

BAB II TINAJAUAN PUSTAKA

2.1 Biomassa

Biomassa merupakan bahan yang berasal dari zat-zat organik yang dapat diperbaharui dan berasal dari makhluk hidup baik hewan maupun tumbuhan. Beberapa contoh biomassa berikut dengan komposisi kimia utamanya dapat dilihat pada Tabel 1. Salah-satu pemanfaatan material biomassa adalah untuk proses adsorpsi. Metode ini sangat baik dalam mengolah air paparan kondensat yang berasal dari industri proses pengolahan minyak dan gas dengan kapasitas penyerapan yang tinggi.

Tabel 1. Contoh Biomassa dan Komposisi Kimianya

Biomassa (Lignoselulosa)	Selulosa (% Berat)	Hemiselulosa (% Berat)	Lignin (% Berat)
Kayu Keras	38-49	19-26	23-30
Kayu Lunak	40-45	7-14	26-34
Kelapa Sawit	37-45	23-25	18-20
Tandan Kosong Sawit	36-42	23-25	15-17
Ampas Tebu	32-44	27-32	19-24
Jerami Padi	28-36	23-28	12-16
Jerami Gandum	29-35	26-32	16-21
Bambu	26-43	16-26	21-32
Rumput <i>Esparto</i>	33-38	27-32	17-19
Sabut Kelapa	30,6	19,9	38,9
Sabut Sawit	34,3	27,2	31,9
Batang Sawit	45,8	25,9	22,6
Batang Jagung	42,43	25,06	21,73
Kayu Karet	45,48	19,36	21,42

Sumber: Sari (2009)

Biomassa yang sudah digunakan sebagai adsorben diantaranya adalah ganggang hijau, serbuk gergaji dari kayu, ampas tebu, lempung, rumput gajah, daun enceng gondok dan daun teh. Keuntungan biomassa tersebut adalah memerlukan biaya yang lebih ekonomis (Zahro, 2010).

2.2 Serbuk Kayu

Serbuk kayu hasil gergaji atau serutan adalah ukuran kecil dari kayu yang berbentuk partikel-partikel yang lebih kecil dari ukuran semulah setelah proses pengecilan ukuran (*size reduction*). Serbuk kayu merupakan klasifikasi dari salah-satu jenis-jenis limbah dan terasuk kedalam klasifikasi limbah padat. Jumlah ketersediaan serbuk gergaji sangat besar, namun tidak semua serbuk kayu yang ada telah dimanfaatkan, sehingga bila tidak ditangani dengan baik maka akan dapat menjadi masalah lingkungan yang serius. Selulosa dan hemiselulosa menjadikan serbuk kayu berpotensi untuk digunakan sebagai bahan penyerap (adsorben) (Yusnimar, 2009)



Gambar. 1 Serbuk Kayu

2.2.1 Komponen Kimia Kayu

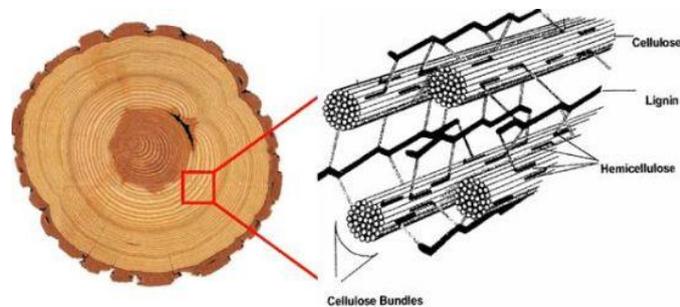
Kayu sebagian besar tersusun atas tiga unsur yaitu unsur C, H dan O. Unsur-unsur tersebut berasal dari udara berupa CO_2 dan dari tanah berupa H_2O . Namun, dalam kayu juga terdapat unsur-unsur lain seperti N, P, Ca, Mg, Si, Al, dan Na.

1. Komponen pengisi rongga sel

Zat pengisi rongga sering disebut dengan komponen *ektanous*, yang dominan diisi oleh zat ekstraktif. Zat ekstraktif merupakan kumpulan banyak zat seperti gula, tepung/pati, tanin, *resin*, pektin, zat warna kayu, asam-asam, minyak-minyak dan minyak dalam kayu.

2. Komponen penyusun dinding sel

Komponen penyusun dinding sel adalah komponen kimia yang menyatu dalam dinding sel. Tersusun atas banyak komponen yang tergabung dalam karbohidrat dan *lignin*. Karbohidrat yang telah terbebas dari lignin dan ekstraktif disebut juga dengan holoselulosa. Holoselulosa sebagian besar tersusun atas selulosa dan hemiselulosa. Selulosa merupakan komponen yang terbesar dan paling bermanfaat dari kayu (Sukarta, 2008). Komponen utama kayu merupakan lignin, selulosa, hemiselulosa seperti terlihat pada Gambar berikut:



Gambar 2. Komponen utama penyusun kayu

2.2.1.1 Selulosa

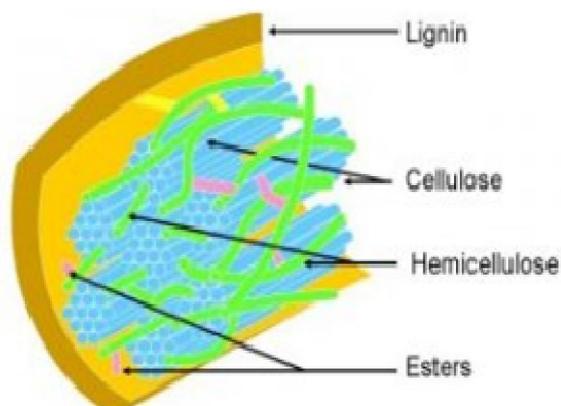
Selulosa merupakan molekul glukosa yang dapat membentuk sebuah rantai panjang tidak bercabang seperti amilosa seperti terlihat pada Gambar 3. Unit-unit glukosa dalam selulosa terikat melalui ikatan β -1-4 glikosidik. Ikatan glikosidik adalah ikatan kovalen yang terbentuk antara dua monosakarida melalui reaksi dehidrasi. Ikatan antara glukosa ini dinamakan glikosidik beta-1,4 karena konfigurasi glukosa dalam selulosa semuanya berbentuk beta. Ketika glukosa membentuk cincin, gugus hidroksil yang terikat dengan nomor 1 akan berikatan dengan sumbu cincin selulosa ditemukan sebagai dinding sel tumbuhan, tidak larut dalam air, ditemukan banyak pada batang, dahan, tangkai, daun, dan hampir semua jaringan tumbuhan. Kayu, katun, kapas, bambu, dan serat tumbuhan mengandung selulosa sebesar (98%-99%) (Zahro, 2010).



