapat dilihat dari pola aliran yang ditimbulkan akibat gerakan *paddle* ke seluruh bagian sehingga molekul yang akan dilarutkan bergerak acak dan homogenitas yang tinggi dihasilkan. Hal ini menyebabkan *paddle* mempunyai efisiensi yang tinggi. *Impeller* ini digunakan untuk fluida yang berviskositas 100.000 sampai 1.000.000 cP. Berbagai jenis pengaduk dayung biasanya digunakan pada kecepatan rendah diantaranya 20 hingga 200 rpm. Dayung datar berdaun dua atau empat biasa digunakan dalam sebuah proses pengadukan. Panjang total dari pengadukan dayung biasanya 60 - 80% dari diameter tangki dan lebar dari

daunnya  $1/6 - 1/10$  dari panjangnya. Untuk lebih jelasnya mengenai bentuk dari pengaduk jenis *paddle* dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Pengaduk Jenis Dayung (*Paddle*) Berdaun Dua

Pengaduk dayung menjadi tidak efektif untuk suspensi padatan, karena aliran radial bisa terbentuk namun aliran aksial dan vertikal menjadi kecil. Sebuah dayung jangkar atau pagar, yang terlihat pada gambar 6 biasa digunakan dalam pengadukan. Jenis ini menyapu dan mengeruk dinding tangki dan kadang-kadang bagian bawah tangki. Jenis ini digunakan pada cairan kental dimana endapan pada dinding dapat terbentuk dan juga digunakan untuk meningkatkan transfer panas dari dan ke dinding tangki. Bagaimanapun jenis ini adalah pencampuran yang buruk. Pengaduk dayung sering digunakan untuk proses pembuatan cat, bahan perekat dan kosmetik.

### 3. Turbin

Istilah turbin ini diberikan bagi berbagai macam jenis pengaduk tanpa memandang rancangan, arah *discharge* ataupun karakteristik aliran. Turbin merupakan pengaduk dengan sudu tegak datar dan bersudut konstan. Pengaduk jenis ini digunakan pada viskositas fluida rendah seperti halnya pengaduk jenis *propeller* (Uhl & Gray, 1966). Pengaduk turbin menimbulkan aliran arah radial dan tangensial. Di sekitar turbin terjadi daerah turbulensi yang kuat, arus dan geseran yang kuat antar fluida. Salah satu jenis pengaduk turbin adalah *pitched blade*. Pengaduk jenis ini memiliki sudut konstan. Turbin biasanya efektif untuk fluida berviskositas sedang yaitu 2000 sampai 50.000 cP. Arus yang ditimbulkan bersifat radial dan tangensial. Komponen tangensialnya menimbulkan *vortex* dan arus putar yang harus diehtikan dengan menggunakan *baffle*.

Arus yang ditimbulkan oleh gerakan *impeller* ini menyebabkan terbentuknya *vortex* yang sangat tidak diinginkan dalam proses *mixing*. Untuk mencegah terjadinya *vortex* ketika fluida diaduk dalam tangki silinder dengan *impeller* yang berada pada pusatnya maka digunakan *baffle* yang dipasang pada dinding *vessel*. *Baffle* yang digunakan biasanya memiliki jarak yang sama. *Baffle* biasanya tidak menempel pada dinding *vessel* sehingga secara kebetulan akan terdapat celah antara *baffle* dengan dinding *vessel*.

Pengaduk turbin adalah pengaduk dayung yang memiliki banyak daun pengaduk dan berukuran lebih pendek, digunakan pada kecepatan tinggi untuk cairan dengan rentang kekentalan yang sangat luas. Diameter dari sebuah turbin biasanya antara 30 - 50% dari diameter tangki. Turbin biasanya memiliki empat atau enam daun pengaduk. Turbin dengan daun yang datar memberikan aliran yang radial. Jenis ini juga berguna untuk dispersi gas yang baik, gas akan dialirkan dari bagian bawah pengaduk dan akan menuju ke bagian daun pengaduk lalu tepotong-potong menjadi gelembung gas. Untuk lebih jelasnya mengenai bentuk dari pengaduk jenis turbin dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



**Gambar 4.** Pengaduk Turbin pada Bagian Variasi

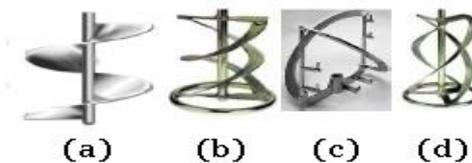
Pada turbin dengan daun yang dibuat miring sebesar  $45^{\circ}$ , beberapa aliran aksial akan terbentuk sehingga sebuah kombinasi dari aliran aksial dan radial akan terbentuk. Jenis ini berguna dalam suspensi padatan karena aliran langsung ke bawah dan akan menyapu padatan ke atas. Terkadang sebuah turbin dengan hanya empat daun miring digunakan dalam suspensi padat. Pengaduk dengan aliran aksial menghasilkan pergerakan fluida yang lebih besar dan pencampuran per satuan daya dan sangat berguna dalam suspensi padatan.



