

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Sampah

Beberapa pengertian tentang sampah adalah:

- a. Sampah merupakan bahan sisa, baik bahan-bahan yang sudah tidak digunakan lagi (barang bekas) maupun bagian yang sudah diambil bagian utamanya)
- b. Ditinjau dari segi ekonomi, sampah adalah bahan yang sudah tidak ada harganya.
- c. Ditinjau dari segi lingkungan, sampah adalah bahan buangan yang tidak berguna dan banyak menimbulkan masalah pencemaran dan gangguan pada kelestarian lingkungan.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dibuat suatu batasan masalah yang definitif tentang sampah, yaitu: sisa-sisa bahan yang mengalami perlakuan- perlakuan baik karena telah diambil bagian utamanya, atau karena pengolahan atau karena sudah tidak ada manfaatnya yang ditinjau dari segi sosial ekonomis tidak ada harganya dan dari segi lingkungan dapat menimbulkan pencemaran atau gangguan kelestarian. (Soewedo, 1983)

2.1.1 Sumber Sampah

Sampah dapat di jumpai di segala tempat dan hampir di semua kegiatan. Berdasarkan sumber atau asalnya, maka sampah dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Sampah dari hasil kegiatan rumah tangga termasuk di dalam hal ini adalah sampah dari: asrama, rumah sakit, hotel-hotel dan kantor
2. Sampah dari kegiatan industri atau pabrik
3. Sampah dari hasil kegiatan pertanian, yang meliputi: perkebunan, kehutanan, perikanan dan peternakan.

4. Sampah dari hasil kegiatan perdagangan, misalnya: sampah pasar dan sampah toko.
5. Sampah dari kegiatan pembangunan
6. Sampah jalan raya

Sampah yang berasal dari pemukiman atau tempat komersial, selain terdiri atas sampah organik dan anorganik, juga dapat dikategorikan B3. Sampah organik bersifat *biodegradable* sehingga mudah terdekomposisi, sedangkan sampah anorganik bersifat *non-biodegradable* sehingga sulit terdekomposisi. Bagian anorganik sebagian besar terdiri dari kaca, tembikar, logam dan debu.

2.1.2 Komposisi Sampah

Pada suatu kegiatan mungkin akan dihasilkan jenis sampah yang sama. Misalnya sampah yang hanya terdiri atas kertas, logam, atau daun-daunan saja. Apabila tercampur dengan bahan-bahan lain, maka sebagian besar komponennya adalah seragam. Karena itu berdasarkan komposisinya, sampah dibedakan menjadi dua macam:

- Sampah yang seragam. Sampah dari kegiatan industri pada umumnya termasuk golongan ini. Sampah dari kantor sering hanya terdiri atas kertas, kantor, kertas karbon, dan masih dapat digolongkan dalam golongan sampah yang seragam.
- Sampah yang tidak seragam (campuran), misalnya sampah yang berasal dari pasar atau sampah dari tempat-tempat umum

Di Indonesia, penggolongan sampah yang sering digunakan adalah sebagai:

- (a) Sampah organik, atau sampah basah yang terdiri dari atas daun-daunan, kayu, kertas, tulang, sisa-sisa makanan ternak, sayur, buah dan lain-lain
- (b) Sampah anorganik, atau sampah kering: yang terdiri atas kaleng, plastik, besi dan logam-logam lainnya, gelas, mika atau bahan-bahan, kadang kertas dimasukkan dalam kelompok ini.

Komposisi sampah juga dipengaruhi oleh beberapa faktor:

- Cuaca: Di daerah yang kandungannya airnya tinggi, kelembaban sampah juga akan cukup tinggi
- Frekuensi pengumpulan: Semakin sering sampah dikumpulkan maka semakin tinggi tumpukan sampah terbentuk. Tetapi sampah organik akan berkurang karena membusuk, dan yang akan terus bertambah adalah kertas dan sampah lainnya yang sulit terdegradasi
- Musim: Jenis sampah akan ditentukan oleh musim buah-buahan yang sedang berlangsung
- Tingkat sosial ekonomi: Daerah ekonomi tinggi pada umumnya menghasilkan total sampah yang terdiri atas bahan kaleng, kertas dan sebaainya
- Pendapatan perkapita: Masyarakat dan tingkat ekonomi lemah akan menghasilkan total sampah yang lebih sedikit dan homogen
- Kemasan produk: Kemasan produk bahan kebutuhan sehari-hari juga akan mempengaruhi. Negara maju seperti Amerika tambah banyak menggunakan kertas sebagai pengemas, sedangkan negara berkembang seperti Indonesia banyak menggunakan plastic sebagai pengemas.

2.2 Pengertian Lindi

Lindi (leachate atau air luruhan sampah) adalah cairan yang meresap melalui sampah dan mengandung unsur-unsur yang terlarut dan tersuspensi. Lindi ini termasuk salah satu bentuk pencemar lingkungan yang dihasilkan oleh timbunan sampah. Lindi akan terjadi apabila ada air eksternal yang berinfiltrasi ke dalam timbunan sampah, misalnya dari air permukaan, air hujan, air tanah atau sumber lain. Cairan tersebut kemudian mengisi rongga-rongga pada sampah, dan bila kapasitasnya telah melampaui kapasitas air dari sampah, maka cairan tersebut akan keluar dan mengekstrasi bahan organik dan anorganik hasil proses fisika, kimia dan biologis yang terjadi pada sampah. Hasil dari proses tersebut, maka biasanya lindi akan mengandung bahan- bahan organik terlarut serta ion-ion anorganik dalam konsentrasi yang tinggi (Tri Padmi Damanhuri, 1993).

