

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

2.1.1 Pengertian Air limbah

Air limbah tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, hal ini disebabkan karena dalam kehidupan sehari-hari manusia selalu menggunakan air untuk berbagai kegiatan guna memenuhi kebutuhan hidupnya.

Adapun batasan pengertian air limbah menurut Salvato (1972), adalah “Kotoran dari masyarakat dari masyarakat dan rumahtangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum.” (Sugiarto.2005)

2.1.2 Sumber Air Limbah

Sumber air buangan dapat dibedakan menjadi:

1. Air buangan domestik

Limbah domestik adalah semua limbah yang berasal dari kamar mandi, WC, dapur, tempat cuci pakaian, apotik, rumah sakit, dan sebagainya. Yang secara kuantitatif limbah tadi terdiri atas zat organik,

baik padat ataupun cair, bahan berbahaya dan beracun (B3), garam terlarut, lemak dan bakteri.

Limbah domestik adalah limbah yang terutama berasal dari daerah tempat tinggal (pemukiman), daerah komersial (perdagangan), daerah perkantoran dan fasilitas - fasilitas umum (Veenstra, 1995).

Air limbah domestik adalah sumber utama pencemar badan air di daerah perkotaan. Masuknya air limbah domestik ke lingkungan tanpa diolah akan mengakibatkan menurunnya kualitas air di badan air penerima seperti sungai, yang pada akhirnya menyebabkan beberapa masalah yaitu kerusakan keseimbangan ekologi di aliran sungai, masalah kesehatan penduduk yang memanfaatkan air sungai secara langsung, yang dapat menurunkan derajat kesehatan masyarakat dan meningkatkan angka kematian akibat infeksi air, bertambahnya biaya pengolahan air minum oleh perusahaan air minum (PAM) serta kerusakan perikanan di muara (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003) .

Air buangan domestik merupakan campuran yang rumit antara bahan organik dan anorganik dalam bentuk, seperti partikel-partikel benda padat besar dan kecil atau sisa-sisa bahan larutan dalam bentuk koloid (Mahida, 1986). Air buangan ini juga mengandung unsur-unsur hara, sehingga dengan demikian merupakan wadah yang baik sekali untuk pembiakan mikroorganisme.

Untuk mengetahui air buangan domestik secara luas diperlukan pengetahuan yang mendetail tentang komposisi atau kandungan yang ada

didalamnya. Setelah diadakan analisis ternyata diketahui bahwa sekitar 75 % dari benda-benda terapung dan 40 % benda-benda padat yang dapat disaring adalah berupa bahan organik. Komposisi utama bahan-bahan organik tersebut tersusun oleh 40-60 % protein, 25-50 % karbohidrat dan 10 % sisanya berupa lemak.

Sifat-sifat yang dimiliki oleh air buangan domestik adalah sifat fisik, kimia dan biologis.

- Sifat Fisik

Sebagian besar air buangan domestik tersusun atas bahan-bahan organik. Pendegradasian bahan-bahan organik pada air buangan akan menyebabkan kekeruhan. Selain itu kekeruhan yang terjadi akibat lumpur, tanah liat, zat koloid dan benda-benda terapung yang tidak segera mengendap. Pendegradasian bahan-bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Parameter ini dapat menunjukkan kekuatan pencemaran.

Komponen bahan-bahan organik tersusun atas protein, lemak, minyak dan sabun. Penyusun bahan-bahan organik tersebut cenderung mempunyai sifat berubah-ubah (tidak tetap) dan mudah menjadi busuk. Keadaan ini menyebabkan air buangan domestik menjadi berbau.

Secara fisik sifat-sifat air buangan domestik dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.1 Sifat Fisik Limbah Domestik

No	Sifat-sifat	Penyebab	Pengaruh
1.	Suhu	Kondisi udara sekitar	Mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen atau gas lain. Juga kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan.
2.	Kekeruhan	Benda-benda tercampur seperti limbah padat, garam, tanah, bahan organik yang halus, algae, organisme kecil.	Mematikan sinar, jadi mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan.
3.	Warna	Sisa bahan organik dari daun dan tanaman.	Umumnya tidak berbahaya, tetapi berpengaruh terhadap kualitas air.
4.	Bau	Bahan volatil, gas terlarut, hasil pembusukan bahan organik.	Mengurangi estetika.
5.	Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut dan beberapa ion.	
6.	Benda Padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut atau tercampur.	Mempengaruhi jumlah organik padat.

(Sumber : Sugiharto, 1987)

- Sifat Kimia

Pengaruh kandungan bahan kimia yang ada di dalam air buangan domestik dapat merugikan lingkungan melalui beberapa cara. Bahan-bahan terlarut dapat menghasilkan DO atau oksigen terlarut dan dapat juga menyebabkan timbulnya bau (*Odor*). Protein merupakan penyebab utama terjadinya bau ini, sebabnya ialah struktur protein sangat kompleks dan tidak stabil serta mudah terurai menjadi bahan kimia lain oleh proses dekomposisi.

Didalam air buangan domestik dijumpai karbohidrat dalam jumlah yang cukup banyak, baik dalam bentuk gula, kanji dan selulosa. Gula cenderung mudah terurai, sedangkan kanji dan selulosa lebih bersifat stabil dan tahan terhadap pembusukan (Sugiharto, 1987).

