BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Air Baku

Penyediaan air bersih, selain kuantitasnya, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Untuk itu perusahaan air minum selalu memeriksa kualitas air bersih sebelum didistribusikan kepada pelanggan sebagai air minum. Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa. Air minum pun seharusnya tidak mengandung kuman *patogen* dan segala makhluk yang membahayakan kesehatan manusia. Tidak mengandung zat kimia yang dapat merubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara *estetis* dan dapat merugikan secara ekonomis. Air itu seharusnya tidak *korosif*, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya. Pada hakekatnya diadakan pengolahan air untuk mencegah hal-hal tersebut diatas serta terjadinya *water borne disease*.

Standar air bersih di setiap negara berbeda sesuai dengan keadaan sosial-ekonomi-budaya setempat. Namun dari manapun asal suatu standar air bersih karakteristiknya dibagi ke dalam beberapa bagian antara lain :

1. Karakteristik fisis
2. Karakteristik kimiawi
3. Karakteristik biologis

Dalam hal air bersih, sudah merupakan praktek umum bahwa dalam menetapkan kualitas dan karakteristik dikaitkan dengan suatu baku mutu air tertentu (standar kualitas air). Untuk memperoleh gambaran yang nyata tentang karakteristik air baku, seringkali diperlukan pengukuran sifat-sifat air atau biasa disebut parameter kualitas air, yang beraneka ragam. Formulasi-formulasi yang dikemukakan dalam angka-angka standar tentu saja memerlukan penilaian yang kritis dalam menetapkan sifat-sifat dari tiap parameter kualitas air. Parameter tersebut terbagi dalam :

1. Parameter fisis
2. Parameter kimiawi
3. Parameter biologi
4. Parameter radiologis

Untuk dapat memahami akibat yang dapat terjadi apabila air minum tidak memenuhi standar, berikut pembahasan karakteristik beserta parameter kualitas air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI, 416/MENKES/PER/IX/1990 :

1. Karakteristik Fisis

Sifat-sifat fisis air adalah relatif mudah untuk diukur dan beberapa diantaranya mungkin dengan cepat dapat dinilai oleh orang awam :

a. Bau
b. Rasa
c. Suhu
d. Warna
e. Jumlah zat padat terlarut
f. Kekeruhan

2. Karakteristik Kimiawi

Karakteristik kimia cendrung lebih khusus sifatnya dibandingkan dengan karakteristik fisis dan oleh karena itu lebih cepat dan tepat untuk menilai sifat-sifat air dari suatu sampel.

A. Kimia Anorganik

a. Air raksa
b. Aluminium
c. Arsen
d. Barium
e. Besi
f. Kesadahan
g. Khlorida
h. Mangan
i. pH
j. Perak
k. Nitrat, Nitrit
l. Seng
m. Sulfat
n. Tembaga
o. Timbal
p. Sianida

B. Kimia Organik

a. Aldrin dan dieldrin
b. Benzo (a) pyrene (B (a) P)
c. Chlordane
d. Chloroform
e. 2,4-D
f. Dichloro-diphenyl-trichloroetane
g. Detergen
h. Zat Organik

3. Karakteristik Mikrobiologi

Analisis Bakteriologi suatu sampel air bersih biasanya merupakan parameter kualitas yang paling sensitif. Kedalam parameter mikrobiologis ini hanya dicantumkan koliform tinja dan total koliform. Sebetulnya kedua macam parameter ini hanya berupa indikator bagi berbagai mikroba yang dapat berupa parasit *(protozoa, metazoa, tungau),* bakteri patogen dan virus.

- JPT Coli/100 cc air

  Jumlah perkiraan terdekat (JPT) bakteri *coliform*/100 cc air digunakan sebagai indikator kelompok mikrobiologis. Hal ini tentunya tidak terlalu tepat, tetapi sampai saat ini bakteri inilah yang paling ekonomis dapat digunakan untuk kepentingan tersebut.

  Untuk membuat air menjadi aman untuk diminum, tidak hanya tergantung pada pemeriksaan mikrobiologis, tetapi biasanya juga ditunjang oleh pemeriksaan residu khlor misalnya.

4. Parameter Radioaktivitas

Apapun bentuk radioaktivitas efeknya adalah sama, yakni menimbulkan kerusakan pada sel yang terpapar. Kerusakan dapat berupa kematian dan perubahan komposisi genetik. Perubahan genetik dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker dan mutasi.