Pada saat lindi mengalir dan mencapai air tanah maka kehadiran lindi dengan kandungan logam berat dan senyawa organiknya akan menurunkan kualitas air tanah di sekitarnya. Untuk menghindari hal tersebut perlu dipikirkan usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mencegah atau mengurangi dampak negatif lindi terhadap lingkungan.

2.2.1 Proses Pembentukan lindi

Sejak sampah berada dalam timbunan, maka mulailah terjadi proses dekomposisi yang ditandai oleh perubahan secara fisis, biologi dan kimiawi pada sampah. Proses yang terjadi antara lain:

- a. Penguraian biologis bahan organik secara aerob dan anaerob yang menghasilkan gas dan cairan.
- b. Oksidasi kimiawi .
- c. Pelepasan gas dari timbunan.
- d. Pergerakan cairan karena perbedaan tekanan.
- e. Pelarutan bahan organik dan anorganik oleh air dan lindi yang melewati timbunan sampah.
- f. Perpindahan materi terlarut karena gradien konsentrasi.
- g. Penurunan permukaan tanah yang disebabkan oleh pemadatan sampah yang mengisi ruang kosong pada timbunan.

Salah satu hasil dari rangkaian proses di atas adalah terbentuknya *leachate* yang berupa cairan akibat adanya air eksternal yang berinfiltrasi kedalam timbunan sampah. Air yang ada pada timbunan sampah ini antara lain berasal dari:

- a. Presipitasi atau aliran permukaan yang berinfiltrasi ke dalam timbunan sampah secara horisontal melalui tempat penimbunan.
- b. Kandungan air dari sampah itu sendiri.
- c. Air hasil proses dekomposisi bahan organik dalam sampah.

Reaksi biologis akan terus berlangsung di dalam timbunan sampah menurut kondisi ada maupun tak ada oksigen serta tahapan proses dekomposisi, sehingga proses yang terjadi akan bersifat aerob dan anaerob. Sejalan dengan reaksi biologis akan terjadi pula reaksi kimia dimana *leaching* (proses terjadinya lindi) dan proses lainnya akan dihasilkan.

2.2.2 Kualitas dan Kuantitas lindi

Kualitaas dan Kuantitas *Leachate* penting untuk diketahui untuk menentukan sistem pengolahan yang tepat dan bentuk memperkirakan efek-efek polusi dari lindi terhadap lingkungan.

Komposisi dan produktivitas lindi dipengaruhi oleh berbagai hal, seperti:

- a. Karakteristik sampah (organik/anorganik, mudah tidaknya terurai, mudah larut atau tidak)
- b. Hidrologi lokasi penimbunan sampah
- c. Klimatologi
- d. Kondisi TPA: umur timbunan sampah, kelembaban, temperature
- e. Sifat air yang masuk ke timbunan sampah
- f. Jenis operasi yang dilakukan ditempat penimbunan sampah (tanah penutup, dan sebagainya)

Faktor-faktor tersebut di atas sangat bervariasi pada satu tempat pembuangan sampah dengan tempat pembuangan yang lain, demikian pula aktivitas biologis serta proses yang terjadi pada timbunan sampah, baik secara aerob maupun anaerob.

Komponen utama yang terdapat dalam lindi dari land-fill antar lain adalah

1. Zat organik
2. Kalsium (Ca)
3. Besi (Fe)
4. Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$)
5. Tracemetal seperti: Mangan (Mn), timah hitam, serta komponen mikrobiologi

Tabel 2.1 Kandungan Unsur-Unsur Dalam lindi

No	Parameter	Konsentrasi mg/l	
		Range	Tipikal
1	BOD	2000-30000	10000
2	TOC	1500-20000	6000
3	COD	3000-45000	18000
4	Total Suspended Solid	200-1000	500
5	Organik Nitrogen	10-600	200
6	Amonia Nitrogen	10-800	200
7	Nitrat	5-40	25
8	Total Phospor	1-70	30
9	Otho Phospor	1-50	20
10	Alkaliniti	1000-1000	3000
11	PH	5,3-8,3	6
12	Total Hardness	300-10000	3000
13	Kalsium	200-3000	3500
14	Magnesium	50-1500	250
15	Potasium	200-2000	300
16	Natrium	200-2000	500
17	Klorida	100-3000	500
18	Sulfat	100-1500	300
19	Total Besi	50-600	6

Sumber: Tchobanoglous (1977)

2.2.3 Karakteristik lindi

Karakteristik lindi sangat bervariasi tergantung dari proses dalam *landfill* yang meliputi proses fisik, kimia dan biologis. Mikroorganisme di dalam sampah akan menguraikan senyawa organik yang terdapat dalam sampah menjadi senyawa organik yang lebih sederhana, sedangkan senyawa anorganik seperti besi dan logam lain dapat teroksidasi (Tchobanoglous, 1977).

Aktivitas didalam *landfill* umumnya mengikuti suatu pola tertentu, pada mulanya sampah terkomposisi secara aerobik, tetapi setelah oksigen di dalamnya habis maka mikroorganisme fakultatif dan anerob yang menghasilkan gas metan

yang tidak berbau dan berwarna. Karakteristik penguraian secara aerobik adalah timbulnya karbondioksida, air dan nitrat sebagai pengurai, sedangkan penguraian secara anaerobik menghasilkan metan, karbondioksida, air, asam organik, nitrogen, amoniak, sulfida, besi, mangan dan lain-lain.

Meningkatnya kualitas BOD didalam air akan semakin mendukung perkembangbiakan bakteri juga adanya zat hara N, P, K, yaitu media yang baik untuk pertumbuhan alga. Kedua hal ini semakin menambah kekeruhan. Air yang keruh sulit didesinfeksi karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi sehingga akan berbahaya bagi kesehatan, bila mikroba itu patogen. Sementara masuknya nitrat dan nitrit dapat menyebabkan gangguan diare, keracunan kronis menyebabkan depresi umum, sakit kepala dan gangguan mental. Nitrit dapat bereaksi dengan hemoglobin membentuk methomoglobin (met-HB) sehingga penderita akan kekurangan oksigen. Sedangkan meningkatnya nitrat akan menstimulasi pertumbuhan gangguhan yang berlebih. Keberadaan amoniak yang berlebih di dalam air minum akan mempengaruhi rasa.