Lemak dan minyak merupakan komponen bahan makanan dan pembersih yang banyak terdapat didalam air buangan domestik. Kedua bahan tersebut berbahaya bagi kehidupan biota air dan keberadaanya tidak diinginkan secara estetika selain dari itu lemak merupakan sumber masalah utama dalam pemeliharaan saluran air buangan. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh kedua bahan ini adalah terbentuknya lapisan tipis yang menghalangi ikatan antara udara dan air, sehingga menyebabkan berkurangnya konsentrasi DO. Kedua senyawa tersebut juga menyebabkan meningkatnya kebutuhan oksigen untuk oksidasi sempurna.

Jasad renik yang berada dalam air limbah akan menggunakan oksigen untuk mengoksidasi benda organik menjadi energi, bahan buangan lainnya serta gas. Jika bahan organik yang belum diolah dan dibuang ke badan air, maka bakteri akan menggunakan oksigen untuk proses pembusukannya. Oksigen diambil dari yang terlarut didalam air dan apabila pemberian oksigen tidak seimbang dengan kebutuhannya maka oksigen yang terlarut akan turun mencapai titik nol (Sugiharto, 1987).

- Sifat Biologis

Keterangan tentang sifat biologis air buangan domestik diperlukan untuk mengukur tingkat pencemaran sebelum dibuang ke badan air penerima. Mikroorganisme-mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian bahan-bahan organik di dalam air buangan domestik adalah bakteri, jamur, protozoa dan algae. Bakteri adalah mikroorganisme bersel satu yang menggunakan bahan organik dan anorganik sebagai

makanannya. Berdasarkan penggunaan makanannya, bakteri dibedakan menjadi bakteri autotrof dan heterotrof. Bakteri autotrof menggunakan karbondioksida sebagai sumber zat karbon, sedangkan bakteri heterotrof menggunakan bahan organik sebagai sumber zat karbonnya. Bakteri yang memerlukan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik disebut bakteri aerob, sedangkan yang tidak memerlukan oksigen disebut bakteri anaerob.

Selain bakteri, jamur juga termasuk dekomposer pada air buangan domestik. Jamur adalah mikroorganisme nonfotosintesis, bersel banyak, bersifat aerob dan bercabang atau berfilamen yang berfungsi untuk memetabolisme makanan. Bakteri dan jamur dapat memetabolisme bahan organik dari jenis yang sama. Protozoa adalah kelompok mikroorganisme yang umumnya motil, bersel tunggal dan tidak ber dinding sel. Kebanyakan protozoa merupakan predator yang sering kali memangsa bakteri. Peranan protozoa penting bagi penanganan limbah organik karena protozoa dapat menekan jumlah bakteri yang berlebihan. Selain itu protozoa dapat mengurangi bahan organik yang tidak dapat di metabolisme oleh bakteri ataupun jamur dan membantu menghasilkan effluen yang lebih baik (Sugiharto, 1987).

2. Air Buangan Non-Domestik

Limbah non domestik adalah limbah yang berasal dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber-sumber lain. Limbah ini sangat bervariasi, lebih-lebih untuk limbah industri. Limbah pertanian biasanya terdiri atas bahan padat bekas

tanaman yang bersifat organik, pestisida, bahan pupuk yang mengandung Nitrogen, dan sebagainya.

Tabel 2.2 Komposisi Limbah Domestik

Kontaminan	Satuan	Konsentrasi Rendah	Konsentrasi Medium	Konsentrasi Tinggi
Total Solid (TS)	mg/L	390	720	1230
Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	270	500	860
Fixed	mg/L	160	300	520
Volatil	mg/L	110	200	340
Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	120	210	400
Fixed	mg/L	25	50	85
Volatil	mg/L	95	160	315
Settleable Solids	mL/L	5	10	20
BOD ₅ , 20°C	mg/L	110	190	350
Total Organik Karbon (TOC)	mg/L	80	140	260
COD	mg/L	250	430	800
Nitrogen (Total sbg N)	mg/L	20	40	70
Organik	mg/L	8	15	25
Amoniak bebas	mg/L	12	25	45
Nitrit	mg/L	0	0	0
Nitrat	mg/L	0	0	0
Phospor (Total Sbg Phospor)	mg/L	4	7	12
Organik	mg/L	1	2	4
InOrganik	mg/L	3	5	10
Klorida	mg/L	30	50	90
Sulfat	mg/L	20	30	50
Minyak dan Lemak	mg/L	50	90	100
VOCs	mg/L	<100	100-400	>400
Total Coliform	No./100mL	10 ⁶ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹	10 ⁷ -10 ¹⁰
Fecal Coliform	No./100mL	10 ³ -10 ⁵	10 ⁴ -10 ⁶	10 ⁵ -10 ⁸

(Sumber: Metcalf & Eddy, 2003)

2.1.3 Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah menurut Sugiharto (1987), adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik fisik air limbah

Adapun sifat fisik yang penting adalah kandungan zat padat sebagai efek estetika dan kejernihan serta bau dan warna dan juga temperatur.