Gambar 3. Selulosa

2.2.1.2 Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari berbagai gula termasuk xilosa, arabinosa, manosa. Hemiselulosa terutama xilosa dan arabinosa masing-masing disebut sebagai *xyloglucans* dan *arabinolucans*. Molekul hemiselulosa sering bercabang, dengan tulang punggung β -1,4 dan rantai samping yang relatif pendek, tidak membentuk mikrobil namun membentuk ikatan hidrogen dengan selulosa yang disebut "*cross-linking glycans*". Hemiselulosa sangat hidrofilik dan sangat terhidrasi dan bentuk gel. Hemiselulosa banyak dijumpai pada dinding sel primer tetapi juga ditemukan pada dinding sel sekunder (Sukarta, 2008)

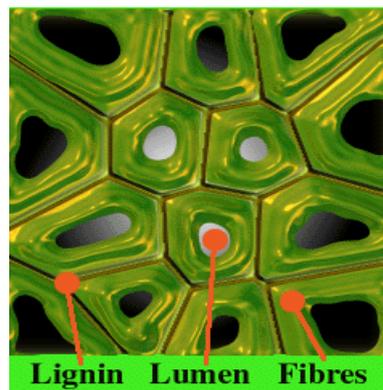


Gambar 4. Hemiselulosa

2.2.1.3 Lignin

Lignin memiliki struktur kimiawi bercabang-cabang dan bentuk polimer tiga dimensi. Molekul dasar lignin adalah fenil propan. Molekul lignin memiliki

derajat polimerisasi tinggi. Karena ukuran dan strukturnya yang tiga dimensi bisa memungkinkan lignin berfungsi sebagai semen atau lem bagi kayu seperti terlihat pada Gambar 5. yang dapat mengikat serat dan memberikan kekerasan struktur serat. Dinding sel juga mengandung lignin. Pada dinding sel, lignin bersama-sama dengan hemiselulosa membentuk matriks (semen) yang mengikat serat-serat halus selulosa (Sukarta, 2008).



Gambar 5. Lignin

2.3 Minyak Bumi

Minyak mentah (*petroleum*) adalah campuran yang kompleks, terutama terdiri dari hidrokarbon bersama-sama dengan sejumlah kecil komponen yang mengandung sulfur, oksigen dan nitrogen dan sangat sedikit komponen yang mengandung logam. Struktur hidrokarbon yang ditemukan dalam minyak mentah:

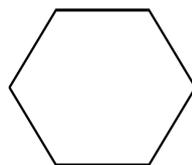
1. Alkana (parafin) $\rightarrow C_nH_{2n+2}$

Alkana ini memiliki rantai lurus dan bercabang, fraksi ini merupakan yang terbesar di dalam minyak mentah.

2. Siklo alkana (napten) $\rightarrow C_nH_{2n}$

Sikloalkana ada yang memiliki cincin 5 (lima) yaitu siklopentana ataupun cincin 6 (enam) yaitu sikloheksana.

Sikloheksana



Siklopentan



3. Aromatik \rightarrow C_nH_{2n-6}

Aromatik hanya terdapat dalam jumlah kecil, tetapi sangat diperlukan dalam bensin karena:

- Memiliki harga anti knock yang tinggi
- Stabilitas penyimpanan yang baik
- Dan kegunaannya yang lain sebagai bahan bakar (*fuels*)

Proporsi dari ketiga tipe hidrokarbon sangat tergantung pada sumber dari minyak bumi. Pada umumnya alkana merupakan hidrokarbon yang terbanyak tetapi kadang-kadang (*crude naphthenic*) mengandung sikloalkana sebagai komponen yang terbesar, sedangkan aromatik selalu merupakan komponen yang paling sedikit. Pengilangan/penyulingan (*refining*) adalah proses perubahan minyak mentah menjadi produk yang dapat dijual (*marketable product*) melalui kombinasi proses fisika dan kimia. Produk yang dihasilkan dari proses pengilangan/penyulingan tersebut antara lain:

1. *Light distillates* adalah komponen dengan berat molekul terkecil.
 - a. *Gasoline* (Amerika Serikat) atau *motor spirit* (Inggris) atau bensin (Indonesia) memiliki titik didih terendah dan merupakan produk kunci dalam penyulingan yang digunakan sebagai bahan pembakar motor 45% dari minyak mentah diproses untuk menghasilkan *gasoline*.
 - b. *Naphta* adalah material yang memiliki titik didih antara *gasoline* dan kersin.
Beberapa naphta digunakan sebagai:
 - Pelarut *dry cleaning* (pencuci)
 - Pelarut karet
 - Bahan awal etilen
 - Dalam kemileteran digunakan sebagai bahan bakar jet dikenal sebagai JP-4
 - c. Kerosin memiliki titik didih tertinggi dan biasanya digunakan sebagai:
 - Minyak tanah
 - Bahan bakar jet untuk *air plane*

2. *Intermediate destilates* merupakan minyak gas atau bahan bakar *diesel* yang penggunaannya sebagai bahan bakar transportasi truk-truk berat, kereta api, kapal kecil komersial, peralatan pertanian dan lain-lain.
3. *Heavy destilates* merupakan komponen dengan berat molekul tinggi. Fraksi ini biasanya dirubah menjadi minyak pelumas (*lubricant oils*), minyak dengan berat jenis tinggi dari bahan bakar, lilin dan *stock cracking*.
4. Residu termasuk aspal, residu bahan bakar minyak dan *petroleum*.

2.3.1 Fraksi Minyak Bumi

Proses pertama dalam proses minyak bumi adalah fraksinasi dari minyak mentah dengan menggunakan proses destilasi bertingkat, adapun karakteristik produk minyak bumi seperti terlihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Karakteristik Produk Minyak Bumi

Interval Titik Didih (°C)	Jumlah Atom Karbon	Nama	Penggunaan
<30	1-4	Fraksi Gas	Bahan Bakar Pemanas
30-180	5-10	Bensin	Bahan Bakar Mobil
180-230	11-12	Minyak Tanah	Bahan Bakar Jet
230-305	13-17	Minyak Gas	Bahan Bakar Diesel
305-405	18-25	Minyak Berat	Bahan Bakar pemanas

2.3.2 Gas Alam

Gas alam merupakan bahan bakar yang terbentuk dari fosil-fosil yang telah terkubur selama berjuta-juta tahun lamanya. Gas alam terdiri dari dua komponen yaitu komponen hidrokarbon serta komponen non hidrokarbon. Komponen hidrokarbon seperti gas metana (CH₄), etana (C₂H₆) dan lain-lain, sedangkan komponen non hidrokarbon seperti (N₂), CO₂, dan lain-lain. Kandungan utama dari gas alam adalah metana (CH₄). Zat pengotor yang biasa ditemukan pada gas bumi harus dipisahkan dan dibuang karena zat tersebut dapat menghambat proses pengolahan gas alam. Zat pengotor tersebut diantaranya H₂S, CO₂, *marcaptan*, H₂O, nitrogen, helium dan fraksi berat lainnya. Penghilangan zat-zat pengotor tersebut dapat menghilangkan masalah kontaminasi, korosi, dan pembentukan hidrat pada sistem transmisi dan distribusi gas. Selain itu hasil pemisahan dari zat

pengotor ini dapat memiliki nilai jual tersendiri. Jika dijual dipasaran, hasil proses pemisahan gas asam seperti CO₂ misalnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri soda serta H₂S selanjutnya akan memasuki unit recovery untuk mendapatkan sulfur yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pupuk. Komposisi gas alam secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Gas Alam secara umum

Komposisi Gas Alam		
Metana	CH ₄	70-90%
Etana	C ₂ H ₆	
Propana	C ₃ H ₈	0-20%
Butana	C ₄ H ₁₀	
Karbon dioksida	CO ₂	0-8%
Oksigen	O ₂	0-0.2%
Nitrogen	N ₂	0-5%
<i>Hydrogen sulfide</i>	H ₂ S	0-5%
Gas lain	He, Ne, Xe	<1%

Sumber: *Naturalgas.org (2011)*

Hasil pengolahan gas alam berupa gas jual (*sales gas*) pada umumnya memiliki spesifikasi *sales gas* seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi *Sales gas*

Sifat	Persyaratan umum
Nilai kalor (<i>Heating Value</i>)	900-1100 Btu/ft ³
Kandungan CO ₂	<5 % mol
Kandungan H ₂ S	4 ppm
Kandungan uap air	7 lbmol/mmscfd

Sumber: *Maddox (1974)*

2.3.2 Kondensat

Kondensat merupakan produk cair dari proses refrigerasi gas alam samapai mencapai suhu liquidisasinya. Adapun kondensat yang diproduksi di JOB Pertamina Talisman Jambi Merang merupakan produk samping. Kondensat tersebut merupakan hasil pemisahan komponen C₃+ dari komponen gas alam yang di proses di Sungai Kenawang *Central Gas Plant*. Proses pemisahan yang terjadi di *De-Ethimizer column* memisahkan komponen ringan (*light component*) sebagai

sales gas dan komponen berat (*heavy component*) dilakukan proses refrigerasi sebagai kondensat.