Secara lebih lengkap mengenai karakteristik lindi dari TPA Piyungan dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.2 Limbah cair (*Lindi*) TPA Piyungan Yogyakarta

Parameter	Satuan	Kadar Max	Metode uji	Pemeriksaan
A. Fisika				
Zat padat terlarut (TDS)	Mg/L	2000	Gravimetri	7817
Temperatur				
TSS	° C	30	Pemuaian	28
B. Kimia				
Air Raksa	Mg/L	200	Spektrofotometri	636
Arsen	Mg/L	0.002	AAS	Ttd
Barium	Mg/L	0.1	Spektrofotometri	Ttd
Cadnium	Mg/L	2	AAS	0.009
Cromium	Mg/L	0.05	AAS	Ttd
Tembaga	Mg/L	0.1	Spektrofotometri	6.04
Sianida	Mg/L	2	AAS	0.41
Flourida	Mg/L	0.05	Spektrofotometri	Ttd
Krom (CR)	Mg/L	2	Spektrofotometri	< 0.5

Nikel	Mg/L	0.1	Spektrofotometri	0.4051
Nitrat	Mg/L	0.2	AAS	Ttd
Nitrit	Mg/L	20	Spektrofotometri	14.4476
Ammonia	Mg/L	1	Spektrofotometri	0.8409
Besi	Mg/L	1	Spektrofotometri	114.914
Mangan	Mg/L	5	Spektrofotometri	16.0
Sulfida	Mg/L	2	Spektrofotometri	4.0
Klorin bebas	Mg/L	0.05	Spektrofotometri	-
Seng	Mg/L	1	Gravimetri	0
Crom total	Mg/L	5	AAS	2.9
BOD	Mg/L	0.5	Spektrofotometri	10.64
COD	Mg/L	50	Titrimetri	2151.32
Phenol	Mg/L	100	Titrimetri	4729.67
Cobalt	Mg/L	0.5	Spektrofotometri	70.47
	Mg/L	0.4	AAS	0.28

(Sumber: TPA Piyungan 12 desember 2005)

2.2.4 Pergerakan lindi di TPA

Lindi yang terdapat pada dasar *landfill* dapat bergerak secara horizontal/vertical tergantung dari karakteristik permeabilitas tanah. Selama pengaliran lindi dalam tanah, nilai koefisien permeabilitas akan menurun sesuai dengan waktu, karena reaksi yang memperkecil ukuran pori.

Partikel tanah dengan permukaan yang halus menyebabkan aliran lindi lebih lambat, karena koefisien permeabilitasnya rendah, hal ini memungkinkan tanah tersebut memiliki kemampuan yang lebih tinggi untuk menahan zat padat yang terlarut. Lindi bergerak dari kadar air jenuh ke tidak jenuh. Jika seluruh rongga dalam tanah terisi oleh air, maka tanah tersebut dikatakan mencapai titik jenuh. Kemungkinan terjadi pengenceran lindi di dalam air tanah sangat kecil karena aliran tanah sifatnya laminar.

2.2.5 Pengaruh lindi terhadap polusi air

Air, meliputi semua air yang terdapat di dalam dan atau berasal dari sumber air yang terdapat di atas permukaan tanah. Air yang terdapat di bawah permukaan tanah dan air laut tidak termasuk dalam pengertian ini.

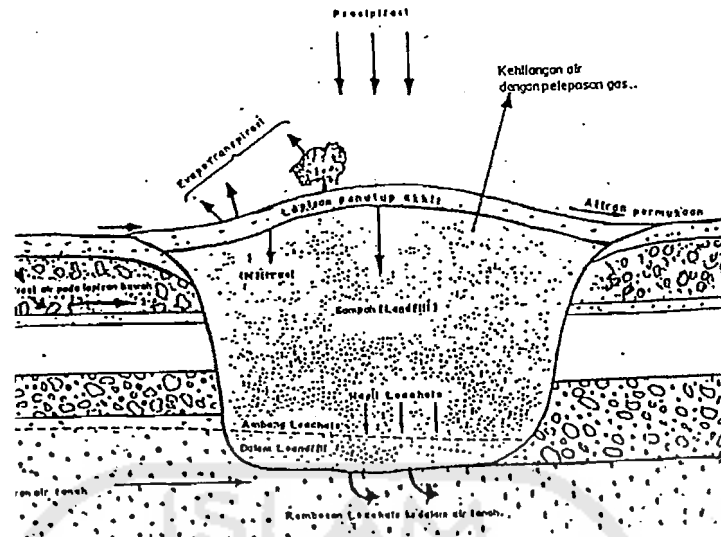
Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan tidak lagi berfungsi sesuai peruntukannya.

Pada hakekatnya, pemantauan kualitas air pada saluran pembuangan limbah industri dan badan air penerima limbah industri pada dasarnya memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik kualitas limbah cair yang dihasilkan
2. Membandingkan nilai kualitas limbah cair dengan baku mutu kualitas limbah industri, dan menentukan beban pencemaran menurut KepGub. No. 281/KPTS/1998.
3. Menilai efektivitas instalasi pengolahan limbah industri yang dioperasikan
4. Memprediksi pengaruh yang mungkin ditimbulkan oleh limbah cair tersebut terhadap komponen lingkungan lainnya.