Sinar alpha, beta dan gamma berbeda dalam kemampuan menembus jaringan tubuh. Sinar alpha sulit menembus kulit, jadi bila tertelan lewat

minuman maka yang terjadi adalah kerusakan sel-sel pencernaan, sedangkan beta dapat menembus kulit dan gamma dapat menembus sangat dalam. Kerusakan yang terjadi ditentukan oleh intensitas sinar serta frekuensi dan luasnya pemaparan.

2.2 Membran Keramik

Membran Keramik merupakan suatu proses penyaringan air (dalam penelitian ini adalah air sungai) dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses yaitu reaktor *membran keramik.* Dengan bantuan pompa, diberikan tekanan keatas sehingga diharapkan air dapat merembes melewati pori-pori dinding reaktor. Hal ini dipengaruhi oleh kombinasi campuran antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji yang dapat menurunkan konsentrasi limbah cair domestik.

Mekanisme Proses yang terjadi dalam proses penyaringan adalah kombinasi dari beberapa fenomena yang berbeda, yang paling penting adalah antara lain:

a. Proses penyaringan adalah proses pemurnian air dari partikel-partikel zat tersuspensi yang terlalu besar dengan jumlah pemisahan melalui celah-celah diantara butiran pasir (pori) yang berlangsung diantara permukaan pasir.
b. Proses sedimentasi adalah proses pengendapan yang terjadi tidak berbeda seperti pada bak pengendap biasa, tetapi pada bak pengendap

biasa endapan akan berbentuk hanya pada dasar bak, sedangkan pada filtrasi endapan dapat terbentuk pada seluruh permukaan butiran.

c. Proses *adsorpsi* atau penyerapan dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan, merupakan hasil daya tarik menarik antara partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan. Media pasir yang bersih mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian mampyu mengadsorpsi partikel-partikel positif

d. Aktivitas kimia, beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen maupun bikarbonat.

e. Aktivitas biologis yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam *filter*.

Adsorbsi secara umum adalah proses pengumpulan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisik antara substansi dengan zat penyerap. Karena keduanya sering muncul bersamaan dalam suatu proses maka ada yang menyebut sorbsi, baik *adsorbsi* sebagai *sorbsi* yang terjadi pada karbon aktif maupun padatan lainnya. Namun unit operasinya dikenal sebagai adsorbsi. Adapun adsorbsi dapat dikelompokan menjadi dua:

a. *Adsorbsi* fisik, yaitu terutama terjadi adanya gaya *van der walls* dan berlangsung bolak-balik. Ketika gaya tarik-menarik molekul antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari gaya tarik-menarik zat terlarut

dengan pelarut, maka zat terlarut akan teradsorbsi diatas permukaan *adsorben.*

b. Adsorbsi kimia yaitu reaksi kimia yang terjadi antara zat padat dengan adsorbat larut dan reaksi ini tidak berlangsung bolak-balik.

Mekanisme *Adsorbsi* dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan *zat adsorben* akibat kimia dan fisika *(Reynolds, 1982).*

Pada proses adsorbsi terhadap air limbah mempunyai empat tahapan antara lain:

1. Transfer molekul-molekul *adsorbad* menuju lapisan film yang mengelilingi *adsorben.*
2. *Difusi adsorbad* melalui lapisan film (*film diffusin process*).
3. *Difusi adsorbad* melalui kapiler atau pori-pori dalam *adsorben* (*pore diffusion*).
4. *Adsorbsi adsorbat* pada dinding *kapiler* atau permukaan *adsorben* (proses adsorbsi sebenarnya), *(Reynolds, 1982).*

Bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori-pori. Semakin halus atau kecil ukuran partikel *adsorben,* semakin luas permukaannya dan daya serap semakin besar. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap yaitu:

1. Mempunyai luas permukaan yang besar.
2. Berpori-pori
3. Aktif dan murni
4. Tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap.

Pemilihan adsorben pada proses *adsorbsi* sangat mempengaruhi *sorbsi.* Beberapa *adsorben* yang sering digunakan pada proses *adsorbsi* misalnya: *bentonit, tuff, pumice, zeolit, dan silika gel.* Pemilihan *adsorben* juga mempengaruhi kapasitas *adsorbsi.*

Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas *adsorbsi* yaitu:

1. Luas permukaan *adsorben.*

   Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak *adsorbat* yang dapat diserap, sehingga proses *adsorbsi* dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan *adsorben.*

2. Ukuran partikel

   Makin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan *adsorbsinya.* Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0.1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh *(Tchobanoglous, 1991).*

3. Waktu kontak

   Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses *adsorbsi.* Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses *difusi* dan penempelan molekul *adsorbat* berlangsung lebih baik.

Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontaknya cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit. *(Reynolds, 1982).*

4. Distribusi ukuran pori

   Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran molekul *adsorbat* yang masuk kedalam partikel *adsorben.*

2.2.1 Keramik

Keramik berasal dari bahasa Yunani "Keramos" yang berarti periuk atau belanga yang dibuat dari tanah *(Asuti.1997).* Yang dimaksud dengan keramik adalah segala macam benda yang dibuat dari tanah liat, setelah kering kemudian dibakar hingga pijar sampai suhu tertentu, setelah itu didinginkan sehingga menjadi keras. Menurut golongannya, keramik dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu :

1. Keramik bakaran rendah (gerabah lunak)

   Keramik bakaran rendah adalah semua bahan keramik yang dibakar dan dapat mencapai suhu pembakaran antara 900° C sampai 1050° C, misalnya keramik Plered Purwakarta, Kasongan, Keramik Pejaten, Bali dan lain-lain. Keramik bakaran rendah pada umumnya berpori (*porous*), sehingga air didalamnya dapat merembes keluar melalui pori-pori dindingnya. Sering kita jumpai sebuah kendi terbuat dari tanah liat merah setelah diisi air tampak basah bagian dinding luarnya.

2. Keramik bakaran tinggi (gerabah keras)

Keramik bakaran tinggi adalah semua barang keramik yang dibakar hingga mencapai suhu pembakaran antara 1250° C dan 1350° C atau lebih. Yang termasuk dalam kelompok gerabah keras diantaranya adalah *stoneware* (lempung batu) dan porselen. Pada umumnya barang-barang keramik hasil dari bakaran tinggi sangat baik untuk tempat menyimpan air, jelasnya air tidak akan merembes keluar dari dinding keramik yang diisi air itu, karena tidak berpori-pori. Bila dipukul-pukul suaranya berdencing nyaring serta tidak akan mudah pecah bila saling bersentuhan dengan benda lainnya. Benda-benda porselen dapat dibuat setipis mungkin, seperti misalnya cangkir porselen yang biasa kita pakai untuk minum tipis sekali sehingga dapat ditembus cahaya lampu.

2.2.2 Bahan Baku Keramik

Bahan baku dari keramik (gerabah) pada penelitian ini adalah : bahan alami yaitu bahan-bahan asli yang berasal dari alam dan belum mengalami proses pengolahan oleh manusia, yaitu mineral lempung seperti *kaolinit* ($AL_2(Si_2O_3)(OH)_4$ dan *bentonit* (Al, Na, Ca, Mg)$(Si_2O_5)(OH)_2$; SiO_2 mengandung mineral seperti pasir *silica*, dan serbuk gergaji.

1. Susunan Tanah Lempung

a. Susunan Tanah Lempung

Mineral lempung adalah mineral yang mempunyai *komposisi silikat terhidrat aluminium dan magnesium* dan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

1) Berukuran lebih kecil dari 0,002 m
2) Struktur terutama berbentuk lapisan dan sebagian kecil berbentuk rantai.
3) Berdosiasi permukaan.

Beberapa lempung terdiri dari sebuah mineral tunggal, tetapi ada juga yang tersusun dari campuran beberapa mineral lempung. Beberapa bahan lempung mengandung variasi dari sejumlah mineral non lempung seperti *kuarsa, kalsit, pirit dan feldspar* yang merupakan contoh-contoh penting. Selain itu juga, mengandung bahan-bahan organik dalam air *(Grim, 1953)*

Mineral lempung merupakan senyawa *aluminium silikat* yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu *tetrahedral dan aluminium oktahedral.* Setiap unit *tetrahedral* (berisi empat) terdiri dari empat atom oksigen mengelilingi satu *atom silicon.* Kombinasi dari unit-unit *silica tetrahedral* membentuk lembaran silica *(silica sheet).*

b. Klasifikasi Mineral Lempung

Berdasarkan struktur mineral lempung dapat diklasifikasikan sebagai berikut *(Grim, 1953)* :

1) Amorf

Kelompok alofan

2) Kristalin

a. Tipe dua lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh satu lapisan *silica tetrahedral* dan satu lapisan *aluminium oktahedral*).

i. *Ekuidimensional*

Kelompok *kaolinite : kaolinite, nactrite, dictrite*

ii. Memanjang

Kelompok *halloysite*

b. Tipe tiga lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh dua lapisan *silica tentrahedron* dan satu pusat lapisan *dioktahedral atau triohedral*).