Sales gas akan dikirim ke chevron, Pekan Baru dan singapura sebagai bahan bakar melalui pipa pengiriman gas TGI (Trans Gas Indonesia). Sedangkan kondensat akan dikirim ke petrochina, Jambi sebagai bahan tambahan pada proses distilasi minyak bumi. Adapun komposisi kondensat JOB Pertamina Talisman Jambi Merang seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi Kondensat JOB Pertamina Talisman Jambi Merang

Komponen	Mole %	Weight
Nitrogen	0,000	0,000
Karbon Dioksida	0,000	0,000
Hidrogen Sulfida	0,000	0,000
Metana	0,000	0,000
Etana	0,000	0,000
Propana	0,020	0,010
Butana	1,818	7,282
i-Butana	10,428	6,222
n-pentana	8,924	8,045
i-pentana	3,765	3,067
Hexana	1,828	1,384
Benzena	2,950	2.410
Sikloheksana	7,003	6,780
Heptana	5,246	4,976
Toluena	3,549	3,642
Oktana	0,980	4,641
Nonana	3,746	1,202
Dekana	3,558	4,936

Tabel 6. Karakteristik kondensat

Parameter	Karakteristik	Satuan
⁰ API Gravity (60 ⁰ F)	61,3	-
Density (60 ⁰ F)	0,7334	gr/ml
Berat Molekul	104,7	gr/mol

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses berpindahnya komponen dari suatu fasa menuju permukaan yang lain atau peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain

sehingga terjadi perubahan konsentrasi pada permukaan. Adsorpsi akan terjadi karena adanya perbedaan energi potensial antara permukaan adsorben dan zat terserap (Ketaren, 2010)

Adsorpsi menggunakan istilah adsorbat dan adsorben. Zat yang menyerap disebut adsorben sedangkan ion, atom atau molekul yang diserap disebut adsorbat. Adsorben yang banyak digunakan untuk proses adsorpsi pada limbah cair adalah karbon aktif, silika gel, lempung, zeolit, resin penukar ion dan adsorben dari bahan organik (Zahro, 2010)

Menurut (Khasana, 2009) terdapat 4 gaya yang bekerja pada proses adsorpsi yaitu:

1) Gaya Fisik

Yang terpenting pada gaya fisik adalah gaya Van der Waals yang merupakan hasil interaksi dipol-dipol jarak pendek.

2) Ikatan Hidrogen

Ikatan ini merupakan interaksi antara dipol-dipol dan atom hidrogen berfungsi sebagai jembatan dua atom yang elektronegatif

3) Ikatan Elektrostatik/Ionik

Ikatan koordinasi ini terjadi pada ligan yang menyumbangkan pasangan ke ion logam. Senyawa terbentuk disebut senyawa kompleks atau kompleks logam

4) Ikatan Koordinasi

Ikatan koordinasi ini terjadi pada ligan yang menyumbangkan pasangan elektron ke ion logam. Senyawa terbentuk disebut senyawa kompleks atau kompleks logam.

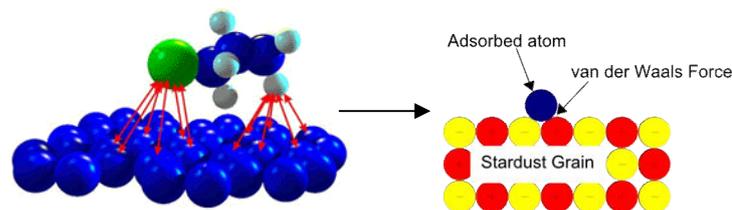
2.4.1 Jenis Adsorpsi

Mekanisme adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua yaitu, adsorpsi secara fisika (fisorpsi) dan adsorpsi secara kimia (kemisorpsi).

1) Adsorpsi Fisika

Menurut gaya Van der Waals tarik menarik antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari gaya tarik-menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya,

maka zat terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben. Pada proses ini, gaya yang menahan molekul fluida pada permukaan *solid* relatif lemah, dan besarnya sama dengan gaya kohesi molekul pada fase cair (gaya Van der waals) mempunyai derajat yang sama dengan panas kondensasi dari gas mejadi cair, yaitu sekitar 2.19-21.9 kJ/mol. Keseimbangan antara permukaan *solid* dengan molekul fluida biasanya cepat tercapai dan bersifat reversibel.



Gambar 6. Adsorpsi gaya Van der Waals

2) Adsorpsi Kimia

Adsorpsi Kimia yaitu reaksi yang terjadi antara zat padat dengan zat terlarut yang teradsorpsi. Adsorpsi ini bersifat spesifik dan melibatkan gaya yang jauh lebih besar daripada adsorpsi fisika. Panas yang dilibatkan adalah sama dengan panas reaksi kimia. Menurut Langmuir, molekul teradsorpsi ditahan pada permukaan oleh gaya valensi yang tipenya sama dengan yang terjadi antara atom-atom dalam molekul. Karena adanya ikatan kimia maka pada permukaan adsorben akan terbentuk suatu lapisan atau layer, diimana terbentuknya lapisan tersebut akan menghambat proses penyerapan selanjutnya oleh adsorben sehingga efektifitasnya berkurang. Tabel 7. Menunjukkan perbedaan antara penyerapan secara kimia dan fisika.

Tabel 7. Perbedaan Fisisorpsi dan kimisorpsi

Fisisorpsi	Kimisorpsi
Ikatanya lemah dengan jarak pendek	Ikatan kuat, jarak pendek
Permukaan tidak selektif	Permukaannya selektif
$H_{ads} = 5-50$ kJ/mol	$H_{ads} = 5-50$ kJ/mol
Adsorpsi multi-layer	Adsorpsi monolayer

2.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain (Zahro, 2010):

1) Waktu Kontak dan Pengadukan

Waktu kontak yang cukup diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi. Jika fasa cair yang berisi adsorben dalam keadaan diam, maka difusi adsorbat melauai permukaan adsorben akan lambat. Sehingga diperlukan pengadukan untuk mempercepat adsorpsi.

2) Luas Permukaan Adsorben

Luas permukaan adsorben semakin besar maka semakin besar pula adsorpsi yang dilakukan

3) Kemurnian Adsorben

Kemurnian adsorben dapat ditingkatkan melalui aktivasi. Adsorben buatan biasanya lebih sering digunakan daripada adsorben alam, karena kemurnian adsorben buatan lebih tinggi.