Pengaruh lindi terhadap polusi air adalah sebagai berikut:

- a.. Air permukaan yang terpolusi oleh lindi dengan kandungan organik yang tinggi, pada proses penguraian secara biologis akan menghabiskan kandungan oksigen dalam air dan pada akhirnya seluruh kehidupan yang bergantung pada oksigen akan mati.
- b. Air tanah yang tercemar oleh lindi yang berkonsentrasi tinggi, polutan tersebut akan tetap berada pada air tanah dalam jangka waktu yang lama karena terbatasnya oksigen yang terlarut. Sumber air bersih yang berasal dari air tanah terpolusi tersebut dalam jangka waktu yang lama tidak sesuai lagi untuk sumber air bersih. untuk lebih jelasnya proses tersebut dapat di lihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.1 Perembesan lindi kedalam air tanah

Sumber: Chaatib, 198

2.3 Sumber dan Karakteristik Air Limbah

2.3.1 Pengertian Limbah

Air limbah diartikan sebagai air bekas yang sudah tidak terpakai lagi sebagai hasil dari adanya berbagai kegiatan manusia sehari-hari. Air limbah tersebut biasanya dibuang ke alam yaitu tanah dan badan air. Polutan-polutan yang terdapat di dalam air limbah dapat dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu Suspended Solid (SS), Koloid, dan Zat terlarut.

Limbah adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan. Limbah merupakan sesuatu benda yang mengandung zat yang bersifat membahayakan atau tidak membahayakan kehidupan manusia, hewan serta lingkungan, dan umumnya muncul karena hasil perbuatan manusia, termasuk industrialisasi. (UU RI.No.23/97,1997 pasal 1).

2.3.2. Sumber Air Limbah

Air limbah domestik pada umumnya bersifat organis, yang memungkinkan tumbuhnya bakteri patogenik. penelitian ini dilakukan supaya pencemar yang mengancam kehidupan manusia dan lingkungan tidak terjadi dengan salah satu alternatif penurunan menggunakan elektrokoagulasi.

Jenis dan macam air limbah dikelompokkan berdasarkan sumber penghasilan atau penyebab air limbah yang secara umum terdiri dari:

1. Air buangan domestik

Limbah domestik adalah semua limbah yang berasal dari kamar mandi, WC, dapur, tempat cuci pakaian, apotek, rumah sakit, dan sebagainya. Secara kuantitatif limbah tadi terdiri atas zat organik, baik padat ataupun cair, bahan berbahaya dan beracun (B3), garam terlarut, lemak dan bakteri.

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

Tabel 2.3 Karakteristik Limbah Domestik

Sifat- sifat	Penyebab	Pengaruh
Suhu	Kondisi udara sekitar	Mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen atau gas lain. Juga kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan.
Kekeruhan	Benda- benda tercampur seperti limbah padat, garam, tanah, bahan organik yang halus, algae, organisme kecil.	Memantulkan sinar, jadi mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan.
Warna	Benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman.	Umumnya tidak berbahaya, tetapi berpengaruh terhadap kualitas air.
Buu	Bahan volatil, gas terlarut, hasil pembusukan bahan organik.	Mengganggu estetika.
Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut dan beberapa ion.	
Benda Padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut atau tercampur.	Mempengaruhi jumlah organik padat.

Sumber: 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.

3. Air Limbah Limpasan dan Rembesan Air Hujan

Air limbah yang melimpas di atas permukaan tanah dan meresap ke dalam tanah sebagai akibat terjadinya hujan.

2.3.3 Sifat-Sifat Air Limbah

Secara garis besar zat yang terdapat dalam air limbah adalah kandungan zat padat sebagai sifat fisik yang terdiri dari kekeruhan, warna, dan suhu. Warna air tergantung dari umurnya, semakin pekat warna air semakin lama umurnya sampai berwarna hitam.

Kekeruhan terjadi karena adanya zat padat sebab semakin keruh maka semakin tinggi konsentrasi zat padatnya. Bau tergantung dari umur, bau yang tajam mulai tercium setelah air buangan yang keluar dari sumbernya berumur 2 jam (dimulainya penguraian). Sifat Kimia pada air limbah adalah Kandungan bahan kimia yang terdapat pada air limbah dapat merugikan lingkungan. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam air limbah, serta menimbulkan rasa bau tak sedap dan berbahaya bila bahan tersebut unsur beracun. Dalam air limbah dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Bahan Organik

Zat padat tersebut merupakan bagian dari kelompok binatang, tumbuhan serta kegiatan manusia yang berhubungan dengan komponen bahan komponen organik tiruan. Pada umumnya bahan organik berisikan komposisi dari karbon, hidrogen, dan oksigen bersama-sama nitrogen, belerang, fosfor dan besi. Semakin banyak jumlah dan jenis bahan organik dalam air limbah akan pengolahan, sebab beberapa zat tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

2. Bahan Anorganik

Beberapa komponen organik dari air limbah merupakan komponen penting untuk pengawasan air yang ada di lingkungan. Kandungan bahan organik akan meningkat sejalan dan dipengaruhi oleh formasi biologis dan asal air buangan tersebut. Yang termasuk bahan organik adalah klorida, nitrogen, fosfor, dan mineral-mineral lainnya.

2.3.4 Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air buangan dibedakan atas tiga karakteristik, yaitu:

1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik meliputi derajat kekotoran air limbah yang dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat. Adapun sifat fisik tersebut adalah kekeruhan, suhu, rasa, warna dan bau. Kekeruhan pada limbah disebabkan oleh zat pencemar yaitu suspended solid yang dapat mengganggu jalannya proses penjernihan pada air dan mengganggu struktur lapisan dasar tanah. Oleh karenanya suspended solid dalam limbah ini harus dihilangkan terlebih dahulu agar limbah tersebut aman bagi lingkungan.