2. Karakteristik Kimia air limbah

Kandungan bahan kimia yang ada didalam air limbah dapat merugikan lingkungan. Selain itu akan lebih berbahaya apabila bahan tersebut merupakan bahan yang beracun.

3. Karakteristik biologis air limbah

Di dalam air limbah terdapat bakteri patogen dan mikroorganisme lainnya. Dimana keterangan biologis ini diperlukan untuk menaksir tingkat kekotoran air limbah sebelum dibuang ke badan air.

2.2 *Virgin Coconut Oil (VCO)*

Pemanfaatan daging buah kelapa menjadi lebih variatif. *Virgin coconut oil (VCO)* merupakan bentuk olahan daging kelapa yang baru-baru ini banyak diproduksi orang. Di beberapa daerah VCO lebih dikenal dengan nama minyak perawan, minyak dara atau minyak kelapa murni. VCO dimanfaatkan sebagai obat dan dipercaya dapat menyembuhkan berbagai penyakit degeneratif, misalnya kanker, darah tinggi, kolestrol dan jantung (Bambang & surip, 2006).

Daging buah kelapa berwarna putih dengan ketebalan cukup bervariasi, tergantung umur dan varietas kelapa. Umumnya, semakin tua buah kelapa, akan memiliki daging buah yang semakin tebal. Secara umum, kandungan nutrisi dalam sebutir kelapa akan semakin meningkat seiring bertambahnya umur kelapa. Sementara bagian buah yang bisa

digunakan pada semua umur buah kelapa sama, yaitu 53,0 g. Adapun kandungan yang terdapat dalam daging buah kelapa masak dapat dilihat pada tabel 2.3