**Gambar 5.** Pengaduk Turbin Baling-Baling

#### 4. *Helical-Ribbon*

Jenis pengaduk ini digunakan pada larutan pada kekentalan yang tinggi dan beroperasi pada rpm yang rendah pada bagian laminer. *Ribbon* (bentuk seperti pita) dibentuk dalam sebuah bagian *helical* (bentuknya seperti baling-balling helicopter dan ditempelkan ke pusat sumbu pengaduk). Cairan bergerak dalam sebuah bagian aliran berliku-liku pada bagian bawah dan naik ke bagian atas pengaduk. Untuk lebih jelasnya mengenai bentuk dari pengaduk jenis *Helical-Ribbon* dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Pengaduk *helical ribbon*

Pencampuran didalam tangki pengaduk terjadi karena adanya gerak rotasi dari pengaduk didalam fluida. Gerak pengaduk ini memotong fluida tersebut dan dapat menimbulkan arus eddy yang bergerak ke seluruh system fluida tersebut. Oleh sebab itu pengaduk merupakan bagian yang paling penting dalam suatu operasi pencampuran fase cair dengan tangki pengaduk.

Pencampuran yang baik akan diperoleh bila diperhatikan bentuk dan dimensi pengaduk yang digunakan, karena akan dipengaruhi keefektifan proses pencampuran, serta daya diperlukan. Zat cair biasanya diaduk di dalam suatu tangki atau bejana biasanya yang berbentuk silinder dengan sumbu terpasang vertikal. Bagian atas bejana itu mungkin terbuka saja ke udara atau dapat pula tertutup.

### 2.3 Pemanas (*Heater*)

*Heater* adalah peralatan proses yang berguna untuk menaikkan temperatur suatu material. Energi panas yang dipakai berasal dari hasil pembakaran sehingga disebut juga dengan *fire heater*. Secara garis besar, peralatan ini terbuat dari logam (*metal housing*) yang dilapisi *refractory* pada bagian dalamnya sebagai lapisan panas sehingga panas tidak terbang keluar. Material yang dipanaskan/*charge* bisa berbentuk padat, cair atau gas. Berdasarkan fungsinya, *heater* dikelompokkan menjadi: (Usro, 2009)

1. *Heater* untuk memanaskan atau menguapkan bahan (misalnya *heater* untuk *distillation charge* atau *reboiler*).
2. *Heater* untuk memberikan panas reaksi pada *feed reactor*.
3. *Heater* untuk memanaskan material yang akan diubah bentuk fisiknya.

*Heater* mempunyai banyak jenisnya yaitu *heater* untuk gas, *heater* untuk bahan bakar minyak dan *heater* untuk listrik. *Heater* untuk listrik lebih sering di temui di dalam rumah tangga maupun di industri, karena penggunaan yang lebih ramah lingkungan. Pada *heater* ini dilengkapi dengan *Elektrikal Heating Element* (Elemen Pemanas listrik) yang berfungsi sebagai elemen pemanas. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini, bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*Resistance wire*) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh *isolator* yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman digunakan seperti yang terlihat pada Gambar 7 (Agustanto Chung, 2016).



**Gambar 7.** Resistance Wire

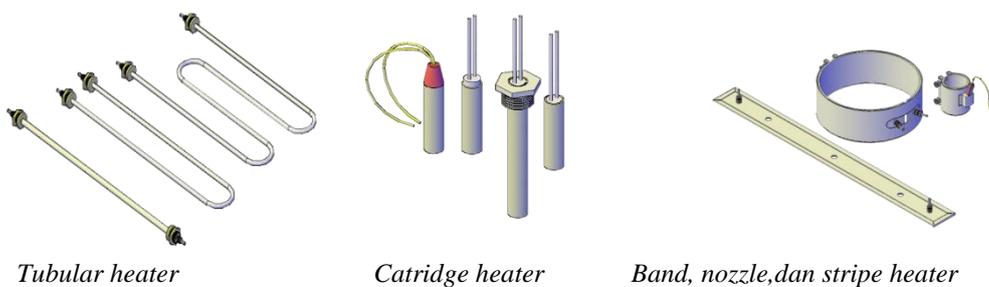
Ada 2 macam jenis utama pada elemen pemanas listrik ini, yaitu:

1. Elemen pemanas listrik bentuk dasar yaitu elemen pemanas, dimana *resistance wire* hanya dilapisi oleh *isolator* untuk listrik, macam-macam elemen pemanas bentuk ini adalah : *ceramic heater*, *silica* dan *quartz heater*, *bank channel heater*, dan *black body ceramic heater* yang dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Elemen Pemanas Listrik Bentuk Dasar

2. Elemen pemanas listrik bentuk lanjut merupakan elemen pemanas dari bentuk dasar yang dilapisi oleh pipa atau lembaran plat logam untuk maksud sebagai penyesuaian terhadap penggunaan dari elemen pemanas tersebut. Bahan logam yang biasa digunakan adalah *mild stell*, *stainless stell*, tembaga dan kuningan. *Heater* yang termasuk kedalam jenis ini adalah *tubular heater*, *catridge heater*, *Band*, *nozzle*, dan *stripe heater* yang dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Elemen Pemanas Listrik Bentuk Lanjut

## 2.4 Temperatur Pemasakan Pulp

Temperatur pemasakan berhubungan dengan laju reaksi. Temperatur yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya pemecahan makromolekul yang semakin banyak, sehingga produk yang larut dalam alkali akan semakin banyak. Pada rancang bangun alat yang dibuat digunakan variasi temperatur pemasakan pulp yaitu 80, 90, 100, 110, dan 120°C. Pada umumnya semakin tinggi temperatur

pemasakan pulp maka akan menyebabkan kandungan selulosa cenderung naik, kenaikan tersebut dikarenakan lignin sebagai pengikat selulosa akan terpisah sehingga kadar selulosa meningkat. Selain itu juga dapat mempengaruhi tekstur dari pulp yang akan dihasilkan.