2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia terbagi tiga kategori, yaitu bahan organik, bahan anorganik dan gas-gas. Untuk bahan organik meliputi protein, karbohidrat, minyak, lemak, deterjen dan fenol. Untuk bahan anorganik meliputi derajat keasaman (pH), logam berat dan kesadahan.

3. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi limbah merupakan hal yang penting karena terdapat beribu-ribu bakteri mikroorganisme lain terdapat didalam air limbah yang belum diolah, Pengolahan terhadap senyawa ini perlu dilakukan sebelum air buangan tersebut memasuki badan air.

2.4 Parameter Penelitian:

Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-)

Nitrat dalam tanah dan air terbanyak dibuat oleh mikroorganisme dengan cara biologis. Nitrat dapat terbentuk karena tiga proses, yakni badai listrik, organisme pengikat nitrogen, dan bakteri yang menggunakan amoniak. Ketiganya tidak dibantu oleh manusia. Tetapi jika manusia membuang kotoran dalam air, maka proses ketiga akan meningkat, karena kotoran banyak mengandung amoniak. Pada penanganan polusi air, nitrifikasi adalah proses biologis yang akan mengoksidasi ion ammonium menjadi bentuk nitrit atau nitrat. Bahan organik yang mengandung unsure nitrogen bila mengalami oksidasi pada perlakuan penanganan limbah secara biologis maka akan menghasilkan ammonia dari persenyawaan yang terbentuk dan persenyawaan tersebut akan dijumpai dalam bentuk larutan.

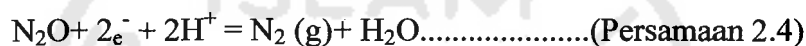
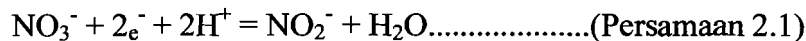
Nitrogen dalam bentuk ammonia dapat digunakan sebagai sumber nitrogen dan energi bagi bakteri pembentuk nitrit dan nitrat atau bakteri nitrifikasi. Beberapa jenis bakteri mampu menggunakan nitrat yang terbentuk sebagai penerima elektron seperti halnya oksigen. Untuk mereduksi nitrat dikenal dalam 2 jenis peruraian yaitu asimilasi dan desimilasi. Asimilasi adalah peruraian nitrat menjadi persenyawaan ammonia yang akan bereaksi menjadi molekul organik dan desimilasi adalah peruraian yang menghasilkan molekul nitrogen sebagai produksi akhir. Proses ini secara umum dikenal dengan denitrifikasi.

Denitrifikasi adalah proses reduksi nitrat dan nitrit dimana nitrat digunakan sebagai terminal hydrogen pada saat potensial oksigen rendah dalam limbah. Proses denitrifikasi yang biasa terjadi pada limbah dan juga tanah, laju kecepatan merupakan fungsi dari laju kecepatan respirasi mikroba, kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba dan ketersediaan nitrit dan nitrat pada substrat. Komposisi gas yang dihasilkan juga akan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Produk akhir yang dihasilkan dari peruraian dan nitrat adalah gas nitrogen (N_2) atau (N_2O). Dalam proses anaerobik akan terjadi proses denitrifikasi yaitu nitrat (NO_3^-), sebagai elektron aseptor akan direduksi kedalam bentuk nitrogen, N_2O dan N_2 (gas). Langkah – langkah denitrifikasi yaitu Nitrat (NO_3^-) menjadi Nitrit (NO_2^-), Nitrous Okside

(N₂O), dan gas N₂. Bakteri yang berperan dalam proses ini yaitu *Proteobacteria* seperti *Pseudomonas*, *Alkaligenes*, *Paracoccus*, dan *Thiobacilus* (Rittman, 1997).

Selain itu dalam proses anaerobik juga terjadi proses fiksasi Nitrogen yaitu reduksi gas nitrogen (N₂) menjadi amoniak dimana yang berperan dalam proses ini adalah *cyanobacteria* (*Rizobiaceae*, *azotobacteraceae*, beberapa *bacillus* dan *clostridium spp*).

Reaksi denitrifikasi seperti pada persamaan berikut ini:



Reaksi fiksasi Nitrogen seperti pada persamaan berikut ini:



Sehingga dari kedua reaksi tersebut dalam proses anaerobik akan menurunkan konsentrasasi nitrat dan akan menghasilkan amonium.

Sumber nitrat sukar dilacak disungai atau didanau. Karena merupakan nutrien, nitrat mempercepat tumbuh plankton. Nitrat dapat menurunkan oksigen terlarut, menurunkan populasi ikan, bau busuk, rasa tidak enak dan kurang enak untuk rekreasi.

Penelitian terhadap nitrit menunjukkan jumlah zat nitrogen yang hanya sebagian saja mengalami oksidasi. Dengan demikian nitrit merupakan suatu tingkat peralihan dalam proses perubahan zat organik kedalam bentuk yang tetap. Nitrit, oleh karena itu, tidak dapat diketemukan dalam air limbah baru kecuali dalam jumlah kecil sekali, akan tetapi didalam air limbah yang sudah basi, nitrit dapat saja lebih unggul. Namun demikian, nitrit itu tidak tetap dan dapat merosot menjadi amoniak atau dioksidasikan menjadi nitrat; kehadiran mereka pada umumnya menunjukkan bahwa perubahan sedang berlangsung. Nitrogen nitrit jarang terjadi dalam konsentrasi-konsentrasi yang lebih besar dari 1 mg/l didalam air limbah dan selokan-selokan, tetapi apabila saringan kecil meluap atau apabila pengaturan pembagian air limbah salah, nitrit cenderung untuk meningkat, mungkin disebabkan karena oksidasi amoniak yang