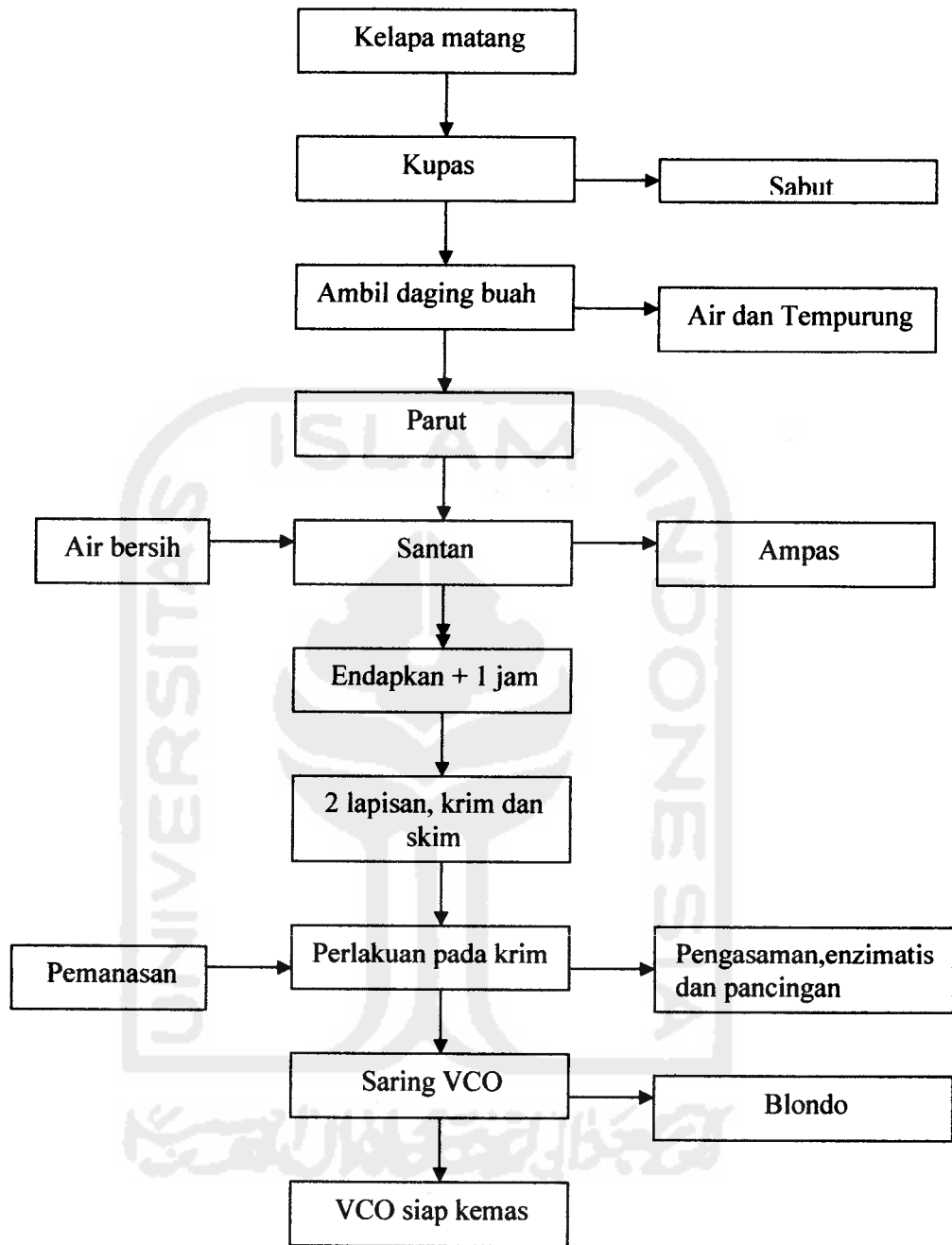
Tabel 2.3 Komposisi Daging Buah Kelapa

Senyawa Penyusun (100g)	Buah Muda	Buah setengah Tua	Buah Tua
Air (kal)	83,3	70,0	46,0
Kalori (g)	68,0	180,0	359,0
Protein (g)	1,0	4,0	3,4
Lemak(g)	0,9	13,0	34,7
Karbohidrat(g)	14,0	10,0	14,0
Kalsium (mg)	17,0	8,0	21,0
Fosfor(mg)	30,0	55,0	21,0
Besi(mg)	1,0	1,3	2,0
Aktivitas Vitamin A(IU)	0,0	10,0	0,0
Thiamin(mg)	0,0	0,05	0,1
Asam askorbat(mg)	4,0	4,0	2,0
Bagian dimakan (g)	53,0	53,0	53,0

Sumber : Bambang S & Surip P, 2006

2.2.1 Proses Pembuatan VCO

Proses pembuatan minyak kelapa murni dengan cara tradisional sangat mudah untuk diterapkan pada skala rumah tangga, teknologi prosesnya sangat mudah dilakukan. Tahap yang perlu dilalui untuk terbentuknya minyak kelapa yaitu pembuatan santan kelapa. Dengan cara pemanasan, dari santan ini akan diperoleh minyak kelapa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Proses pembuatan minyak murni atau VCO secara tradisional

2.2.2 Kandungan Minyak VCO

Virgin Coconut Oil atau VCO mengandung asam lemak rantai sedang (*medium chain fatty acid*, MCFA) yang mudah terurai dalam tubuh. Kandungan asam lemak rantai sedang ini sangat berperan dalam menjaga kesehatan. Asam laurat jika masuk ke dalam tubuh akan diubah menjadi monolaurin, yaitu sebuah senyawa *monoglyceride* yang bersifat antivirus, anti bakteri, dan anti protozoa (Bambang & surip, 2006).

Tabel 2.4 Komposisi Kimia Minyak Kelapa

Kandungan Kimia	Jumlah
Air (%)	0,5
Asam Lemak Jenuh	
Asam kaproat(%)	-
Asam kaprilat(%)	8 - 9
Asam kaprat(%)	5 - 8
Asam laurat(%)	45 - 51
Asam ministat(%)	17 - 18
Asam palmitat(%)	8 - 10
Asam stearat(%)	1 - 3
Asam arukhidat(%)	0 - 1
Asam Lemak Tidak Jenuh	
Asam oleat(%)	5 - 8
Asam linoleat(%)	1 - 2

Sumber : SII, 1977

2.3 *Total Suspended Solid* (TSS)

Total Suspended Solid adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan pada air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendapkan secara langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran dan beratnya lebih kecil dari pada sediment. Pada limbah cair pembuatan VCO (*Virgin Coconut Oil*), kandungan padatan tersuspensi sangatlah tinggi, sehingga dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Hal ini

dapat terjadi karena mikroorganisme yang terdapat pada limbah cair tidak dapat bekerja secara maksimal karena kurangnya oksigen yang masuk kedalam air.

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 suatu senyawa kimia. Partikel-partikel tersuspensi biasa, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga suspensi tidak 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 organik (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 pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organik dan inorganik seperti pada keterangan dibawah ini :

Zat padat total , terbagi menjadi dua :

- Zat padat terlarut
- Zat padat tersuspensi, terbagi menjadi dua :
 1. Zat padat tersuspensi Organik
 2. Zat padat tersuspensi Inorganik

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklarifikasikan sekali lagi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan inorganik. 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 (*settleable 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 % volum yaitu dm^3 zat padat/liter larutan.

Apabila jumlah materi tersuspensi ini banyak dan kemudian mengendap, maka pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu aliran dalam saluran, pendangkalan cepat terjadi, sehingga diperlukan pengerukan lumpur yang lebih sering. apabila zat-zat ini sampai di muara sungai dan bereaksi dengan air yang asin, maka baik koloid maupun zat terlarut dapat mengendap di muara-muara dan proses inilah yang menyebabkan terbentuknya delta - delta. Dapat dimengerti, bahwa pengaruh terhadap kesehatan-pun menjadi titik langsung.