i. Kisi yang mengembang

- *Ekuidimensional*

  Kelompok *montmorillonite : montmoriloni, saukonit, vermikulit*

- Memanjang

  Kelompok montmoriloni : nontronit, saonit, hektrorit

ii. Kisi yang tidak mengembang

Kelompok *illite*

c. Tipe lapisan campuran yang teratur (susunan yang teratur pada lapisan yang bergantian dari tipe yang berbeda).

d. Tipe struktur rantai (rantai yang mirip *hornblende* pada *silica tetrahedron* yang mengandung atom Al dan Mg)

Kelompok *miselaneous : Atapulgit, sepiolite, poligorskit.*

c. Sifat Fisik Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat sebagai berikut *(Grim, 1953)* :

1. *Flokulasi dan Deflokulasi*

   Flokulasi dan deflokulasi melukiskan keadaan *agregasi* dari butir-butir lempung bila bercampur dengan air, lempung-lempung kering atau mineral lempung dengan cepat akan menyerap air, dan air yang terserap itu akan mengendap dengan pemanasan 100 -200° C. *Flokulas*i adalah proses penggumpalan butir-butir lempung menjadi gumpalan yang lebih besar, sedangkan *deflokulasi* merupakan kebalikannya yaitu proses dispersi gumpalan-gumpalan menjadi bagian-bagian yang kecil

2. *Plastisitas*

   Plastisitas adalah sifat yang memungkinkan lempung dapat diberi bentuk tanpa rekahan-rekahan dan bentuk tersebut akan tetap setelah gaya pembentuknya dihilangkan.

3. *Thixoptropy*

   Thixoptropy atau daya bersuspensi adalah suatu sifat mineral lempung atau material lempung yang bila bercampur dengan suatu cairan akan membentuk suspensi. Sifat ini berkaitan dengan *keplastisan.*

4. Tekstur mineral lempung meliputi ukuran dan bentuk partikel lempung yang mempengaruhi *keplastisan,* kekuatan, mekanis, kemudahan pada pengeringan dan karakter produk setelah dibakar.

5. Warna lempung

   Warna lempung ditentukan oleh kandungan senyawa-senyawa besi atau bahan-bahan karbon, kadang-kadang juga mineral mangan dan titan dalam jumlah yang cukup bisa mempengaruhi warna pada lempung.

6. Kekuatan panas pada mineral lempung

   Mineral lempung akan kehilangan air pori-pori bila dilakukan pemanasan diatas suhu 150°C, sedangkan pemanasan pada suhu 400-900° C air akan meloncat ke atas dari kisi-kisi sebagai kelompok OH dan struktur kristal akan terhancurkan sebagian atau terubah.

d. Sifat Kimiawi Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat kimiawi sebagai berikut :

1. Pertukaran ion

   Salah satu sifat yang penting dari mineral lempung adalah pertukaran elektrik pada partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran atau menetralisir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion ion lain pada larutan yang encer *(Olphen, 1963).*

2. Interaksi dengan air

   a. Sifat hidrasi pada kandungan air yang relatif rendah

      Sifat mineral lempung dalam air adalah kompleks dan penting sekali. Sifat ini mempertimbangkan penyerapan air oleh mineral lempung dari suatu keadaan yang relatif kering, yaitu interaksi terjadi ketika molekul air melekat pada permukaan partikel atau berhubungan dengan kation yang dapat berpindah. Penyerapan air oleh mineral lempung dapat terjadi baik oleh hidrasi permukaan kristal ataupun pertukaran kation *(Olphen, 1963).*

   b. Kandungan air yang tinggi (sifat lempung koloid)

      Pengembangan *osmosis* pada ruang antar lapisan relatif besar diperlihatkan oleh bentuk pertukaran Na^+ dan Li^+ pada

montmorilonit yang dapat dijelaskan dari teori lapisan ganda elektris. Dasarnya adalah lapisan lempung berharga negatif menyebabkan penarikan kation dan penolakan anion *(Olphen, 1963).*

c. Interaksi dengan bahan organik

Beberapa molekul organik yang terdapat di air, dapat dengan mudah diserap oleh mineral lempung. Pada beberapa kejadian terutama untuk molekul organik tak terkutub, kekuatan interaksinya relatif lemah hanya dengan penyerapan secara fisik. Ikatan antara mineral lempung dan bahan organik terjadi melalui :

i. Ikatan hidrogen
ii. Kekuatan ion dwi kutub
iii. Pertukaran kation
iv. Pertukaran anion