## **2.5 Penelitian-penelitian yang pernah dilakukan untuk membuat pulp menggunakan alat reaktor pulp (Jurnal Terkini)**

Susinggih Wijana, dkk (2014), membuat pulp dari pelepah nipah (*Nypa Fruiticans*) menggunakan reaktor berpengaduk. Pada penelitiannya kali itu mencoba membandingkan kualitas produk *pulp* dari pelepah nipah yang dihasilkan pada skala laboratorium dengan skala ganda yaitu menggunakan reaktor berpengaduk yang mampu menampung bahan sebanyak 50 liter dengan kecepatan putaran pengaduk 25 rpm, bahan baku sebanyak 15 kg, waktu pemasakan 1 jam, dan temperatur pemasakan 100°C. Prinsip kerja dari reaktor berpengaduk ini menggunakan sistem *double jacket*. Tabung pengaduk terdiri dari dua lapisan (*double jacket*), lapisan dalam dan lapisan luar. Lapisan dalam bersentuhan langsung dengan produk, sedangkan lapisan luar berhubungan langsung dengan sumber panas (kompor LPG). Di antara kedua lapisan tersebut terdapat sebuah ruangan tempat fluida berada, fungsinya adalah sebagai pengatur suhu dan penghantar panas antara api dengan bahan yang dimasak pada tangki pegaduk, sehingga tidak ada kontak langsung antara api dengan bahan. Mesin ini dapat mengurangi tingkat kerusakan gizi dalam bahan. Ruang kosong tersebut harus diisi dengan sebuah fluida yang berfungsi menghantarkan panas, yaitu minyak sebanyak 12,5 liter.

Hasil analisis yang didapat dari penelitiannya kali itu adalah kandungan lignin dan selulosa pada skala ganda yaitu sebesar 7,84% dan 38,83%, sedangkan pada skala laboratorium sebesar 7,735% dan 38,905%. Dari data tersebut apabila dibandingkan dengan pulp skala ganda, nilai kimia dari pulp skala laboratorium lebih tinggi apabila dibandingkan dengan pulp pada skala ganda.

Penelitian yang sama juga pernah dilakukan oleh Made Gita Heryadi, dkk (2013) dengan judul penelitian “Penggandaan Skala Proses Pembuatan Pulp dari

Serabut Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*)". Pada penelitian tersebut dibuat tangki berpengaduk berbahan *stainless steel*. Dalam tangki pengaduk ini terdapat pengaduk yang digerakkan oleh motor dengan kecepatan putaran motor sebesar 1.420 rpm, sedangkan putaran baling-baling sebesar 600 rpm. Motor pengaduk digerakkan menggunakan sumber energi dari arus listrik PLN. Sumber pemanas berasal dari kompor yang menggunakan bahan bakar LPG. Pemasakan pulp menggunakan waktu pemasakan 4,75 jam dan pada temperatur 90°C.

Hasil analisis yang didapat dari penelitiannya kali itu adalah parameter kadar air skala ganda sebesar 8,18% sedangkan untuk skala laboratorium sebesar 7,845%, sehingga kadar air pada skala ganda dan skala laboratorium didapatkan hasil yang tidak beda nyata. Hal itu karena prinsip kerja yang sama dari *tunnel dryer* pada skala ganda dan oven pada skala laboratorium dalam proses pengeringan. Pada parameter rendamen hasil penelitian untuk skala ganda sebesar 56,04% sedangkan untuk skala laboratorium didapatkan rendamen sebesar 51,90%. Sehingga kesimpulan dari penelitiannya kali itu adalah pada peningkatan skala tidak terdapat beda nyata antara skala ganda dengan skala laboratorium. Pada parameter gramatur, nilai gramatur pulp skala ganda sebesar 163 g/m<sup>2</sup> sedangkan nilai gramatur skala laboratorium sebesar 158 g/m<sup>2</sup>. Pada parameter ketahanan tarik, skala ganda memiliki rata-rata sebesar 4,94 kgf/cm sedangkan rata-rata ketahanan tarik untuk skala laboratorium sebesar 4,9725 kgf/cm. Hasil penelitian antara skala ganda dengan skala laboratorium menunjukkan hasil yang tidak beda nyata. Hal ini dikarenakan proses delignifikasi antara skala ganda dengan skala laboratorium meskipun menggunakan alat yang berbeda namun memiliki prinsip kerja yang sama. Proses delignifikasi pada skala ganda menggunakan reaktor sedangkan pada skala laboratorium menggunakan *beaker glass* sebagai wadah bahan yang dipanaskan menggunakan *hot plate* dan pengadukan dengan bantuan *stirrer* yang digerakkan oleh motor listrik.