2.4 Minyak Lemak

Berasal dari kandungan lemak. Dimana lemak sendiri adalah fungsi atau sifat *Prostaglandin* yang dapat terbentuk dengan proses pelingkaratan dan peroksigenan dari asam lemak tak jenuh dengan banyak ikatan C = C yang menyebabkan mudah terbakar dan menimbulkan nilai kalor tertentu. Minyak lemak terdiri dari 3 (tiga) macam. Yaitu : (S. Riawan, 1997)

1. Minyak mineral dalam minyak ini terkandung senyawa-senyawa H.K
2. Minyak *essensial* (minyak asiri)
3. Minyak *Fixed* yaitu tidak mudah menguap (*Trigliserida*)

Sedangkan sumber minyak lemak adalah :

- a. Hewan : Jaringan minyak dibawah kulit, Antara otot –otot, Sekeliling alat tubuh, Dalam sumsum ulang dan lain-lain
- b. Tumbuhan
 - a. Terutama dalam benih-benih (exp Minyak kelapa, Palem, kacang, Dan sebagainya)
 - b. Terdapat dalam daun-daunan juga pada bunga

Dalam kelarutannya minyak-minyak ini memiliki gliserida yang berasal dari lemak yang lebih tinggi tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik seperti : eter, *petroleumeter* . minyak lemak yang terkandung dalam ampas kelapa ini memiliki sifat-sifat yang sama

deengan penjelasan diatas dan dimungkinkan memiliki kesamaan dengan minyak jarak yang bisa digunakan sebagai pengganti bahan bakar (solar) bila dilihat dari kandungannya, akan tetapi minyak kelapa ini belum diujikan.(Karya Ilmiah, ITB, 2005).

Minyak lemak terutama tahan terhadap perombakan secara anaerob. Sedangkan bila minyak dan lemak terdapat pada Lumpur akan menyebabkan akumulasi buih yang berlebihan dalam bak digester dan dapat menyumbat pori-pori saringan. Lumpur yang mengandung minyak dan lemak tidak baik digunakan sebagai pupuk. Jika bahan ini dimasukkan ke dalam air limbah atau effluen yang telah diolah, maka sering menimbulkan lapisan film, serta mengakibatkan deposit pantai.

Dengan mengetahui jumlah minyak dan lemak yang terdapat dalam air limbah, akan dapat membantu memperkirakan kesulitan-kesulitan pada operasi instalasi, menentukan efisiensi instalasi dan dalam pengawasan pembuangan air limbah lebih lanjut ke badan air. Sedangkan dengan mengetahui jumlah minyak lemak yang terdapat pada Lumpur dapat memperkirakan waktu pembusukan dan masalah penghilangan air.

Persediaan air termasuk air tanah dikatakan tercemar minyak dan lemak apabila dalam 1 liter air tersebut mengandung 10 mg minyak dan lemak, WHO (1984).

2.5 Filtrasi

Filtrasi adalah proses pemisahan campuran solida likuida melalui porous yang mana solida tersuspensi tertahan pada atau di dalam media dan likuida atau air terlewatkan (Degremont, 1991).

2.5.1 Mekanisme Filter

Berdasarkan dari karakter partikel pencemar dan bahan filter yang dipilih maka mekanisme filtrasi yang penting adalah :

1. Penahan partikel

Menurut Tchobanoglous (1991), mekanisme yang paling principal dari filtrasi adalah *straining* atau perembesan yang terbagi :

a. Mekanis

Partikel pencemar yang lebih besar ukurannya dari pori media filter ditahan secara mekanis.

b. Kebetulan (chance contact)

Partikel yang lebih kecil ukurannya dari pori media filter terperangkap di dalam kontak secara kebetulan.

2. Sedimentasi

Menurut Tchobanoglous (1991), partikel pencemar mengendap pada dan di dalam media filter.

3. Aktivitas kimia

Menurut Huisman (1974), aktivitas kimia dalam hal ini merupakan proses dalam zat kimia tertentu dapat melarut karena teroksidasi

bahkan terurai menjadi bahan yang sederhana dan kurang berbahaya bagi kesehatan, atau dapat juga menjadi senyawa yang tidak terlarut pada saat penyaring dan pengendapan.

4. Aktivitas biologi

Aktivitas biologi adalah suatu kegiatan bakteri yang hidup dalam lapisan filter. Bakteri ini berasal dari air yang mengalir melalui media filter dan melekat pada medium-medium filter, karena ada proses *straining*, pengendapan dan adsorpsi.

5. Adhesi

Partikel pencemar melekat pada media filter sejalan dengan aliran likuida, oleh karena gaya yang timbul oleh aliran likuida tersebut maka beberapa partikel pencemar ditahan sebelum akhirnya melekat kuat dan secara gravitasi tertekan ke dalam medium filter, sehingga menghasilkan akumulasi atau bertambahnya konsentrasi molekul-molekul partikel pencemar pada dan di dalam media filter tersebut.

2.5.2 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Hasil Filtrasi

1. Ketebalan lapisan media filter

Semakin tebal lapisan media filter, maka luas permukaan penahan partikel-partikel semakin besar dan jarak yang ditempuh oleh air semakin panjang.

Hal ini akan memperpanjang kesempatan media filter untuk memfilter, sedangkan untuk mendapatkan air bersih diperlukan ketebalan lapisan media filter minimal 70 cm (Anonim, 1986).

2. Suhu air

a. Pengaruh suhu terhadap kekentalan air

Menurut Huisman (1974), jika suhu air semakin tinggi, maka kekentalan air akan semakin rendah sehingga gaya gesek air akan lebih cepat melalui celah tersebut dengan demikian akan memperpendek waktu filtrasi.

b. Pengaruh suhu terhadap aktivitas biologi

Suhu air dapat mempengaruhi kecepatan metabolisme bakteri dalam air, apabila suhu mencapai optimum untuk perkembangbiakan bakteri, maka bakteri akan bertambah dengan cepat.

c. Pengaruh suhu terhadap reaksi kimia

Apabila suhu semakin tinggi, maka reaksi kimia akan semakin cepat, sebaliknya apabila suhu semakin rendah maka reaksi kimia akan semakin lambat.