Pada lempung-lempung yang kering, muatan negatif di permukaan dinetralkan oleh adanya *exhangable cation* (ion-ion posif yang mudah diganti) lempung tersebut dan terikat pada partikel oleh gaya tarik menarik *elektristik.* Bila air kemudian ditambahkan pada lempung tersebut, kation-kation dan sejumlah kecil anion-anion (ion-ion bermutan negatif) akan

"berenang" diantara partikel-partikel itu. Keadaan seperti ini disebut sebagai lapisan ganda terdifusi (*diffuse double Layer*).

e. Permeabilitas Tanah (Lempung)

Permeabilitas didefinisikan sebagai bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang cair atau minyak mengalir lewat rongga pori. Pori-pori tanah saling berhubungan antara yang satu dengan yang lainnya, sehingga air dapat mengalir dari titik dengan energi tinggi ke titik energi yang lebih rendah. *(Christady, 2002).*

Untuk tanah lempung yang dibuat gerabah mengalami perlakuan seperti pemadatan, pengeringan, pembakaran. Gerabah yang masih mentah pori-porinya lebih kecil, karena pori lempung berisi air dan udara, setelah mengalami pembakaran air dan udara menguap sehingga pori melebar

f. Porositas Tanah Lempung

Porositas merupakan sejumlah ruang pori-pori yang berisi air dan udara. Ruang pori-pori ini menjadi penting karena di dalamnya air dan udara bebas bergerak. Banyaknya air yang bergerak melalui tanah lempung berkaitan erat dengan jumlah dan ukuran pori-pori tanah *(tan, 1986)*

Banyaknya ruang kosong di dalam tanah tergantung pada butir-butir, semakin besar butir-butir semakin besar pula ruang pori demikan juga sebaliknya *(Kartasapoetra, 1991)*. Menurut *Sarwo Hardjowigeno* udara dan air mengisi pori-pori tanah. Banyaknya pori-pori ± 50% dari volume tanah, sedangkan jumlah air dan udara berubah-ubah.

2. Pasir Kuarsa

Dalam penelitian ini pasir kuarsa digunakan sebagai komposisi campuran dalam pembuatan reaktor membran keramik. Pasir kuarsa mempunyai beberapa sifat cukup spesifik, sehingga untuk pemanfaatannya yang maksimal diperlukan pengetahuan yang cukup mengenai sifat-sifatnya. Sifat-sifat tersebut antara lain :

a. Bentuk butiran pasir. Bentuk butiran pasir dapat dibagi 4 (empat) macam yaitu : membulat (*rounded*), menyudut tanggung (*sub-angular*), menyudut (*angular*), dan gabungan (*compound*). Pasir yang berbentuk bundar memberikan kelolosan yang lebih tinggi daripada bentuk yang menyudut.

b. Ukuran butiran pasir. Butiran pasir yang berukuran besar/kasar memberikan kelolosan yang lebih besar sedangkan yang berbutir halus memberikan kelolosan yang lebih rendah. Pasir yang berbutir halus mempunyai luas permukaan yang lebih luas.

c. Sebaran ukuran butiran pasir, dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu :

1. Sebaran ukuran butir sempit. yaitu susunan ukuran butir hanya terdiri dari kurang lebih 2 (dua) macam saja
2. Sebaran ukuran butir sangat sempit, yaitu 90 % ukuran butir pasir terdiri dari satu macam saja.
3. Sebaran butir pasir lebar, yaitu susunan ukuran butir terdiri dari kurang lebih 3 (tiga) macam.
4. Sebaran ukuran butir pasir sangat lebar, yaitu susunan ukuran butiran pasir terdiri dari lebih dari tiga (tiga) macam.

d. Susunan kimia, beberapa senyawa kimia yang perlu diperhatikan dalam pasir kuarsa adalah SiO_2, Na_2O, CaO, Fe_2O_3. Kandungan SiO_2 dipilih setinggi mungkin dan kandungan senyawa yang lain serendah mungkin. Makin tinggi kandungan SiO2 makin tinggi daya penyerapannya. Secara umum pasir kuarsa Indonesia mempunyai komposisi :

a. SiO_2 : 35.50 - 99.85 %
b. Fe_2O_3 : 0.01 – 9.14 %
c. $Al2O_3$: 0.01 – 18.00 %
d. CaO : 0.01 – 0.29 %

3. Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji digunakan sebagai campuran dalam pembuatan reaktor *membran keramik*. Serbuk gergaji merupakan limbah yang selalu ada pada

tiap industri pengolahan kayu. Pada industri penggergajian, serbuk gergaji yang dihasilkan berkisar 11-15%, sedang pada industri kayu lapis dan molding biasanya lebih kecil. Besarnya persentase limbah serbuk gergaji yang dihasilkan pada proses pengolahan kayu seperti penggergajian, tergantung dari beberapa faktor seperti jenis kayu, tipe gergaji, tebal bilah gergaji (*kerf*), diameter log, kualitas yang ingin dihasilkan dan lain-lain.