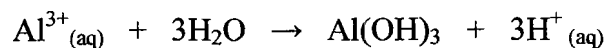
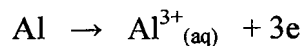
tidak lengkap atau karena menurunnya NO_3^- menjadi NO_2^- . Terdapatnya nitrit dengan demikian dapat menunjukkan adanya air limbah yang pembenahannya tidak sempurna. Nitrogen nitrit dapat diukur dalam jumlah-jumlah yang sedikit sekali yang menjadikan suatu ujicoba yang berguna untuk menunjukkan tentang adanya perubahan-perubahan yang sangat maju sementara perubahan sedang berlangsung. Tujuan pengolahan limbah cair adalah menurunkan kadar zat-zat yang terkandung dalam air limbah sampai memenuhi persyaratan effluent yang berlaku dan untuk melindungi kesehatan masyarakat (Djajadiningrat 1992). Air limbah pada umumnya mengandung bahan organik yang pengolahannya dapat dilakukan dengan proses biologis. Menurut Tjokrokusumo (1995) sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologis dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Pengolahan biologis pada dasarnya merupakan pengolahan air buangan dengan memanfaatkan mikroorganisme aktif yang dapat menstabilisir air buangan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan partikel *koloid* yang tidak terendapkan, dan penguraian zat organik oleh mikroorganisme menjadi zat-zat yang stabil (Djajadiningrat, 1992).

2.5 Elektrokoagulasi

Proses koagulasi adalah proses pencampuran koagulan dengan air sedemikian rupa sehingga membentuk campuran yang homogen, yaitu koagulan tersebar merata di setiap bagian air. Koagulan yang tersebar merata disebut inti flok. Jadi larutan homogen pada proses koagulasi yaitu inti flok yang berasal dari koagulan akan tersebar merata di seluruh bagian air.

Proses elektrokoagulasi merupakan suatu proses koagulasi kontinue dengan menggunakan arus listrik searah melalui peristiwa elektrokimia yaitu gejala dekomposisi elektrolit, dimana salah satunya terbuat dari aluminium. Dalam proses ini akan terjadi proses reaksi reduksi oksidasi, yang mengandung logam-logam akan direduksi dan diendapkan di kutub negative sedangkan elektroda positif (Al) akan teroksidasi menjadi $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ yang berfungsi sebagai koagulan (Edi, H, 2005).

Reaksi pembentukan inti flok $[Al(OH)_3]$ sebagai hasil reaksi oksidasi aluminium:



Proses elektrokoagulasi memiliki kelebihan dan kekurangan dalam mengolah limbah cair. Adapun kelebihan adalah sebagai berikut:

1. Elektrokoagulasi memerlukan peralatan yang sederhana.
2. Elektrokoagulasi merupakan proses yang tidak menggunakan bahan kimia sehingga tidak memerlukan penetral, dan tidak ada kemungkinan terjadinya polusi.
3. Dapat memberikan efisiensi proses yang cukup tinggi untuk berbagai kondisi dikarenakan tidak dipengaruhi temperature, pH tanpa menggunakan bahan kimia tambahan.

Adapun kelemahan dari proses elektrokoagulasi yaitu tidak dapat digunakan untuk mengolah limbah cair yang mempunyai sifat elektrolit cukup tinggi dikarenakan akan terjadi hubungan singkat antar elektroda. Besarnya reduksi logam berat dalam limbah cair dipengaruhi oleh besar kecilnya arus voltase listrik searah pada elektroda, luas sempitnya bidang kontak elektroda dan jarak antar elektroda.

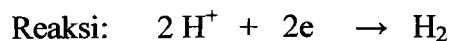
Reaksi kimia yang terjadi pada proses elektrokoagulasi yaitu reaksi reduksi oksidasi yaitu sebagai akibat adanya arus listrik (DC). Pada reaksi ini terjadi pergerakan dari ion-ion yaitu ion positif bergerak katoda yang bermuatan negatif dan ion-ion ini disebut kation (bermuatan positif) sedangkan ion-ion negatif bergerak ke anoda yang bermuatan positif yang kemudian ion-ion tersebut dinamakan sebagai anion (bermuatan negatif).

Elektroda dalam proses elektrokoagulasi merupakan salah satu alat untuk menghantarkan atau menyampaikan arus listrik ke dalam larutan agar larutan tersebut terjadi suatu reaksi (perubahan kimia). Elektroda tempat terjadi reaksi reduksi disebut katoda sedangkan tempat terjadinya reaksi oksidasi disebut anoda. Sehingga reaksi yang terjadi pada elektroda tersebut sebagai berikut:

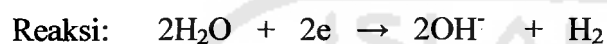
a. Reaksi pada katoda

Pada katoda akan terjadi reaksi-reaksi reduksi terhadap kation, yang termasuk dalam kation ini adalah ion H^+ dan ion-ion logam.

1. Ion H^+ dari suatu asam akan direduksi menjadi gas hidrogen yang akan bebas sebagai gelembung-gelembung gas.



2. Jika larutan mengandung ion-ion logam alkali, alkali tanah, maka ion-ion ini tidak dapat direduksi dari larutan yang mengalami reduksi adalah pelarut (air) dan terbentuk gas hidrogen (H_2) pada katoda.

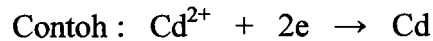
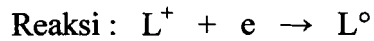


Dari daftar E° (deret potensial logam atau deret volta) maka akan diketahui bahwa reduksi terhadap air limbah lebih mudah berlangsung dari pada reduksi terhadap pelarutnya (air): K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, (H), Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pt, Au.