3. Kecepatan filtrasi

Kecepatan aliran akan mempengaruhi proses penahanan mekanis terhadap bahan-bahan tersuspensi. Apabila kecepatan filtrasi meningkat maka efektivitas filtrasi akan menurun untuk mendapatkan

hasil filtrasi yang baik diperlukan kecepatan 0,1 – 9,2 m/jam (anonim, 1986).

4. Kualitas air yang difilter

Semakin rendah kualitas air yang akan difiltrasi, maka semakin memerlukan pengolahan yang sempurna dan kompleks.

2.5.3 Gambaran Umum Konstruksi dan Operasi Saringan Cepat

Menurut Tjokrokusumo (1998) gambaran umum konstruksi dan operasi saringan cepat adalah sebagai berikut :

1. Laju Filtrasi 5 – 21 m/jam
2. Ukuran bak kecil 40 – 400 m²
3. Kedalaman bak 30 – 40 cm untuk kerikil dan 60 – 70 cm untuk pasir
4. Ukuran pasir 0.55 mm atau lebih
5. Lama periode pencucian 12 – 72 hari
6. Adanya pengolahan pendahuluan seperti koagulasi, flokulasi dan sedimentasi.

Menurut Sugiarto (1987), gambaran umum konstruksi dan operasi saringan cepat adalah :

1. Laju filtrasi 1,3 – 2,7 liter/m/detik
2. Kedalaman bak 0.3 – 0.6 m untuk kerikil dan 0.4 – 0.7 m untuk pasir
3. Penyaring berlangsung selama 6 – 24 jam
4. Lama pencucian 5 – 10 menit.

2.6 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga pori-porinya terbuka, dan dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Karbon aktif merupakan karbon yang akan membentuk amorf, yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta memiliki permukaan dalam (*internal surface*), sehingga mempunyai daya serap yang lebih baik. Keaktifan menyerap dari karbon aktif ini tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85%- 95% karbon bebas.

Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu antara 300 sampai 2000 m/gram. Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan.

Karbon aktif digunakan pertama kali pada pengolahan air dan air limbah untuk mengurangi material organik, rasa, bau dan warna (Culp, RL dan Culp, GL, 1986). Karbon aktif juga sering digunakan untuk mengurangi kontaminan organik, partikel kimia organik sintetis (SOCs), tapi karbon aktif juga efektif untuk mengurangi kontaminan inorganik seperti radon-222, merkuri, dan logam beracun lainnya (Ronald L, 1997).

Proses karbon aktif merupakan salah satu proses penyaringan air limbah terutama setelah mengalami proses biologi atau proses fisika kimia.

2.6.1 Karakteristik Karbon Aktif

Ada beberapa karakteristik yang penting di dalam pengolahan air limbah diantaranya luas permukaan, kerapatan partikel, densitas unggun (*bulk density*), ukuran efektif, volume pori, analisa ayakan, kadar abu, angka iodium, kadar air dan distribusi ukuran pori (Culp, RL dan Culp, GL, 1986).

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan hal yang penting dalam karbon aktif. Ukuran partikel karbon aktif mempengaruhi kecepatan adsorpsi, tetapi tidak mempengaruhi kapasitas adsorpsi yang berhubungan dengan luas permukaan karbon (Cheremisinof, 1978). Jadi kecepatan adsorpsi yang menggunakan karbon aktif serbuk (*powder*) lebih besar daripada karbon aktif butiran (*granular*). Luas permukaan total mempengaruhi kapasitas adsorpsi total sehingga meningkatkan efektifitas karbon aktif dalam penyisihan senyawa organik dalam air buangan.

Ukuran partikel tidak terlalu mempengaruhi luas permukaan total sebagian besar meliputi pori-pori partikel karbon. Struktur pori-pori karbon aktif mempengaruhi perbandingan antara luas permukaan dan ukuran partikel.

Struktur pori adalah faktor utama dalam proses adsorpsi. Distribusi ukuran pori menentukan molekul yang masuk dalam partikel karbon untuk diadsorp.

Ada dua macam pori dalam partikel karbon aktif yaitu *mikropore* dengan diameter 10-1000 Å dan *makropore* dengan diameter >1000 Å (Cheremisinof, 1978).

Setelah aktivasi karbon, karbon aktif bisa diklasifikasikan menjadi dua jenis yang mempunyai ukuran partikel yang berbeda dengan kapasitas adsorpsi yang berbeda pula, yakni *powder* jika ukuran karbon aktif lebih kecil dari 200 mesh dan *granular* jika diameter karbon aktif berukuran lebih besar dari 0.1 mm (Metcalf dan Eddy, 1991).

a. Pengolahan dengan karbon aktif serbuk (*powder*).