Serbuk gergaji umumnya banyak dimanfaatkan untuk bahan baku tungku pemanas atau bila diperkirakan akan menguntungkan, dimanfaatkan sebagai bahan baku pada pembuatan papan partikel. Juga dapat ada yang dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan di persemaian. Selain itu, serbuk gergaji dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket arang *(Supraptono, 1995)*.

Sumber dan besarnya limbah serbuk gergaji di Kalimantan Timur dapat dilihat pada table 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Macam dan perkiraan jumlah limbah serbuk gergaji di Kalimantan Timur

No	Kegiatan Sumber Limbah	Volume Pertahun m^2
1	Pemotongan	37,625
2	Pemotongan Kayu Lapis	1254,000
3	Penghalusan/ Amplas	1756,000
4	Sawmil	79,136
Jumlah		**3126,761**

Sumber : Laporan Penelitian, Studi Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji untuk Bahan Baku briket Arang oleh Bandi Supraptono dkk, Lemlit Unmul 1995.

Jenis kayu yang diolah di Kalimantan Timur beserta kandungan kimianya dapat dilihat dalam tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 Jenis kayu dan Kandungan Kimianya yang banyak diolah di Kalimantan Timur.

Kandungan Kimia	Jenis Kayu		
	Kapur	Meranti	Bangkirai
Sellulosa (%)	60,0	50,76	52,9
Lignin (%)	26,9	30,60	24,0
Pentosa (%)	11,7	17,76	21,7
Abu (%)	0,8	0,68	1,0
Silika (%)	0,6	0,29	0,4

Sumber : Laporan Penelitian, Studi Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji untuk Bahan Baku briket Arang oleh Bandi Supraptono dkk, Lemlit Unmul 1995.

2.2.3 Pembuatan Keramik

Pembuatan keramik dimulai dari proses pengolahan tanah, pembentukan badan keramik, pengeringan, penyusunan dalam tungku pembakaran.

1. Pengolahan bahan baku.

   Bahan pembuat keramik harus diolah terlebih dahulu sebelum bahan siap dibentuk karena hampir semua bahan alami murni mengandung banyak *grit*. Pemisahan dapat dilakukan secara manual atau secara mekanis. Bahan-bahan keramik alam dihancurkan, disaring dan diambil ukuran butir bahan yang dikehendaki. Penyaringan dapat dilakukan dengan cara basah atau kering.

2. Pembentukan badan keramik

Pembentukan badan keramik ada beberapa cara antara lain *die pressing, rubbermuld pressing, extrusion molding, slip testing* dan *injection molding (Ichinose, 1997). Die Pressing* (tekan mati) digunakan pada bahan pembuat tepung dengan kadar cairan 10-20% dan cukup menjadi padat dengan tekanan. Produknya antara lain jubin lantai dan jubin dinding. *Rubber mold pressing* digunakan pada bubuk padat seragam. Disebut *rubber mold pressing* karena penggunaan cetakan yang seperti sarung dari batu penggosok. Bahan diletakkan dalam cetakan dan ditekan dengan menggunakan tekanan *hidrostatik* dalam ruang.

Ektrusion molding merupakan pembentukan bahan dengan menggunakan menggeser campuran bahan plastis kaku pada lubang mati, contoh produknya adalah pipa selokan dan ubin lekuk. *Slip casting* dipakai jika larutan bahan cukup encer dan dimanfaatkan untuk membuat barang-barang yang cukup banyak. *Injection molding* merupakan teknik pembuatan badan keramik dengan cara menekan bahan keramik pada cetakan.

3. Pengeringan

Pengeringan disini dimaksudkan untuk menghilangkan apa yang disebut dengan plastisnya saja, sedang air yang terikat dalam molekul tanah liat (air kimia) hanya bisa dihilangkan melalui pembakaran. Tujuan dari pembakaran adalah untuk memberikan kekuatan kepada barang-barang

mentah sehingga dapat disusun dalam tungku dan menghilangkan air yang berlebihan, yang menimbulkan kesukaran-kesukaran dalam proses pembakaran. Kerusakan yang dapat terjadi antara lain perubahan bentuk dan retak-retak.