## 2.6 Pelepah Batang Pisang

Pisang (*Musa Paradisiaca*, Linn) merupakan tumbuhan yang berasal dari asia dan tersebar di Spanyol, Italia, Indonesia dan bagian dunia lainnya. Pada

dasarnya tanaman pisang merupakan tumbuhan yang tidak memiliki batang sejati. Batang pohonnya terbentuk dari perkembangan dan pertumbuhan pelepahnya yang mengelilingi poros lunak panjang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pelepah Pisang

Menurut Bulletin Berita Industri Pulp & Kertas Indonesia, edisi Agustus 2008 (Dalam Yunifath, 2012), pelepah batang pisang memiliki serat putih yang sangat kuat sehingga tidak diperlukan pemutihan, dan dapat diproduksi setebal 20 gsm (*Gram per Square Meter*). Pelepah batang pisang terdiri dari 2 lapisan yang dapat menghasilkan bermacam produk sekaligus. Lapisan luar berstruktur kasar, kekuatan basah tinggi, sifat barrier, dan tidak mudah terbakar. Lapisan dalam mempunyai sifat yang sama namun berstruktur serat lebih halus. Pelepah pisang mengandung selulosa dalam jumlah yang cukup tinggi dengan kandungan lignin yang sedikit. Selulosa adalah polisakarida yang tak larut dalam air yang merupakan zat pembentuk kulit sel tanaman.

Pada pelepah pisang klutuk (pisang biji) mengandung kandungan selulosa tertinggi jika dibandingkan dengan pelepah pisang raja nangka, pisang sobo, pisang santan, dan pisang sandi, dengan persentase kandungan selulosa pada batang pisang klutuk sebesar 87,3% dengan perbandingan berat bahan dengan volume NaOH 1:5 (Wawan Saharudi, 2010).

### 2.6.1 Selulosa

Selulosa adalah zat karbohidrat yang merupakan struktur dasar sel – sel tanaman dengan kadar 40 – 50 %. Rumusan molekul selulosa adalah

$C_6H_{11}(C_6H_{10}O_5)_n C_6H_{11}O_5$ . Selulosa terdapat pada semua tanaman dari pohon bertingkat tinggi hingga organisme primitif seperti lumut dan rumput laut. Selulosa tidak larut dalam air maupun zat pelarut organik dan mempunyai daya tarik yang tinggi. Selulosa merupakan bahan dasar dari banyak produksi teknologi kertas, dan serat. Komposisi kimia serat batang pisang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Komposisi Kimia Serat Batang Pisang**

<b>Komposisi Kimia</b>	<b>Kandungan (%)</b>
Lignin	9
Selulosa	46
Hemiselulosa	38,54
Ash	8,3

*Sumber : Chairul Irawan (2011)*

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

Selulosa terdapat pada sebagian besar dalam 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. Keseimbangan terbaik sifat-sifat pembuatan kertas terjadi ketika kebanyakan

lignin tersisih dari serat. Ketangguhan serat terutama ditentukan oleh bahan mentah dan proses yang digunakan dalam pembuatan pulp.

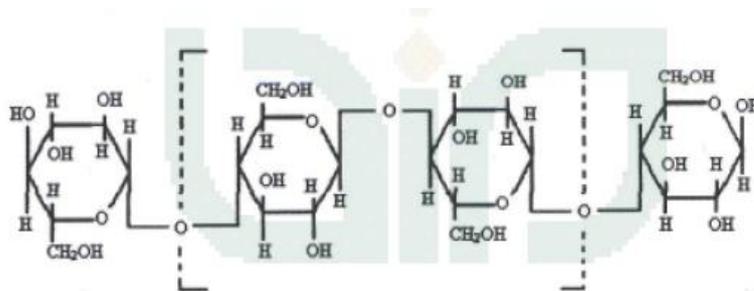
Molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan-ikatan hidrogen, baik dalam satu rantai polimer selulosa maupun antar rantai polimer yang berdampingan. Ikatan hidrogen ini menyebabkan selulosa bisa terdapat dalam ukuran besar, dan memiliki sifat kekuatan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

1. Memiliki kekuatan tarik yang tinggi.
2. Mampu membentuk jaringan.
3. Tidak mudah larut dalam air, alkali dan pelarut organik.

Material utama dari kertas adalah selulosa. Selulosa tersebut dapat berasal dari bahan kayu maupun bahan bukan kayu. Bahan kayu memiliki kandungan selulosa yang terikat oleh lignin. Sedangkan bahan bukan kayu memiliki kandungan selulosa yang terikat oleh lignin dan pektin. Bahan alam selain kayu yang dapat menjadi bahan pembuat kertas dapat diperoleh dari limbah hasil pertanian, seperti limbah batang pisang (Hamilton, 1990). Syarat bahan alam selain kayu yang dapat diolah menjadi bahan baku kertas antara lain (Stephenson, 1950):

- a. Berserat
- b. Kadar selulosa lebih dari 40 %
- c. Kadar lignin kurang dari 25 %

Selulosa terdapat lebih dari 50% dalam kayu yang berwarna putih, mempunyai kulit tarik yang besar dan mempunyai rumus kimia ( $C_6H_{10}O_5$ ) dan berat molekul 162, setiap struktur selulosa mengandung 3 group alkohol hidroksil seperti di tunjukkan pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Struktur Selulosa

Berdasarkan derajat polimerisasi berat molekul tergantung dari panjang rantai carbon serat jenis bahannya dan panjang rantai.