4) Ukuran Molekul Adsorbat

Ukuran molekul adsorbat menentukan batas kemampuannya melewati ukuran pori adsorben.

5) Temperatur

Kecepatan adsorpsi akan naik pada temperatur yang lebih rendah dan akan turun pada temperatur yang lebih tinggi.

6) pH Larutan

pengaruh pH pada proses adsorpsi merupakan fenomena kompleks, antara lain menyebabkan perubahan fisik permukaan adsorben, sifat molekul adsorbat dan perubahan komposisi larutan.

7) Konsentrasi Adsorbat

Adsorpsi akan meningkat dengan kenaikan konsentrasi adsorbat. Adsorpsi akan tetap jika terjadi keseimbangan antara konsentrasi adsorbat yang diserap dengan konsentrasi adsorben yang tersisa dalam larutan.

Syarat-syarat adsorben yang baik, antara lain: (Puspa, 2009)

- a. Mempunyai daya serap yang besar;
- b. Berupa zat padat yang mempunyai luas permukaan yang besar;

- c. Tidak boleh larut dalam zat yang akan diadsorpsi;
- d. Tidak boleh mengadakan reaksi kimia dengan campuran yang akan dimurnikan;
- e. Dapat diregenerasi kembali dengan mudah;
- f. Tidak beracun.

2.4.3 Penentuan Adsorpsi Isoterm

Perubahan konsentrasi adsorbat oleh proses adsorpsi sesuai dengan mekanisme adsorpsinya dapat dipelajari melalui penentuan isoterm adsorpsi yang sesuai. Isoterm Langmuir dan Isoterm BET adalah dua diantara isoterm-isoterm adsorpsi yang dipelajari:

1) Isoterm Langmuir

Meskipun terminologi adsorpsi pertama kali diperkenalkan oleh Kayser (1853-1940), penemu teori adsorpsi adalah Irving Langmuir (1881-1957). Nobel Laureate *in Chemistry* (1932). Isoterm adsorpsi Langmuir didasarkan atas beberapa asumsi, yaitu:

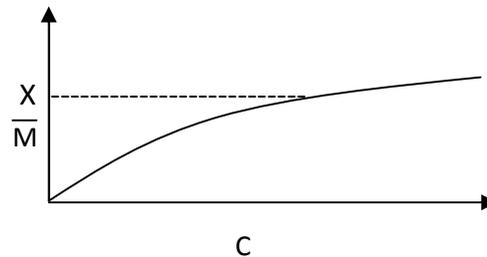
- a. Adsorpsi hanya terjadi pada lapisan tunggal (*monolayer*);
- b. Panas adsorpsi tidak tergantung pada penutupan permukaan, dan;
- c. Semua situs dan permukaannya.

Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya kesetimbangan antara molekul-molekul zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben dengan molekul-molekul zat yang tidak teradsorpsi. Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{c}{x/m} = \frac{1}{\left(\frac{x}{m}\right)_{\text{maks}} K} + \frac{1}{\left(\frac{x}{m}\right)_{\text{maks}}} C \quad \dots \dots \dots (1)$$

C merupakan konsentrasi adsorbat dalam larutan. x/m adalah konsentrasi adsorbat yang terserap per gram adsorben, k adalah konstanta yang berhubungan dengan

afinitas adsorpsi dan $(x/m)_{\text{mak}}$ adalah kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben. Kurva isoterm adsorpsi Langmuir dapat disajikan seperti pada Gambar.2



Gambar 7. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir

Bagi suatu sistem adsorpsi tertentu, hubungan antara banyaknya zat yang teradsorpsi persatuan luas atau persatuan berat adsorben dengan konsentrasi yang teradsorpsi pada temperatur tertentu dengan isoterm adsorpsi ini dinyatakan sebagai:

$$\frac{x}{n} = k \cdot C^n \quad \dots\dots\dots(2)$$

keterangan:

x = jumlah zat teradsorpsi (gram)

m = jumlah adsorben (gram)

C = konsentrasi zat terlarut dalam larutan, setelah tercapai kesetimbangan adsorpsi

K dan n = ketetapan, maka persamaan (1) menjadi:

$$\log \frac{x}{n} = \log k + n \log c \quad \dots\dots\dots(3)$$

Persamaan ini mengungkapkan bahwa bila suatu proses adsorpsi menurut isoterm Freundlich, maka larutan $\log x/n$ terhadap $\log C$ akan merupakan garis lurus. Dari garis dapat dievaluasi tetapan k dan n (Tim Dosen Kimia Fisika, 2012)

Selain itu kapasitas adsorpsi dapat duhitung dengan menggunakan rumus:

$$\frac{V(C_0 - C)}{m} \quad \dots\dots\dots(4)$$

Sedangkan efisiensi adsorpsi dapat dihitung dengan:

$$\frac{C_0 - C}{m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

Q = kapasitas adsorpsi (mg/g)

V = volume larutan (L)

C_0 = konsentrasi awal (mg/l)

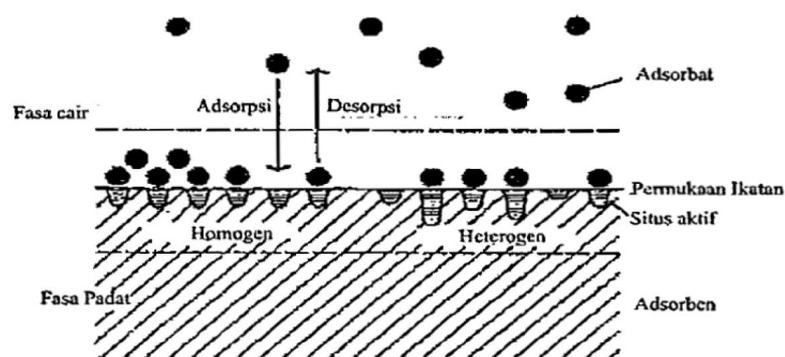
M = massa (g)

2.4.4 Mekanisme Adsorpsi

Proses penyerapan (*adsorption*) tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi (*adsorbent*) sifat atom atau molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain. Pada proses adsorpsi terbagi menjadi 4 tahap, yaitu:

- 1) Transfer molekul-molekul zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film yang mengelilingi adsorben;
- 2) Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film (*film diffusion process*);
- 3) Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui kapiler/pori dalam adsorben (*pore diffusion process*);
- 4) Adsorpsi zat terlarut yang teradsorpsi pada dinding pori atau permukaan adsorben (proses adsorpsi sebenarnya) (Reynolds, 1982).

Berikut ini proses terjadinya difusi pada proses adsorpsi:



Gambar 8. Mekanisme adsorpsi

2.5 Pengayakan

Pengayakan adalah sebuah cara pengelompokan butiran, yang akan dipisahkan menjadi satu atau beberapa kelompok. Dengan demikian, dapat dipisahkan antara

partikel lolos ayakan (butir halus) dan yang tertinggal diayakan (butir kasar). Ukuran butiran tertentu yang masih bisa melintasi ayakan, dinyatakan sebagai butiran batas (Voigt, 1994). Teknik pemisahan dengan menggunakan pengayakan, merupakan teknik yang tertua, teknik ini dapat dilakukan untuk campuran heterogen khususnya campuran dalam fasa padat. Proses pemisahan didasari atas perbedaan ukuran partikel didalam campuran tersebut. Sehingga ayakan memiliki ukuran pori atau lubang tertentu, ukuran pori dinyatakan dalam satuan *mesh* (Zulfikar, 2010), contoh ayakan dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 9. Saringan dengan ukuran pori dalam mesh

Pada pengayakan manual, bahan dipaksa melewati lubang ayakan, umumnya dengan bantuan bilah kayu atau bilah bahan sintetis atau dengan sikat. Beberapa farmakope memuat spesifikasi ayakan dengan lebar lubang tertentu. Sekelompok partikel dinyatakan memiliki tingkat kehalusan tertentu jika seluruh partikel dapat melintasi lebar lubang yang sesuai (artinya tanpa sisa diayakan). Dengan demikian ada batasan maksimal dari ukuran partikel (Voigt, 1994).