Beberapa cara pengeringan yang dapat dilakukan antara lain diangin-anginkan, dipanaskan dalam alat khusus dan membungkus benda dengan kain yang agak basah *(Astuti, 1997)*. Pada pembuatan keramik dengan teknologi maju, proses pengeringan ini dilakukan langsung dengan proses pembakaran.

4. Pembakaran

Proses pembakaran bahan keramik sering juga disebut *Sinering processes.* Suhu yang dipakai dalam pembakaran sangat tergantung dari metode, bahan yang akan dibakar dan benda hasil bakar. Sebagai contoh pada metode standar *Pressure sintering* dengan materi dasar Si_3N_4 memerlukan suhu 1700°C-1800°C pada gas Nitrogen (N_2). *Hot pressing* dengan bahan dasar Si_3N_4 memerlukan suhu 1700°C-1800°C dengan tekanan 200-500 Kg/cm^2. *Reaction sintering* dengan bahan dasar SiO_2 dibakar pada suhu 1350 °C -1600°C. *Chemical vapor deposition* (CVD) dengan bahan dasar SiH_4 dan NH_3 dipanaskan pada suhu 800°C-1400°C. selain itu masih ada metode-metode lain seprti *Hot Isolatic Press* (HIP), *atmospheric pressure sintering, Ultra high pressure sintering, Post reaction sintering* dan *recrystallization sintering (Ichinose, 1987).*

Dalam proses pembakaran, jenis air yang harus dihilangkan adalah air suspensi, air antar partikel, air pori antar partikel setelah pengerutan, air terserap (*adsorbsi*) pda partikel dan air kisi dalam struktur kristalnya *(Hartono, 1992)*.

Tahap dalam pembakaran dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Tahap penghilangan uap

   Suhu bakar tahap ini berlangsung dari awal sampai sekitar suhu 500°C. Tujuannya adalah untuk menghilangkan molekul-molekul air pada bahan, membakar unsur karbon dan unsur organis bahan. Pembakaran harus dilakukan perlahan-lahan sampai semua molekul air hilang, jangan sampai ada molekul air yang terjebak dalam bahan karena akan terjadi letupan yang merusak bahan. Pada suhu 300°C-400°C zat-zat organis dan unsur karbon akan terbakar habis.

2) Tahap penggelasan

   Setelah air dalam bahan habis, suhu dapat ditingkatkan sedikit demi sedikit. Pembakaran suhu yang paling menentukan adalah pada suhu 573°C. pada suhu ini tungku pembakaran mulai menjadi merah panas dan terjadi penggantian fisik silika. Pada proses pendinginan suhu 573°C juga merupakan titik kritis, sehingga sering disebut sebagai *inverse kwarsa*. Setelah suhu mencapai 600°C tingkat bakar dapat dipercepat sampai terbentuk *sinter* (kilau) dari bahan yaitu terjadi pada suhu 900°C-1200°C.

3) Tahap pendinginan

Pendinginan dilakukan perlahan-lahan, setelah suhu bakar yang dikehendaki tercapai. Jika suhu pembakaran dihentikan maka suhu tungku akan turun sedikit demi sedikit, sampai pada suhu kamar. Penurunan suhu yang demikian bertujuan untuk menghindari terjadinya keretakan pada keramik dan menjaga kondisi tungku bakar *(Astuti, 1997)*. Untuk tungku bakar yang bagus disediakan fasilitas pendingin dengan mengalirkan udara.

Proses perubahan bentonit alam dalam pembakaran :

$$Al_2Si_2O_5(OH)_4 \xrightarrow{450 - 600^0C} \underset{\substack{(Al_2O_3\ 2SiO_2) \\ \textit{Meta Kaolin}}}{Al_2Si_2O_7 + 2H_2O}$$

$$2(Al_2O_3\ 2SiO_2) \xrightarrow{925^0C} \underset{\textit{Silicon Spinel/Trydimite}}{2Al_2O_3\ 3SiO_2 + SiO_2}$$

$$2Al_2O_3\ 3SiO_2 \xrightarrow{1100^0C} \underset{\textit{Pseudo Mullite}}{2(Al_2O_3SiO_2) + SiO_2}$$

$$3(Al_2O_3\ 3SiO_2) \xrightarrow{1400^0C} \underset{\textit{Mullite}}{3Al_2O_3\ 2SiO_2} + \underset{\textit{Crystobalite}}{SiO_2}$$

Gambar 2.1 Proses Perubahan Bentonit Alam Dalam Pembakaran

(Meda Sagala, 2000).