Panjang rantai selulosa dibagi menjadi 3 macam yaitu :

1. Alpha Selulosa, yaitu rantainya panjang, tak larut dalam air, sukar larut dalam alkali dan penyusun utama adalah selulosa.
2. Beta Selulosa, yaitu rantainya pendek, larut dalam air, bila di beri asam akan mengendap lagi.
3. Gamma Selulosa, yaitu rantainya lebih pendek, larut dalam alkali dan bila diberi asam tidak mengendap.

### 2.6.2 Lignin

Lisnawati, 2000 (Dalam Yunifath, 2012) mengatakan bahwa kadar lignin yang rendah dari pelepah merupakan keuntungan lain karena proses pembuatan pulp relatif membutuhkan bahan pemasak yang relatif sedikit dan waktu yang relatif singkat sehingga memberikan keuntungan secara ekonomis. Kadar lignin yang rendah lebih mudah deidelignifikasi dan memerlukan kondisi memasak lebih ringan dan lebih cepat dibandingkan dengan sumber serat kayu.

Lignin merupakan zat pengikat antara molekul-molekul selulosa. Untuk memperoleh serat, maka lignin harus dihilangkan dengan menggunakan asam. Struktur lignin dapat dilihat pada Gambar 5. Proses penghilangan lignin ini disebut "*Proses Delignifikasi*" jadi semakin rendah kandungan lignin suatu bahan, akan semakin baik pulp yang dihasilkan.

Pulp akan mempunyai sifat fisik atau kekuatan yang baik apabila mengandung sedikit lignin. Hal ini karena lignin bersifat menolak air dan kaku sehingga menyulitkan dalam proses penggilingan. Kadar lignin untuk bahan baku kayu 20-35 %, sedangkan untuk bahan non-kayu lebih kecil lagi.

Dalam proses pembuatan pulp secara kimia, komponen-komponen dalam bahan dasar akan mengalami reaksi kimia antara lain:

#### 1. Reaksi kimia dari selulosa

Selulosa dapat menghasilkan reaksi kimia karena mengandung gugus reaktif yaitu :

- a. Gugus hidroksil yaitu tiap gugusnya mengandung 3 buah gugus hidroksil.
- b. Adanya ikatan Glycosidic yang menghubungkan anhidrous satu sama lain
- c. Adanya gugus pereduksi

#### 2. Reaksi kimia dari lignin

Lignin dapat menjadi substansi yang reaktif disebabkan adanya gugus hidroksil, karbonil, dan metoksil yang terdapat dalam molekul lignin. Reaksi lignin tergantung pada proses yang dijalankan jika dalam proses soda, lignin akan membentuk natrium lignat berdasarkan reaksi :



### 2.7 Pulp

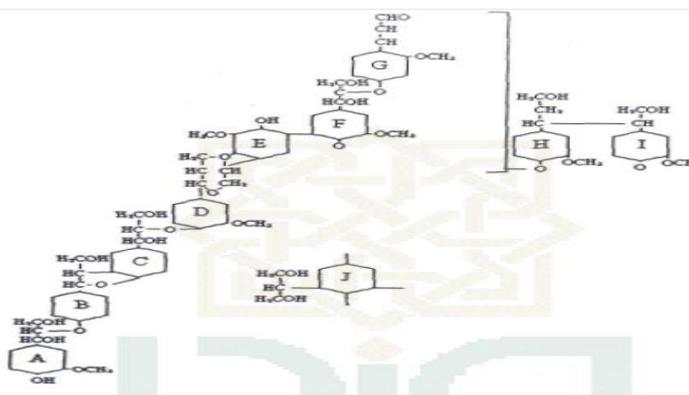
Pulp adalah hasil pemisahan serat dari bahan baku berserat (kayu maupun non kayu) melalui berbagai proses pembuatannya (mekanis, semikimia, kimia). Pulp terdiri dari serat-serat (selulosa dan hemiselulosa) sebagai bahan baku kertas. Selulosa merupakan bahan dasar terpenting dalam pembuatan pulp dan kertas. Selulosa ini terdapat dalam kayu, kapas, daun nanas, jerami, lelang, bambu, dan lainnya.

Tujuan dari pembuatan pulp adalah memisahkan selulosa (serat-serat) dari bahan-bahan lainnya. Pulp serat pendek umumnya dihasilkan dari jenis rumput-

rumpunan dan hasil pertanian, sedangkan pulp serat panjang dihasilkan dari tumbuhan kayu. Berikut ini merupakan syarat-syarat bahan baku yang digunakan dalam pulp dan untuk standar serta karakteristik pulp dapat dilihat di Tabel 2 dan Tabel 3.

Syarat-syarat bahan baku yang digunakan dalam pulp, yakni :

- Berserat
- Kadar alpha selulosa lebih dari 40%
- Kadar ligninnya kurang dari 25%
- Kadar air maksimal 10%
- Memiliki kadar abu yang kecil (Stephenson, 1950)



Gambar 12. Struktur Lignin

Tabel 2. Karakteristik Pulp

Komposisi	Nilai (%)
Selulosa	Min 40
Lignin	Max 16
Ash	Max 3
Air	Max 7

Sumber : *Balai Besar Pulp, 1989* (sesuai dengan SNI 7274).