Karbon aktif ini berbentuk serbuk dan luas permukaannya lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif butiran, sehingga kecepatan adsorpsinya juga menjadi lebih besar (A.Abrams, et al, 1966). Karbon aktif serbuk dapat digunakan secara langsung pada proses fisik dan kimia. Setelah beberapa lama terjadi kontak maka karbon akan mengendap pada dasar bak pengolahan (Tchobanoglous, 1983).

Penggunaan karbon aktif disini dilakukan dengan cara menaburkan bubuk ini ke dalam saluran yang berasal dari pengolahan biologis. Pengontakkan ini biasanya diletakkan pada bak tertentu, setelah bubuk tercampur maka gaya beratnya akan mengendap dengan membawa

partikel terlarut dan partikel tercampur. Agar menjadikan bahan ini lebih ekonomis, maka karbon aktif dapat dipergunakan kembali setelah dipakai dengan cara melakukan oksidasi dengan tekanan tinggi. Pada proses regenerasi ini biasanya karbon aktif akan hancur sebanyak 5-10%. Karbon aktif jenis ini yang paling sulit untuk regenerasi.

Salah satu kerugian menggunakan karbon aktif berbentuk bubuk adalah kemungkinan terjadinya penyumbatan lebih besar karena karbon aktif bercampur dengan bubuk.

b. Karbon aktif berbentuk butiran (*granular*).

Karbon aktif berbentuk *granular* ditetapkan dalam ukuran mesh. Kecepatan adsorpsinya lebih kecil di bandingkan dengan karbon aktif berbentuk serbuk karena luas permukaan totalnya lebih sedikit dibandingkan karbon aktif berbentuk serbuk, dimana luas permukaan total akan mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Karbon aktif berbentuk *granular* dipakai untuk memisahkan kontaminan dalam air buangan seperti phenol, insektisida, trinitrotolune (TNT), detergen, warna dan logam berat lainnya (A. Abrams, et al, 1996).

Adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif butiran (*granular*) dapat menggunakan sistem batch, column atau fluidized bed. Sistem kontak yang umum digunakan adalah fixed bed atau *contercurrent moving bed* (reynold, 1982).

Kelebihan dari pemakaian karbon aktif *granular* adalah :

1. Pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon.
2. Proses berjalan cepat karena ukuran butiran karbonnya lebih besar.
3. Karbon aktif tidak bercampur dengan lumpur sehingga dapat di regenerasi.

Kerugiannya adalah :

1. Perlu tambahan unit pengolahan lagi yaitu filter.
2. Luas permukaan kontak persatuan berat lebih kecil karena ukuran butiran karbon besar.

2.6.2 Struktur Karbon Aktif

Sifat adsorpsi karbon aktif tidak hanya ditentukan oleh struktur porinya, tetapi ditentukan juga oleh komposisi kimianya. Misalnya ketidakaturan struktur mikrokristal elementer, karena adanya lapisan karbon yang terbakar tidak sempurna (terbakar sebagian), akan mengubah susunan awan elektron dalam rangka karbon. Akibatnya akan terjadi elektron tak berpasangan, keadaan ini akan mempengaruhi sifat adsorpsi karbon aktif, terutama senyawa polar atau yang dapat terpolarisasi. Jenis ketidakaturan yang lain adalah adanya hetero atom di dalam struktur karbon.

Karbon aktif mengandung elemen-elemen yang terikat secara kimia, seperti oksigen dan hidrogen. Elemen-elemen ini dapat berasal dari bahan baku yang tertinggal akibat tidak sempurnanya proses karbonisasi, atau pula dapat terikat secara kimia pada proses aktivasi. Demikian pula

adanya kandungan abu yang bukan bagian organik dari produk. Untuk tiap-tiap jenis karbon aktif kandungan abu dan komposisinya ada bermacam-macam. Adsorpsi elektrolit dan non elektrolit dari larutan dari karbon aktif, juga dipengaruhi oleh adanya sejumlah kecil abu. Adanya oksigen dan hidrogen mempunyai pengaruh besar pada sifat-sifat karbon aktif. Elemen-elemen ini berkombinasi dengan atom-atom karbon membentuk gugus-gugus fungsional tertentu. Gugus yang biasanya terdapat pada permukaan atom adalah : (1) gugus karbositat, (2) gugus hidroksi fenol, (3) gugus kuinon tipe karbonil (4) normal lakton, (5) lakton tipe fluoresein, (6) asam karbositat anhidrit dan peroksida siklis.

2.6.3 Daya Serap Karbon Aktif.

Proses adsorpsi terjadi pada bagian permukaan antara padatan-padatan, padatan-cairan, cairan-cairan, atau cairan-gas. Adsorpsi dengan bahan padat seperti karbon, tergantung pada luas permukaannya.

Sifat daya serap karbon aktif terbagi atas dua jenis, yaitu daya serap fisika dan daya serap kimia. Keduanya dapat terjadi atau tidaknya perubahan kimia yang terjadi antara zat yang mengadsorpsi (adsorben). Beberapa teori yang menerangkan tentang gejala daya serap yang sebenarnya, belum cukup untuk mengemukakan tentang terjadinya daya serap pada karbon aktif.