Perubahan komposisi kaolin dalam pembakaran adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran

Temperatur	Peristiwa yang Terjadi
30 -150°C	- Penguapan air mekanis dan air terserap
500 – 600°C	- Penguapan air mineral/ air kimia/ air kristal dari mineral lempung *kaolinit* $Al_2O_3\ 2SiO_2\ 2H_2O \rightarrow Al2O_3\ 2SiO_2 + 2H_2O$
850 – 1050°C	- Terjadi reaksi eksoternal ketika terjadi reaksi peruraian keseimbangan *(disosias)* membentuk *Mullite dan Trydimite* $3Al_2O_32SiO_2 \rightarrow 3AlO_32SiO_2$ (amorph) + $4SiO_2$ *(trydimate)*
1350°C	- Kristalisasi awal dari mineral *Mullite* ($3Al_2O_32SiO_2$)
1470°C	- *Tyrdimite* berubah menjadi *Crystobalite* stabil (SiO_2)
1470 + 1790°C	- Keseimbangan *Mullite-Crystobalit*
+ 2000°C	- Melebur

2.3 Parameter Yang Akan Diteliti

Pada penelitian ini parameter yang akan diteliti adalah *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Total Dissolved Solid* (TDS).

2.3.1 TSS *(Total Suspended Solid)*

TSS *(Total Suspended Solid)* adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukurannya maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme,

dan sebagainya. *(Sugiharto, 1987)* Misalnya, air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi yang dapat bertahan sampai berbulan-bulan, kecuali jika keseimbangannya terganggu oleh zat-zat lain, sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan.

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat organik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya.

Jumlah padatan tersuspensi dalam air dapat diukur dengan *Turbidimeter.* Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta *fotosintesis.*

Total Suspended Solid merupakan bagian dari total solid yang tertahan pada filter berukuran antara 0,45-0,2 μm yang kemudian akan dipanaskan pada temperatur 103-105°C. Prosedur pemeriksaan TSS *(total suspended solid)* akan mengacu pada *standar methods for the examination of water and waste water*, edisi ke 20 bagian 2540 D.

Materi yang tersuspensi adalah materi yang mempunyai ukuran lebih besar daripada molekul/ion yang terlarut. Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organis, dan zat

padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, *kwarts.* Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel. Perbedaan antara kedua kelompok zat yang ada dalam air alam cukup jelas dalam praktek manum kadang-kadang batasan itu tidak dapat dipastikan secara definitif. Dalam kenyataan sesuatu molekul organis polimer tetap bersifat zat yang terlarut, walaupun panjangnya lebih dari 10 μm, sedangkan beberapa jenis zat padat koloid mempunyai sifat dapat bereaksi seperti sifat zat-zat yang terlarut.

2.3.2 TDS *(Total Dissolved Solid)*

Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam, dan molekul organis, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, *kwarts.* Perbedaan utama antara kedua zat tersebut adalah ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel tersebut.

Analisa zat padat dalam air, sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta pengawasan proses-proses pengolahan data dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan.

Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan pertikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi).

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air *(efek tyndall)* yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan *(presipitasi)* yang merupakan keadaan kejenuhan dari sesuatu senyawa kimia.

Partikel-partikel tersuspensi biasa mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat dikatakan keruh karena sebenarnya air diantara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul (zat yang terlarut), zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat inorganik (tanah liat, *kwarts*) dan organis (protein, sisa makanan dan ganggang, bakteri).

Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan dalam suhu tertentu.

Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat *organis* dan *ionorganis* seperti pada keterangan dibawah ini :

Zat padat total, terbagi menjadi dua :

- Zat padat terlarut

- Zat padat tersuspensi, terbagi menjadi dua :

  1. Zat padat tersuspensi organis
  2. Zat padat tersuspensi inorganis

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklarifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat pada terapung yang selalu bersifat organis dan zat padat terendap yang dapat bersifat *organis* dan *inorganis.*

Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. Penentuan zat padat terendap ini dapat melalui volumenya, disebut analisa volume lumpur *(sludge volume)* dan dapat melalui beratnya disebut analisa lumpur kasar atau umumnya disebut zat padat terendap *(setteable solids).*

Dimensi dari zat-zat padat diatas adalah dalam mg/L atau g/L, namun sering pula ditemui : " % berat " yaitu kg zat padat / kg larutan, atau " % volume " yaitu dm^3 zat padat/liter larutan.

Total Dissolved Solid merupakan bagian dari total solid yang lolos melaui saringan membran yang memiliki pori 2,0 μm atau lebih kecil dipanaskan 180°C selama tidak kurang satu jam. TDS *(Total Dissolved Solid)* akan mengacu pada *standart methods examination of water and waste water,* edisi 20 bagian 2450 C.