Sifat fisik pulp merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas pulp (Sixta, 2006). Kriterianya tergantung pada jenis

produk yang diinginkan. Secara sederhana sifat-sifat tersebut menurut Casey (1991), meliputi :

1. Ketahanan sobek

Ketahanan sobek didefinisikan sebagai gaya dalam satuan gram gaya atau gram force (gf) atau *miliNewton* (mN), yang diperlukan untuk menyobek lembaran pulp pada kondisi standar (SII-0435-81). Dalam hal ini nilai kekuatannya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain (*Browyer dan Haygreen, 1999*) :

a. Panjang serat

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

b. Jumlah serat yang berperan saat penyobekan

Masing-masing serat yang menyusun suatu lembaran pulp pada gramatur tertentu (massa lembaran pulp dalam gram per satuan luasnya dalam meter persegi yang diukur pada kondisi standar (SII-0439-81) turut menyumbangkan energi terhadap keseluruhan energi yang dibutuhkan untuk penyobekan). Sehingga lembaran pulp dengan jumlah serat lebih banyak akan memiliki ketahanan sobek lebih tinggi.

c. Ikatan Antar Serat

Ikatan antar serat turut berpengaruh terhadap ketahanan sobek lembaran pulp. Dalam hal ini kekuatan ikatannya sangat tergantung pada proses *fibrilasi* (penguraian mikrofibril serat) yang terjadi pada saat pulping yang kemudian disempurnakan melalui proses refining. Didalam refiner sebagian mikrofibril serat akan mengalami pemipihan dan penguraian sehingga luas permukaan yang berpotensi membentuk ikatan hidrogen bertambah, akibatnya ikatan antarserat makin kuat. Ketahanan sobek lembaran pulp meningkat seiring dengan peningkatan ikatan antarserat sampai pada batas tertentu saat masing-

masing serat mengalami tarikan yang sangat kuat sehingga ikatan antar keduanya mudah putus.

## 2. Ketahanan Tarik

Ketahanan tarik didefinisikan sebagai daya tahan lembaran pulp terhadap gaya tarik yang bekerja pada kedua ujungnya, diukur pada kondisi standar (SII-0436-81). Sifat fisik ini dianggap penting untuk jenis kertas tertentu seperti tas belanja. Menurut Saranah (Dalam Monica Asparani, 2013), nilai kekuatannya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

### a. Arah serat dalam lembaran pulp

Nilai ketahanan tarik lembaran pulp akan lebih tinggi jika arah seratnya sejajar dengan arah tarikannya.

### b. Ikatan antar serat

Makin besar kekuatan ikatan antarserat maka ketahanan tarik lembaran pulp makin besar.

## 3. Ketahanan retak

Ketahanan ratak didefinisikan sebagai tekanan hidrostatik dalam kilopascal atau psi yang dibutuhkan untuk meretakkan suatu bahan saat tekanan ditingkatkan pada kecepatan konstan oleh karet diafragma bundar dengan diameter 30,5 mm (T-404-cm-92). Sifat fisik ini dianggap penting untuk jenis kertas khusus yang biasa digunakan untuk menahan beban sangat berat. Menurut Nursyamsu (Dalam Monica Asparani, 2013), nilai kekuatannya terbaik bergantung pada:

### a. Panjang serat

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

b. Ikatan antar serat

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

### 2.7.1 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:

a. Pulp kayu lunak (*soft wood pulp*)

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

b. Pulp kayu keras (*hard wood pulp*)

Pada umumnya serat ini terdapat pada jenis kayu berdaun lebar (*long leaf*) seperti kayu Oak (Kirk Othmer, 1981).

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

Pada saat ini pulp non kayu yang dihasilkan digunakan untuk memproduksi kertas meliputi : percetakan dan kertas tulis, linerboard, medium berkerut, kertas koran, tisu, dan dokumen khusus. Pulp non kayu yang umum digunakan biasanya merupakan kombinasi antara pulp non kayu dengan pulp kayu lunak kraft atau sulfit yang ditambahkan untuk menaikkan kekuatan kertas. Karakteristik bahan non kayu 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 bahan kayu lunak. Sumber serat non kayu meliputi :

- a. Limbah pertanian dan industri hasil pertanian seperti jerami padi, gandum, batang jagung, dan limbah kelapa sawit.
- b. Tanaman yang tumbuh alami seperti alang-alang, dan rumput-

rumpunan.

c. Tanaman yang diolah, seperti serat daun, dan serat dari batang.