Karbon aktif dapat menyerap senyawa organik maupun anorganik, tetapi mekanisme penyerapan senyawa tersebut belum semua diketahui

dengan jelas. Mekanisme penyerapan yang telah diketahui antara lain penyerapan golongan fenol dan aldehid aromatis maupun derivatnya. Senyawa fenol-aldehid maupun derivatnya terserap oleh karbon karena adanya peristiwa donor-akseptor elektron. Gugus karbonil pada permukaan karbon bertindak sebagai donor elektron. Karena ada peristiwa tersebut, maka inti benzena akan berikatan dengan gugus karbonil pada permukaan berikut :

- a. Dengan adanya pori-pori mikro antar partikuler yang sangat banyak jumlahnya pada karbon aktif, akan menimbulkan gejala kapiler yang menyebabkan adanya daya serap. Selain itu distribusi ukuran pori merupakan faktor penting dalam menentukan kemampuan adsorpsi karbon aktif. Misalnya, ukuran 20 A dapat digunakan untuk menghilangkan campuran rasa dan bau, hanya lebih efektif untuk pembersihan gas, sedangkan untuk ukuran 20-100 A efektif untuk menyerap warna.
- b. Pada kondisi yang bervariasi ternyata hanya sebagian permukaan yang mempunyai daya serap. Hal ini dapat terjadi karena permukaan karbon dianggap heterogen, sehingga hanya beberapa jenis zat yang dapat diserap oleh bagian permukaan yang lebih aktif, yang disebut pusat aktif.

Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah sebagai berikut :

- a. Karakteristik fisika dan kimia adsorben, antara lain : luas permukaan ukuran pori, komposisi kimia

- b. Karakteristik fisis dan kimia adsorbat, antara lain : ukuran molekul, polaritas molekul komposisi kimia.
- c. Konsentrasi adsorbat dalam fase cair.
- d. Sistem waktu adsorpsi.

2.7 Kapuk

Kapuk sebagai media filter minyak dan lemak adalah serat alam yang diperoleh dari buah tanaman kapuk randu (*Ceiba petandra*).

Pohon randu biasanya dibagi dalam dua jenis, yaitu randu Caribea (randu Amerika/Afrika yaitu randu yang masih liar atau randu liar) dan randu Indea (Randu Asia yaitu randu yang sudah ditanam orang).

Serat kapuk berwarna kuning kecoklatan, sangat lembut, ringan, mengembang, tahan air dan bebas hama. Panjang serat berkisar antara 7,5-30 mm, dengan rata-rata 17,5 mm dan diameter 30-36 μ (Anonim, 1982).

Menurut Soedijanto, Susani (1981), kapuk yang dihasilkan dari serat buahnya ternyata memiliki sifat-sifat yang istimewa, yaitu : amat ringan, terdiri dari serat-serat yang mengandung banyak udara, tidak mudah basah karena berlemak, dapat menahan panas, dapat menahan suara, sangat kenyal dan tidak disukai oleh bubuk-bubuk.

Oleh karena sifat-sifat yang istimewa ini maka dalam kehidupan kita sehari-hari banyak sekali kegunaan dari serta kapuk ini, misalnya :

- Untuk mengisi kasur dan bantal
- Untuk mengisi alat-alat pelampung

- Alat pelampung dari kapuk dapat menahan beban seberat 30x dari berat kapuk itu sendiri.
- Untuk menahan panas dalam termos, dinding kapal terbang, baju dingin, dll.
- Untuk menahan suara.
- Untuk membuat alat-alat olahraga misalnya base ball, dll
- Untuk membuat mainan misalnya boneka.

Dibawah mikroskop serat kapuk tampak seperti batang yang lurus dengan dinding halus dan transparan. Tiap serat terdiri dari sel tunggal berisi udara. Dinding seratnya sangat tipis sedang lumen yang berisi udara sangat lebar. Penampang lintang serat berbentuk bulat atau lonjong.

Secara umum komposisi kapuk adalah sebagai berikut :

Tabel 2.5 Komposisi kapuk

Zat	Komposisi Kapuk (%)
Selulosa	64
Lignin	13
Pentosan	23

Sumber: Balai Besar Penelitian dan pengembangan Industri Tekstil, 1982

Disamping ketiga zat tersebut, kapuk mengandung kutin, zat menyerupai lilin yang diperkirakan merupakan campuran asam lemak baik bebas maupun terikat pada alcohol, hal inilah yang menyebabkan minyak dan lemak dapat menempel pada kapuk tersebut.

Kapuk memenuhi syarat untuk media dalam filtrasi. Pada dasarnya kapuk berfungsi sebagai memucatkan minyak lemak sehingga dapat terpisah oleh air. Ketebalan pada media kapuk minimal 10 cm (ukuran basah). Air limbah yang mengandung minyak lemak ditekan melewati

suatu penyaring, maka minyak tersebut akan tertinggal di media kapuk, sedangkan air buangan akan lolos masuk kedalam tempat penampungan. (G. Murdijati, dkk, 1979). Semakin tebal kapuk yang digunakan maka proses penahanan partikel-partikel akan semakin besar dan jarak yang ditempuh juga akan semakin panjang.

Pada penelitian terdahulu kapuk mampu menangkap minyak dan lemak limbah rumah makan dengan efisiensi 85.89 % menggunakan reaktor kombinasi flotasi dan filtrasi.