Pada pengayakan secara mekanik (pengayak getaran, guncangan atau kocokan) dilakukan dengan bantuan mesin, yang umumnya mempunyai satu set ayakan dengan ukuran lebar lubang standar yang berlainan. Bahan yang dipak, bergerak-gerak diatas ayakan, berdesakan melalui lubang kemudian terbagi menjadi fraksi-fraksi yang berbeda. Beberapa mesin pengayak bekerja dengan gerakan melingkar atau ellipsoid terhadap permukaan ayakan. Pada jenis ayakan yang statis, bahan

yang diayak dipaksa melalui lubang dengan menggunakan bantuan udara kencang atau juga air deras (Voigt, 1994).

Beberapa cara atau metode yang dapat digunakan dalam pengayakan tergantung dari material yang akan dianalisa, anantara lain:

1) Ayakan dengan gerak



Gambar 10. Ayakan dengan gerakan melempar

Cara pengayakan dalam metode ini, sampel terlempar ke atas secara vertikal dengan sedikit gerakan melingkar sehingga menyebabkan penyebaran pada sampel dan terjadi pemisahan secara menyeluruh, pada saat yang bersamaan sampel yang terlempar keatas akan berputar (rotasi) dan jatuh di atas permukaan ayakan, sampel dengan ukuran yang lebih kecil dari lubang ayakan akan melewati saringan dan yang ukuran lebih besar akan dilemparkan ke atas lagi dan begitu seterusnya. Sieve shaker modern digerakkan dengan electro magnetik yang bergerak dengan menggunakan sistem pegas yang mana getaran yang dihasilkan dialirkan ke ayakan dan dilengkapi dengan kontrol waktu (Zulfikar, 2010).2.

Ayakan dengan gerakan horizontal



Gambar 11. Ayakan dengan gerakan horizontal

Cara Pengayakan dalam metode ini, sampel bergerak secara horisontal (mendatar) pada bidang permukaan sieve (ayakan), metode ini baik digunakan untuk sampel yang berbentuk jarum, datar, panjang atau berbentuk serat. Metode ini cocok untuk melakukan analisa ukuran partikel agregat (Zulfikar, 2010).

Metode pengayakan digunakan untuk pengukuran partikel diameter 50 nm-500 nm. Metode ini menggunakan satu seri ayakan standar yang telah dikalibrasi oleh National Bureau of Standards. Menurut metode USP untuk menguji kehalusan serbuk, suatu massa sampel diletakkan pada ayakan yang sesuai dalam suatu alat penggojog mekanis (shaker). Serbuk digojog selama beberapa waktu tertentu dan bahan yang lolos dari satu ayakan, berikutnya dapat diayak pada ayakan yang lebih halus, kemudian dikumpulkan, dan ditimbang (Sudjaswadi, 2002).

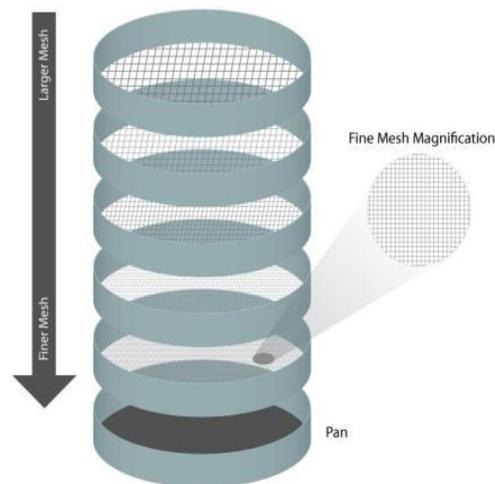
Metode pengayakan digunakan untuk mengetahui ukuran partikel berdasarkan nomor mesh. Metode ini merupakan metode langsung karena ukuran partikel dapat dilihat secara dua dan tiga dimensi. Metode ini menggunakan suatu seri ayakan standar yang dikalibrasi oleh The National Bureau of Standard. Ayakan umumnya digunakan untuk memilih partikel-partikel yang lebih kasar, tetapi jika digunakan dengan sangat hati-hati, ayakan-ayakan tersebut bisa digunakan untuk mengayak bahan sampai sehalus 44 mikrometer (ayakan no.325).

Jika diinginkan analisis yang lebih rinci, ayakan bisa disusun lima berturut-turut mulai dari yang kasar di atas, sampai dengan yang terhalus di bawah. Satu sampel serbuk yang ditimbang teliti ditempatkan pada ayakan paling atas, dan setelah ayakan tersebut digoyangkan untuk satu periode waktu tertentu, serbuk yang tertinggal di atas tiap saringan ditimbang. Kesalahan pengayakan akan timbul dari sejumlah variabel termasuk beban ayakan dan lama serta intensitas penggoyangan.

Metode dengan menggunakan satu seri ayakan yang telah dikalibrasi oleh Nasional Bureau of Standards, merupakan suatu metode yang paling sederhana, tetapi relatif lama dari penentuan ukuran partikel. Di sini penentunya adalah pengukuran geometrik partikel. Sampel diayak melalui sebuah susunan menurut meningginya lebarnya jala ayakan penguji yang disusun ke atas. Bahan yang akan diayak diletakkan pada ayakan teratas dengan lebar jala paling besar. Partikel

yang ukurannya lebih kecil dari lebar jala yang dijumpai, berjatuhan melewatinya. Menghasilkan bahan halus (bahan yang lolos dari ayakan). Partikel yang tinggal pada ayakan, membentuk bahan kasar.

Menurut metode U.S.P untuk menguji kehalusan serbuk suatu massa sampel tertentu ditaruh suatu ayakan yang cocok dan digoyangkan secara mekanik. Nomor mesh menyatakan banyaknya lubang dalam 1 inci. Ayakan dengan nomor mesh kecil memiliki lubang ayakan yang besar berarti ukuran partikel yang melewatinya juga berukuran besar. Sebaliknya ayakan dengan nomor mesh besar memiliki lubang ayakan kecil berarti ukuran partikel yang melewatinya kecil. Tujuan penyusunan ayakan adalah memisahkan partikel sesuai dengan ukuran partikel masing-masing sehingga bahan yang lolos ayakan pertama akan tersaring pada ayakan kedua dan seterusnya hingga partikel itu tidak dapat lagi melewati ayakan dengan nomor mesh tertentu.



Gambar 12. Susunan ayakan untuk memisahkan partikel sesuai dengan ukuran partikel masing-masing

Waktu pengayakan dilakukan selama lima menit karena waktu tersebut dianggap waktu optimum untuk mendapatkan keseragaman bobot pada tiap ayakan (nomor mesh). Bila waktu lebih dari lima menit dikhawatirkan partikel terlalu sering bertumbukan sehingga pecah dan lolos keayakan berikutnya, dengan begitu akan terjadi ketidakvalidan data. Jika kurang dari lima menit partikel belum terayak sempurna.