### 3. Pulp Kertas Bekas

Proses daur ulang kertas bekas adalah proses untuk menjadikan kertas bekas menjadi kertas dengan tujuan memanfaatkan menjadi sesuatu yang berguna, mengurangi penggunaan bahan baku yang baru, mengurangi penggunaan energi, mengurangi polusi, kerusakan lahan, dan emisi gas rumah kaca jika dibandingkan dengan proses pembuatan barang baru. Pada umumnya kertas dibuat dengan pembuatan pulp sebagai dan kemudian diikuti dengan proses percetakan. Dimana ada proses pelunakan bahan agar terbentuk bubur kertas. Proses pemutihan dan kemudian penambahan serat. Pulp merupakan bahan baku pembuatan kertas dan senyawa-senyawa kimia turunan selulosa. Pulp dapat dibuat dari berbagai jenis kayu, bambu, dan rumput-rumpunan. Pulp adalah hasil pemisahan selulosa dari bahan baku berserat (kayu maupun non kayu) melalui berbagai proses pembuatan baik secara mekanis, semikimia, maupun kimia.

#### 2.7.2 Proses Pembuatan Pulp

Proses pembuatan pulp secara komersial dapat diklasifikasikan dalam proses mekanis, semi kimia (kombinasi kimia dan mekanis), dan kimia. Produk yang dihasilkan mempunyai karakteristik yang berbeda. Pemilihan jenis proses pembuatan pulp tergantung kepada spesies kayu yang tersedia dan penggunaan akhir dari pulp yang diproduksi. Proses kimia mendominasi hampir seluruh dunia.

Terdapat 3 macam proses pembuatan pulp, yaitu :

##### 1. Proses Mekanis

Proses mekanis tidak menggunakan bahan-bahan kimia. Bahan baku hanya digiling dengan menggunakan mesin sehingga selulosa terpisah dari zat lain.

## 2. Proses semi kimia

Proses semi kimia dilakukan seperti proses mekanis, tetapi dibantu dengan bahan kimia untuk lebih melunakkan, sehingga serat selulosa mudah terpisah dan tidak rusak.

## 3. Proses kimia

Proses kimia dimana bahan baku dimasak dengan bahan kimia tertentu untuk menghilangkan lignin yang terdapat dalam batang pisang. Dengan proses ini dapat di peroleh selulosa murni.

Macam-macam proses pembuatan pulp secara kimia :

### 1. Proses sulfat (kraft)

Proses ini menggunakan natrium sulfat yang direduksi didalam tungku pemulihan menjadi natrium sulfit, yang merupakan bahan kimia kunci yang dibutuhkan untuk delignifikasi. Larutan perebusan yang digunakan adalah 5,86% NaOH, 17,1%  $\text{Na}_2\text{S}$  dan 14,3%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Hasil pulp relatif baik daya tariknya, tetapi warna kurang baik sehingga sulit untuk diputihkan (Austin G, 1988).

### 2. Proses Sulfit

Proses Sulfit merupakan proses pemasakan dengan metode asam. Bahan baku dalam proses ini adalah kayu lunak. Larutan perebus yang digunakan adalah 7% berat  $\text{SO}_2$ , 4,5%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{H}_2\text{SO}_3)_2$ , dan 2,5% berat  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ . Proses pemasakan dijalankan pada suhu 125-160°C, tekanan 70 – 90 Psi dan waktu 7-12 jam (Stephenson, 1979). Pulp yang dihasilkan berwarna keruh, tetapi mudah dipucatkan. Kerugian yang timbul adalah larutan pemasak menggunakan bahan dasar kation Kalsium, yang akan mempersulit dalam mengambilnya. Kalsium akan menyebabkan kerak pada alat-alat pemasak (Austin G, 1988).

### 3. Proses Nitrat

Proses Nitrat menggunakan asam nitrat sebagai larutan pemasak telah mendapatkan perhatian dalam beberapa tahun dan terus dikembangkan. Pada proses ini bahan baku direbus dengan  $\text{HNO}_3$  dalam pemanas air.

Bahan yang sudah diolah direbus lagi dengan NaOH 2% berat selama 45 menit untuk melarutkan lignin yang rusak. Proses yang pernah dilakukan digunakan HNO<sub>3</sub> 0,52% - 0,54% berat selama 0,5 – 3,5 jam dan larutan soda api 2% berat dengan waktu perebusan 45 menit, suhu 98°C (Agra & Warnijati, 1974).

#### 4. Proses *Organosolv*

Proses *organosolv* adalah proses pemisahan serat dengan menggunakan bahan kimia organik seperti misalnya metanol, etanol, aseton, asam asetat, dan lain-lain. Proses ini telah terbukti memberikan dampak yang baik bagi lingkungan dan sangat efisien dalam pemanfaatan sumber daya hutan. Dengan menggunakan proses *organosolv* diharapkan permasalahan lingkungan yang dihadapi oleh industri pulp dan kertas akan dapat diatasi. Hal ini karena proses *organosolv* memberikan beberapa keuntungan, antara lain yaitu rendemen pulp yang dihasilkan tinggi, tidak menggunakan unsur sulfur sehingga lebih aman terhadap lingkungan, karena menghasilkan limbah yang bersifat ramah lingkungan.

#### 5. Proses soda

Sugesty S & Tjahjono T (1997) mengatakan bahwa proses soda merupakan proses pemasakan dengan metode proses basa. Pelarut yang digunakan adalah NaOH. Proses ini sangat cocok digunakan untuk bahan baku non-kayu. Pada proses soda ini lebih menguntungkan dari segi teknik dan ekonomis dibandingkan dengan menggunakan proses lain, karena NaOH lebih efektif untuk mengikat lignin dan tidak membuat limbah yang begitu berbahaya di lingkungan sekitar.