Dengan memakai deret volta, kita memperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

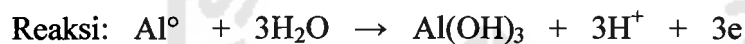
- a. Logam-logam yang terletak di sebelah kiri H memiliki E° negatif sedangkan logam-logam yang terletak di sebelah kanan H memiliki E° positif .
- b. Makin ke kanan letak suatu logam dalam deret volta, harga E° besar. Hal ini berarti bahwa logam-logam di sebelah kanan mudah mengalami reduksi serta sukar mengalami oksidasi.
- c. Makin ke kiri letak suatu unsur dalam deret volta, harga E° makin kecil. Hal ini berarti bahwa logam-logam di sebelah kiri sukar mengalami reduksi serta mudah mengalami oksidasi.
- d. Oleh karena unsur-unsur logam cenderung melepaskan elektron (mengalami oksidasi), maka logam-logam di sebelah kiri merupakan logam-logam yang aktif (mudah melepaskan elektron), sedangkan logam-logam di sebelah kanan merupakan logam-logam yang sukar melepaskan elektron. Emas terletak di ujung paling kanan, sebab emas paling sukar teroksidasi.

- e. Makin ke kanan, sifat reduktor makin lemah (sukar teroksidasi). Makin ke kiri, sifat reduktor makin kuat (mudah teroksidasi). Itulah sebabnya, unsur-unsur dalam deret volta hanya mampu mereduksi unsur-unsur di kanannya, tapi tidak mampu mereduksi unsur-unsur di kirinya.
3. Jika larutan mengandung ion-ion logam lain maka ion-ion logam akan direduksi menjadi logamnya dan terdapat pada batang katoda.

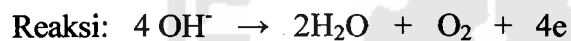


b. Reaksi pada anoda

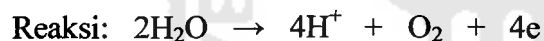
1. Anoda terbuat dari logam aluminium akan teroksidasi.



2. Ion OH^- dari basa akan mengalami oksidasi membentuk gas oksidasi (O_2).



3. Anion-anion lain (SO_4^- , SH_3^-) tidak dapat dioksidasi dari larutan, yang akan mengalami oksidasi adalah pelarutnya (H_2O) membentuk gas oksigen (O_2) pada anoda.



Dari reaksi-reaksi yang terjadi dalam proses elektrokoagulasi, maka pada katoda akan dihasilkan gas hidrogen dan reaksi ion logamnya. Sedangkan pada anoda akan dihasilkan gas halogen dan pengendapan flok-flok yang terbentuk (Lowenheim, 1978).

Apabila dalam suatu elektrolit ditempatkan dua elektroda dan dialiri arus listrik searah, maka akan terjadi peristiwa elektrokimia yaitu gejala dekomposisi elektrolit, dimana ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi (Johanes, 1978).

Karena dalam proses elektrokoagulasi ini menghasilkan gas yang berupa gelembung-gelembung gas, maka kotoran-kotoran yang terbentuk yang ada dalam air akan terangkat ke atas permukaan air. Flok-flok yang terbentuk ternyata mempunyai

ukuran yang relatif kecil sehingga flok-flok yang terbentuk tadi lama-kelamaan akan bertambah besar ukurannya.

Proses pengendapan adalah pemisahan dengan pengendapan secara gravitasi dari partikel-partikel padat di dalam air. Proses dimaksud dapat menurunkan partikel-partikel discret yang mengendap dengan kecepatan konstan dan pengendapan partikel-partikel flok yang mempunyai kecepatan mengendap dipengaruhi pertambahan floknya sendiri (Benny Chotib, 1998).

2.5.1 Sel Elektrolisis

Suatu zat yang dapat menerima ion-ion atau menyerahkan ion dimana ia tercelup di dalam suatu larutan dinamakan elektrokimia. Sel elektrokimia yang bila diterusi arus listrik menghasilkan reaksi reduksi pada katoda dan anoda (ansory, 1978).

Elektroda dalam proses elektokoagulasi sangat penting, karena elektroda merupakan salah satu alat untuk menghantarkan atau menyampaikan arus listrik kedalam larutan agar larutan tersebut terjadi suatu reaksi (perubahan kimia). Elektroda yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari bahan tembaga dan aluminium. Karena selain mudah didapat di pasaran juga mempunyai sifat yaitu tahan terhadap korosi, merupakan penghantar yang baik, merupakan konduktor yang kuat dan dapat mereduksi dan mengoksidasi logam (Danith, 1994).

2.5.2 Tembaga (Cu)

Tembaga dengan nama kimia cuprum dilambangkan dengan nama Cu. Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Dalam table periodic unsur-unsur kimia tembaga mempunyai nomor atom (NA) 29 dan mempunyai bobot atau berat atom (BA) 63,546. Tembaga murni berwarna merah dan bersifat ulet, oleh karena itu dapat dikerjakan dengan baik secara penempaan, pengelasan dan lainnya. Berat jenis tembaga murni adalah 8,29. Tembaga dalam perdagangan umumnya kurang murni dan kurang padat, karena berat jenisnya rata-rata hanya 8,2 (Wilogo, 1982). Terhadap unsur kimia tembaga kurang dapat bertahan, dalam lingkungan udara yang

lembab bagian luar tembaga tersebut akan tertutup suatu lapisan kulita yang berwarna hijau yaitu tembaga asam arang (platina).

Menurut Hartono dan Kaneko (1992), tembaga mempunyai sifat yang elektropositif (mulia), tembaga mudah diendapkan oleh logam yang daya hantar listriknya lebih tinggi.

2.5.3 Alumunium

Alumunium termasuk dalam periode ketiga dalam sistem yang masuk unsur logam dan termasuk kedalam III A.