Setelah diayak perlu dilakukan penimbangan untuk setiap ayakan untuk mengetahui besar bobot yang hilang selama pengayakan, yang dapat disebabkan tertinggalnya dalam pengayakan, hilang saat pemindahan bahan dari ayakan ke timbangan maupun hilang saat pemindahan berlangsung. Pengayakan dilakukan sampai selisih dengan bobot sebelumnya tidak lebih dari 5% untuk meminimalisir kesalahan karena jika lebih dari 5% berarti tidak homogen. Secara statistik dihitung % bobot kumulatif bobot atas dan bobot bawah. Atas ukuran maksudnya untuk mengetahui bobot sampel yang ada pada pengayakan paling atas atau menghitung seluruh jumlah % partikel yang berada di atas ayakan, sedangkan bobot kumulatif bawah dihitung berdasarkan perhitungan 100 nomor mesh (Anonim, 2010).

Pengayakan merupakan bagian penting dari setiap proses produksi farmasi, terutama untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Pengayak dapat digunakan untuk menghilangkan kontaminasi untuk memastikan bahwa bahan-bahan dan produk jadi memiliki kualitas terjamin selama produksi dan sebelum penggunaan atau pengiriman. Namun, desain peralatan pengayak telah mengalami perubahan radikal dalam beberapa tahun terakhir untuk memenuhi tuntutan baru dari perusahaan manufaktur farmasi. Tuntutan tersebut, termasuk meningkatkan produktivitas, kualitas produk dan yang paling penting, kesehatan dan keselamatan operator (Anonim, 2005).

Dalam hal dasar, pengayak terdiri dari wadah yang berisi saringan kawat dengan ukuran tertentu. Mesin pengayak ini digerakkan oleh motor listrik sehingga partikel kecil dapat melewati lubang mesh dan setiap partikel atau kontaminasi yang terlalu besar tetap di atas. Hampir semua unit pengayak yang digunakan dalam industri farmasi cenderung melingkar dan sebuah desain praktek manufaktur yang berkualitas tinggi dan baik (GMP) dengan memastikan pemisahan yang akurat Kasa baja stainless dengan toleransi yang tinggi pada lubang juga ditentukan untuk memberikan kualitas produk yang sangat baik (Anonim, 2005).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengayakan antara lain:

- 1) Waktu atau lama pengayakan. Waktu atau lama pengayakan (waktu optimum), jika pengayakan terlalu lama akan menyebabkan hancurnya serbuk sehingga serbuk yang seharusnya tidak terayak akan menjadi terayak. Jika waktunya terlalu lama maka tidak terayak sempurna;
- 2) Massa sampel. Jika sampel terlalu banyak maka sampel sulit terayak. Jika sampel sedikit maka akan lebih mudah untuk turun dan terayak;
- 3) Intensitas getaran. Semakin tinggi intensitas getaran maka akan semakin banyak terjadi tumbukan antar partikel yang menyebabkan terkikisnya partikel. Dengan demikian partikel tidak terayak dengan ukuran tertentu;
- 4) Pengambilan sampel yang mewakili populasi. Sampel yang baik mewakili semua unsur yang ada dalam populasi, populasi yang dimaksud adalah keanekaragaman ukuran partikel, mulai yang sangat halus sampai ke yang paling kasar.

Keuntungan dari metode pengayakan antara lain.

- 1) Lebih cepat dan praktis;
- 2) Dapat diketahui ukuran partikel dari kecil sampai besar;
- 3) Dalam waktu relatif singkat dapat diperoleh hasil yang diinginkan;
- 4) Tidak bersifat subyektif;
- 5) Lebih mudah diamati;
- 6) Tidak membutuhkan ketelitian mata pengamat.

Kerugian dari metode pengayakan antara lain.

- 1) Tidak dapat mengetahui bentuk partikel secara pasti seperti pada metode mikroskopi;
- 2) Ukuran partikel tidak pasti karena ditentukan secara kelompok (berdasarkan keseragaman). Tidak dapat menentukan diameter partikel karena ukuran partikel diperoleh berdasarkan nomor mesh ayakan;
- 3) Adanya agregasi karena adanya getaran sehingga mempengaruhi validasi data;

- 4) Tidak dapat melihat bentuk partikel dan dapat menyebabkan erosi pada bahan-bahan granul.

Produk dari proses pengayakan/penyaringan ada 2 (dua), yaitu:

- Ukuran lebih besar daripada ukuran lubang-lubang ayakan (*oversize*).
- Ukuran yang lebih kecil daripada ukuran lubang-lubang ayakan (*undersize*).

Dalam proses industri, biasanya digunakan material yang berukuran tertentu dan seragam. Untuk memperoleh ukuran yang seragam, maka perlu dilakukan pengayakan. Pada proses pengayakan zat padat itu dijatuhkan atau dilemparkan ke permukaan pengayak. Partikel yang di bawah ukuran atau yang kecil (*undersize*), atau halus (*finer*), lulus melewati bukaan ayak, sedang yang di atas ukuran atau yang besar (*oversize*), atau buntut (*tails*) tidak lulus. Pengayakan lebih lazim dalam keadaan kering

Pengayakan secara mekanik (pengayakan getaran, guncangan, atau kocokan) dilakukan dengan bantuan mesin, yang umumnya mempunyai satu set ayakan dengan ukuran lebar lubang standar yang berlainan.

Suatu ayakan terdiri dari bingkai ayakan dan jaringan ayakan dalam hal ini dikenal dengan istilah mesh. Mesh adalah jumlah lubang per inchi kuadrat. Biasanya jaringan tersebut dilengkapi dengan peralatan lain sesuai dengan jenis ayakan, misalnya pada ayakan goyang bingkai ayakan dihubungkan dengan batang penggerak ke roda gerak.

Vibrating screener merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan padatan dengan cairan dengan menggunakan peralatan penyaringan berlapis serta adanya nilai mesh saringan yang berbeda-beda. Peralatan ini memanfaatkan getaran dan tambahan air yang memudahkan bahan yang hendak dipisahkan bisa lewat saringan. Getaran yang dihasilkan, selain untuk meratakan permukaan bahan yang akan disaring juga berfungsi untuk mengarahkan bahan yang tidak tersaring, dalam hal ini ampas, untuk masuk ke saluran keluar, sedangkan untuk larutan yang telah terpisah akan keluar melalui saluran yang berada di bawah saringan/filter. Ciri-ciri dari *Vibrating screener* diantaranya, yaitu:

- Memiliki kapasitas penyaringan yang tinggi
- Mudah dalam pemeliharaan dan desain yang tersusun rapi dan rapat
- Luas daerah getaran (fibrasi) dapat mudah berubah dari keseimbangan berat
- Tahan lama
- Dapat digunakan dalam ukuran dan kapasitas yang berbeda-beda



Gambar 13. *Vibrating Screener*

Vibrating screener adalah alat pemisahan mekanis dengan pola pengayakan dan penyaringan yang ukuran bahan disesuaikan dengan kain (*screen*) yang digunakan. kain (*screen*) berlaku sebagai saringan, saringan yang digunakan pada alat ini dapat dibuat tersusun bertingkat atau hanya terdiri atas satu saringan. Saringan yang digunakan memiliki nilai mesh yang menyatakan jumlah lubang per 1 mm^2 . Saringan yang digunakan pada alat *Vibrating screener* umumnya memiliki nilai mesh 100 sampai 200. Saringan bertingkat dengan nilai mesh sama akan memperbaiki kualitas dan keseragaman hasil, sedangkan saringan bertingkat dengan nilai mesh berbeda akan menghasilkan beberapa produk dengan keseragaman berbeda.