### 2.7.3 Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Pulp

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam pembuatan pulp sebagai berikut:

#### 1. Konsentrasi Pelarut

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

## 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 terjadinya redeposisi lignin sehingga dapat meningkatkan bilangan kappa (kualitas pulp menurun). Perbandingan yang dianjurkan lebih dari 5 : 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 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 tadi telah terpisah dari raw pulp dengan berkurangnya konsentrasi NaOH akan kembali menyatu dengan pulp dan sulit untuk memisahkannya lagi.

## 5. Ukuran bahan baku

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

## 6. Kecepatan pengadukan

Pengadukan berfungsi untuk memperbesar tumbukan antara zat-zat yang bereaksi sehingga dapat berlangsung dengan baik. Reaksi kimia diawali ketika partikel-partikel zat yang bereaksi saling bertabrakan. Tabrakan sempurna yang akan membentuk molekul kompleks yang disebut molekul kompleks teraktivasi, dengan bantuan energi aktivasi. Energi aktivasi

adalah energi tumbukan terendah yang diperlukan untuk pembentukan molekul kompleks reaktivasi sehingga reaksi dapat berlangsung.

## 2.8 Pelarut

Pelarut adalah benda cair atau gas yang melarutkan benda padat, cair atau gas yang menghasilkan sebuah larutan. Pelarut paling umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah air. Pada pembuatan *pulp* ini yaitu proses soda menggunakan pelarut Natrium Hidroksida (NaOH). Natrium Hidroksida (NaOH) juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium hidroksida terbentuk dari oksida basa yang dilarutkan dalam air. Natrium hidroksida membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Natrium hidroksida digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu (*pulp*) dan yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. Menurut Wijana (2005), sifat kimia dan sifat fisika dari natrium hidroksida adalah sebagai berikut:

### Sifat Kimia Natrium Hidroksida (NaOH)

1. Bersifat lembab, cair, dan secara spontan menyerap karbon dioksida di udara bebas.
2. Sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan.
3. Larut dalam etanol dan metanol, walaupun kelarutannya lebih kecil daripada kelarutan KOH.
4. Natrium Hidroksida akan meninggalkan noda kuning ketika berada pada udara terbuka.

### Sifat Fisika Natrium Hidroksida (NaOH)

1. Nama sistematis : Natrium Hidroksida
2. Nama alternatif : Soda Kaustik/ Sodium Hidroksida
3. Rumus molekul : NaOH
4. Warna : Putih
5. Massa molar : 39,9971 gr/mol
6. Densitas dan fase : 2,1 gr/cm<sup>3</sup>, padatan dan liquid

- 7. Bentuk : Pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%
- 8. Titik leleh : 318°C (591°K)
- 9. Titik didih : 1360°C (1663°K)

### **2.8.1 Faktor-faktor Pemilihan Pelarut**

Menurut Wahyu Akbar,dkk (2010), dalam pemilihan pelarut pada umumnya dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini :

#### **1. Selektivitas**

Pelarut hanya boleh melarutkan ekstrak yang diinginkan, bukan komponen lain dari bahan ekstraksi. Dalam praktek terutama pada ekstraksi bahan alami, sering juga bahan lain (lemak, resin) ikut dibebaskan bersama dengan ekstrak yang diinginkan. Dalam hal ini larutan ekstrak tercemar yang diperoleh harus dibersihkan lagi dengan pelarut kedua.

#### **2. Kelarutan**

Pelarut sedapat mungkin memiliki kemampuan melarutkan ekstrak yang besar (kebutuhan pelarut lebih sedikit).

#### **3. Kemampuan tidak saling bercampur**

Pada ekstraksi cair-cair, pelarut tidak boleh larut dalam bahan ekstraksi.

#### **4. Kerapatan**

Pada ekstraksi cair-cair, sedapat mungkin terdapat perbedaan kerapatan yang besar antara pelarut dan bahan ekstraksi. Hal ini bertujuan kedua fase dapat dengan mudah dipisahkan kembali setelah pencampuran (pemisahan dengan gaya berat). Bila beda kerapatannya kecil, seringkali pemisahannya harus dilakukan menggunakan gaya sentrifugal.

#### **5. Reaktivitas**

Pada umumnya pelarut tidak boleh menyebabkan perubahan secara kimia pada komponen-komponen bahan ekstraksi. Sebaliknya dalam hal-hal tertentu diperlukan adanya reaksi kimia. Seringkali ekstraksi juga disertai dengan reaksi kimia. Dalam hal ini bahan dipisahkan mutlak harus berada dalam bentuk larutan.

#### 6. Titik didih

Karena ekstrak dan pelarut biasanya harus dipisahkan dengan cara penguapan, distilasi atau rektifikasi, maka titik didih kedua bahan tidak boleh terlalu dekat dan keduanya tidak membentuk azeotrop.

#### 7. Kriteria yang lain

Pelarut sedapat mungkin harus murah, tersedia dalam jumlah besar, tidak beracun, tidak dapat terbakar, tidak eksplosif bila bercampur dengan udara, tidak korosif, tidak menyebabkan timbulnya emulsi, memiliki viskositas yang rendah dan stabil secara kimia maupun termis.