Bahan yang diayak bergerak-gerak diatas ayakan, berdesakan melalui lubang kemudian terbagi menjadi fraksi-fraksi yang berbeda. Hal ini dapat terjadi sebagai akibat dari perubahan posisi permukaan ayakan atau melalui pergeseran bahan yang diayak. Beberapa mesin pengayak bekerja dengan gerakan melingkar atau

elipsoid terhadap permukaan ayakan. Pada jenis ayakan statis, bahan yang diayak dipaksa melalui lubang dengan menggunakan bantuan udara kencang atau air deras.

Oleh karena itu penggunaan ayakan dari logam sering menyebabkan tidak tersatukan dengan bahan obat (asam salisilat, reaksi gugus hidroksil fenolik dengan ion Fe^{3+} , belerang, warna hitam akibat terbentuknya tembaga sulfida, asam askorbat, penguraian oksidatif), maka ayakan dari bahan sintetis menjadi semakin banyak digunakan.

3. Standar Ayakan

Teknik pengayakan yang dilakukan tentunya memiliki tujuan dalam pembuatan suatu sediaan farmasi. Untuk mendapatkan ukuran partikel yang diinginkan maka terdapat beberapa standar ayakan yang biasanya digunakan dalam pembuatan sediaan farmasi. Standar ayakan yang akan dibahas kali ini adalah Standar Amerika, Standar *Tyler* dan Standar menurut *United States Pharmacopeia* (USP)

Mengayak adalah metode yang paling umum digunakan untuk mengukur distribusi ukuran partikel karena murah, sederhana, dan cepat dengan variasi yang sedikit antara para operator. Meskipun limit bawah dari pemakaian biasanya diperkirakan sebesar 50 mikron, ayakan mikromesh dapat digunakan untuk memperpanjang batas bawah sampai 10 mikron.

Sebuah ayakan terdiri dari suatu panci dengan dasar kawat kasar dengan lubang – lubang segi empat. Di Amerika Serikat digunakan dua standar ayakan. Pada skala standar *Tyler*, perbandingan lebar lubang pada urutan ayakan adalah . Skala standar *Tyler* didasarkan pada ukuran lubang (0,0029) pada kasa yang mempunyai 200 lubang pada setiap 1 inci, yaitu 200-mesh. Skala Standar Amerika yang dianjurkan oleh Biro Standar Nasional umumnya menggunakan perbandingan, tetapi didasarkan pada lubang 1 mm (18-mesh). Kedua ayakan standar ini dapat dilihat pada Tabel 2-4 .

Tabel 8. Ayakan Standar Amerika dan Standar Tyler

Standar Amerika		Standar Tyler	
Mikron	Mesh	Mikron	Mesh
5660	3 1/2	5613	3 1/2
4760	4	4699	4
4000	5	3965	5
3360	6	3327	6
2830	7	2794	7
2380	8	2362	8
2000	10	1651	10
1680	12	1397	12
1410	14	1168	14
1190	16	991	16
1000	18	883	20
840	20	701	24
710	25	589	28
590	30	495	32
500	35	417	35
420	40	351	42
350	45	295	48
297	50	246	60
250	60	208	65
210	70	175	80
177	80	147	100
149	100	124	115
125	120	104	150
105	140	88	170
88	170	74	200
74	200		
62	230		
53	270		
44	325		
37	400		

Prosedurnya meliputi penggoyangan sampel secara mekanis. Melalui suatu seri urutan ke ayakan yang lebih halus, dan penimbangan bagian dari sampel yang tertinggal pada masing-masing ayakan. Tipe gerakan yang mempengaruhi pengayakan: gerakan vibrasi yang paling efisien diikuti berturut-turut dengan pengetukan dari samping, dari bawah, gerakan memutar dengan pengetukan, dan gerakan memutar. Waktu merupakan faktor penting pada pengayakan. Beban atau ketebalan serbuk per satuan luas dari ayakan mempengaruhi waktu

pengayakan. Untuk satu set ayakan tertentu kira – kira sebanding dengan beban ayakan. Oleh karena itu pada analisis ukuran dengan cara mengayak, tipe gerakan , waktu pengayakan , dan beban harus distandardisasi.

2.6 Pengerinan

Pengerinan adalah proses perpindahan massa air atau pelarut lainnya dari suatu zat padat atau semi padat dengan menggunakan penguapan. Dalam pengerinan konveksi, aliran gas (misal udara) dipanaskan lalu dipaparkan ke bahan yang akan dikeringkan sehingga gas tersebut membawa uap air. Pengerinan vakum memanaskan bahan secara konduksi atau radiasi sementara uap air dihisap keluar. Metode tidak langsung lainnya adalah pengerinan *drum*, oven dan *rotary*. Metode lain dalam ekstraksi cairan seperti menggunakan sentrifugasi tidak disebut sebagai proses pengerinan.

2.6.1 Mekanisme pengerinan

Beberapa bahan yang memiliki kadar air awal yang relatif tinggi, pengurangan kadar air awal secara linear dapat dihitung berdasarkan fungsinya berdasarkan waktu pada interval waktu tertentu, yang disebut dengan periode laju pengerinan konstan. Biasanya pada periode ini, kadar air permukaan di luar partikel sedang berpindah dari bahan. Laju pengerinan pada periode ini bergantung pada laju pindah panas dari bahan. Jika pengerinan dilanjutkan, kemiringan kurva akan berubah menjadi lebih landai (laju pengerinan berkurang) dan tidak menjadi linear, hingga akhirnya kurva menjadi datar. Kadar air produk lalu berada pada kondisi konstan yang disebut dengan kadar air kesetimbangan. Selama periode berkurangnya laju pengerinan, migrasi air dari bagian dalam ke permukaan bahan terjadi secara difusi molekular di mana bagian yang lebih basah (bagian dalam) memindahkan air ke bagian yang lebih kering (bagian permukaan). Bahan yang dikeringkan umumnya akan mengalami perubahan bentuk dan ukuran yang signifikan, kecuali pada proses pengerinan beku.

2.6.2 Metode pengerinan

Beberapa metode pengerinan yang umum:

- Penjemuran
- Pengeringan kontak (melalui dinding yang terpanaskan) pada pengeringan drum dan pengeringan vakum.
- Pengeringan dielektrik, di mana frekuensi radio atau gelombang mikro diserap oleh bahan.
- Pengeringan beku di mana cairan dibekukan sebelum dikeringkan secara sublimasi (es langsung menjadi uap).
- Pengeringan superkritis
- Aplikasi udara panas (pengeringan secara konveksi). Udara yang dipanaskan meningkatkan kelembaban relatif udara, sehingga mampu mengangkat uap air dari bahan yang terpanaskan oleh udara.

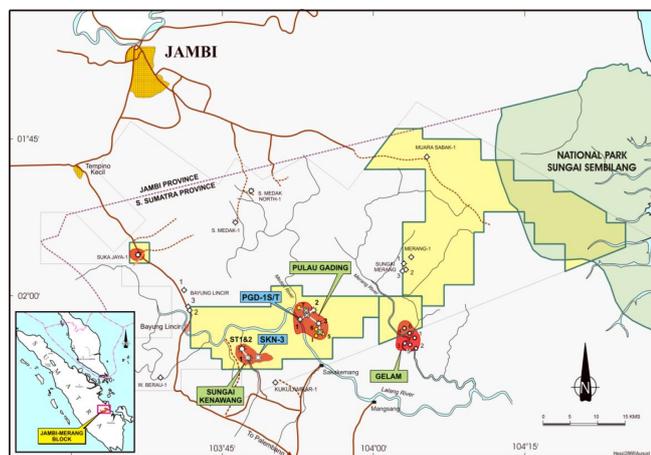
2.7 Joint Operating Body Pertamina Talisman Jambi Merang (JOB PTJM)

Joint Operating Body Pertamina Talisman Jambi Merang (JOB Jambi Merang) adalah Kontraktor Kontrak Kerjasama (KKKS) dari Satuan Kerja Khusus Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK Migas) yang bernaung di bawah Kementrian Energi Sumber Daya Mineral (Men ESDM). JOB Jambi Merang, beroperasi di wilayah Kec. Bayung Lencir, Kabupaten Musi Banyuasin, didirikan pada 10 Februari 1989, Berdasarkan kontrak Bagi Hasil Migas (*Production Sharing Contract*, dengan kepemilikan saham PT. Pertamina Hulu Energi dengan 50%, Talisman Ltd (25%) dan *Pacific Oil & Gas*, (25%) sebagai *silent partner*, dan luas wilayah saat ini 972,9KM².

Selama kurun waktu sekitar 18 tahun, JOB Jambi Merang terus melakukan pemboran untuk mencari cadangan minyak dan gas, baru pada 22 September 2006 rencana pengembangan lapangan (*Plan of Development/POD*) disetujui oleh pemerintah, dan JOB Jambi Merang dinyatakan siap untuk berproduksi. Sehingga, wilayah operasi perusahaan berkembang sampai ke Kabupaten Muaro Jambi dan Kabupaten Tanjung Jabung Timur.

JOB Jambi Merang akan mengalirkan hasil produksi berupa Gas, LPG (*Liquified Petroleum Gas*) dan Kondensat JOB Pertamina-Talisman Jambi Merang perlu membangun fasilitas produksi dan jalur pipa melintasi kabupaten

Muaro Jambi dan Tanjung Jabung Timur di Provinsi Jambi, serta melakukan pengeboran untuk mempertahankan produksi. Sampai tahun 2011 sumur yang telah di bor di lapangan Sungai Kenawang dan Pulaui Gading ada 9 (sembilan) sumur yang siap untuk diproduksi. JOB Jambi Merang memiliki 3 lapangan pada Blok Jambi Merang yakni Lapangan Gelam, Sungai Kenawang, dan Pulaui Gading. Lapangan Gelam yang merupakan unitisasi dengan Blok Corridor yang dioperasikan di *Conoco Phillip*. Lapangan Sungai Kenawang dan Pulaui Gading mulai memproduksi pada bulan Maret tahun 2011.



Gambar 14. Peta Wilayah Operasi JOB Pertamina Talisman Jambi Merang

Pengiriman Gas Perdana JOB Pertamina Talisman Jambi Merang dari Sumur Sungai Kenawang ke PT. Chevron Pacific Indonesia (CPI) melalui pipa TGI (Trans Gas Indonesia) telah berhasil dilaksanakan pada tanggal 1 April 2011. Pencapaian ini mengakhiri penantian panjang selama 16 tahun sejak Lapangan Jambi Merang pertama kali ditemukan pada tahun 1995. Selain penghasil gas, JOB Pertamina Talisman Jambi Merang juga memproduksi kondensat dan penjualan kondensat untuk pertama kalinya ke Kilang Minyak Pertamina RU-3 yang dialirkan melalui fasilitas PERTAMINA UBEP Jambi juga telah dilakukan lebih dahulu pada tanggal 9 Maret 2011.

Dengan telah mengalirnya kedua gas dan kondensat masing-masing ke CPI Duri dan Pertamina Plaju Refinery maka hal ini merupakan selesainya proyek

pertama pengembangan Pulau Gading dan Sungai Kenawang, sekaligus merupakan produksi perdana JOB Jambi Merang dari target produksi 120 BTUD (*British Thermal Unit Day*) yang direncanakan akan terlaksana pada bulan Oktober 2011. Dari jumlah produksi, rencananya sebagian besar gas tersebut akan disalurkan ke wilayah Jawa Barat dan akan berujung pada Perusahaan Listrik Negara (PLN), Chevron Indonesia dan beberapa Perusahaan Daerah di Sumatera.

2.7.1 Produk

2.7.1.1 Produk Utama

Produk utama yang dihasilkan di JOB Pertamina Talisman Jambi Merang adalah *sales gas*. Gas dari Pulau gading dan sungai kenawang dicampur untuk mendapatkan komposisi yang sama. Produk gas (*sales gas*) mengalir melalui *sales gas metering* untuk dilakukan pengukuran jumlah gas yang ditransfortasikan. Banyaknya gas yang dialirkan disesuaikan dengan permintaan *buyer*. Gas mengalir melalui jalur pemipaan milik Perusahaan Gas Negara (PGN) menuju duri *Steamflood* milik PT. Caltex Pacific Indonesia, Singapura, dan Batam.

2.7.1.2 Produk Samping

Produk samping yang dihasilkan di JOB Pertamina Talisman Jambi Merang adalah kondensat. Sumber utama kondensat adalah yang dihasilkan di unit separator pada *gas plant* Sungai Kenawang (SK) dan Pulau Gading (PG) yang kemudian dialirkan ke *Condensate Surge Vessel* (SK-15-V-04) untuk pemisahan kondensat lebih lanjut. Sebelum dikirim ke konsumen, kondensat mengalami proses stabilisasi di *Condensate Stabilizer* (SK-35-C-01) yang kemudian kondensat ditampung pada *Condensate Storage System* dengan menggunakan satu jalur pipa, kondensat dikirim ke Petrochina Jabung LTD.

2.8 Teknik Pengambilan Sampel

2.8.1 Random sampling

Syarat pertama yang harus dilakukan untuk mengambil sampel secara acak adalah memperoleh atau membuat kerangka sampel atau dikenal dengan nama “*sampling frame*”.

Jenis-jenis dari teknik pengambilan sampel secara random:

- 1) Simple random sampling (sampel acak sederhana)
- 2) Stratified random sampling (sampel acak distratifikasi)
- 3) Cluster sampling (sampel gugus)
- 4) Systematic sampling (sampel sistematis)
- 5) Area sampling (sampel wilayah)

2.8.2 Nonrandom sampling (sampel tidak acak)

Jenis metode ini tidak dipilih secara acak dan tidak semua unsur atau elemen populasi mempunyai kesempatan sama untuk dipilih menjadi sampel.

Jenis-jenis dari teknik pengambilan sampel secara nonrandom:

- a) Convenience sampling
- b) Purposive sampling
- c) Snowball sampling

2.8.3 Teknik pengambilan sampel air sungai/danau

Teknik pengambilan sampel air sungai / danau

- Pegang botol pada bagian agak kebawah (1/2 bagian dari botol).
- Celupkan kedalam air sungai sedalam kira-kira 20 cm dengan bibir sedikit menghadap keatas, tetapi apabila ada aliran dalam air sungai / danau mulut botol harus menghadap arah datangnya aliran air.
- Bungkus tutup botol baru dibuka dengan mukanya menghadap kebawah, lalu botol langsung ditutup