Sifat-sifat alumunium menurut Sawyer (1978) adalah:

1. Sifat fisik
 - i. Berwarna keperakan
 - ii. Mempunyai kerapatan 2,7 gr/ml
 - iii. Titik leleh 660° C
 - iv. Titik didih 2.400° C
 - v. Merupakan penghantar listrik yang baik
 - vi. Tahan terhadap korosi.
2. Sifat kimia
 - a. Alumunium merupakan konduktor yang kuat dengan nilai potensial 1.66 volt.
 - b. Dalam bentuk bubuk, alumunium mudah terbakar, menghasilkan panas. Reaksi 339 Kkal
 - c. Alumunium dapat bereaksi dengan asam basa, karena bersifat amfoter. Unsur lain yang termasuk amfoter adalah Zn,Mn,Sn,Pb,Sb

Alumunium digunakan antara lain untuk:

1. Mereduksi dan mengoksidasi logam;
2. Alumunium sulfat $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 17H_2O]$ digunakan untuk pengolahan
3. Alumunium dibuat katalis. (Sawyer, 1978)

2.6 Arus Listrik

Dalam proses elektrokoagulasi arus yang digunakan yaitu arus searah yang berfungsi sebagai sumber listrik yang dapat memberikan arus listrik secara konstan terhadap waktu. Sehingga disebut searah karena medianya selalu sama meskipun besarnya berubah-ubah (Johanes, 1978).

Dalam hal ini arus didefinisikan sebagai jumlah perpindahan rata-rata dari muatan positif yang melewati per satuan waktu.

$$i = \frac{Q}{t}$$

Satuan MKS dari arus adalah 1 coulomb per detik disebut 1 ampere. Banyak zat yang dihasilkan dari reaksi elektrokoagulasi sebanding dengan banyaknya arus listrik yang dialirkan ke dalam larutan. Hal ini dapat digambarkan dengan hukum

Faraday I:

$$\frac{Q}{t} = \frac{ixt}{F}$$

Dimana:

W = massa zat yang dihasilkan

e = bobot ekivalen = $\frac{Ar}{n}$

i = arus dalam ampere

t = waktu dalam satuan detik

F = tetapan Faraday dimana 1 faraday = 96500 coulomb

i x t = arus dalam satuan coulomb

$\frac{ixt}{F}$ = arus dalam satuan faraday

$\frac{W}{e}$ = gram ekivalen (grek)

Grek adalah mol elektron dari suatu reaksi yang sama dengan perubahan bilangan oksidasi 1 mol zat. Maka dari rumus di atas diperoleh:

Jumlah = grek = mol elektron.

Dalam penentuan massa zat yang dihasilkan dalam reaksi elektrokoagulasi, biasanya data yang diketahui adalah A_r bukan $e = \frac{A_r}{n}$, sehingga rumus Faraday I menjadi:

$$W = \frac{exit}{F}$$

Dimana: n = valensi atau banyaknya mol elektron untuk setiap 1 mol zat.

2.7 Baffle Channel Flocculator

Pada penelitian ini sebagai pengaduk lambatnya digunakan *baffle channel flocculator*. *Baffle channel flocculator* ini termasuk jenis pengadukan hidrolis, yang mana pengadukan ini memanfaatkan gerakan air sebagai tenaga pengadukan. Pada pengadukan lambat ini, energi hidrolis yang diharapkan cukup kecil dengan tujuan menghasilkan gerakan air yang mendorong kontak antar partikel tanpa menyebabkan pecahnya gabungan partikel yang telah terbentuk. (Masduqi dan Slamet, ITS 2002).

Bak ini bertujuan menghasilkan gerakan air yang mendorong kontak antar partikel tanpa menyebabkan pecahnya gabungan partikel yang telah terbentuk ini bisa tercapai bila energi hidrolis yang diharapkan cukup kecil. Flokulator jenis ini umumnya dibuat secara seri seiring penurunan nilai G agar diperoleh pencampuran sempurna, yaitu partikel dapat saling berkontak, sehingga diperoleh hasil akhir yang memuaskan.

2.8 Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu unit operasi untuk menghilangkan materi tersuspensi atau flok kimia secara gravitasi. Proses prasedimentasi pada pengolahan air limbah umumnya untuk menghilangkan padatan tersuspensi sebelum dilakukan proses pengolahan selanjutnya.

Sedimentasi lazim dikerjakan pada sumber air baku yang akan diolah menjadi air bersih. Pengendapan/sedimentasi adalah proses fisik yang memisahkan antara padat dengan cairan dengan menggunakan cara gravitasi (Tjokrokusumo, 1998).

Sedimentasi dapat dikatakan pula unit operasi yang bertujuan untuk mengurangi salah satu parameter fisis yaitu kekeruhan, kekeruhan ini adalah masuknya hasil penggerusan batuan yang dilalui selama perjalanan air mulai dari sumber sampai ke instalasi pengolahan (Agus Jatnika Efendi, 1996).

Kebanyakan *impurities* air hadir dalam bentuk material tersuspensi yang tetap melayang-layang atau mengambang dalam cairan yang mengalir akan tetapi dapat bergerak ke arah vertikal (ke bawah) akibat pengaruh gravitasi jika berada dalam cairan diam (*quiescent*) atau *semi-quiescent*. Biasanya berat jenis partikel tersebut lebih besar daripada berat jenis cairan disekelilingnya sehingga sedimentasi dapat terjadi.

Tipe Bak Sedimentasi dapat dibagi menjadi:

a. Rectangular tanks

Bak ini berbentuk segi empat, terkadang dilengkapi dengan *baffle* yang berfungsi untuk memperbesar beban permukaan, untuk mengurangi kecepatan aliran air, dan juga berfungsi untuk menghindari adanya aliran pendek (*short circuiting*).

b. Circular tanks

Circular tanks dapat dibedakan dua macam berdasarkan pada aliran air yang masuk ke dalam *tanks*, yaitu:

o *Radial flow circular tanks*

Air masuk melalui pipa *inlet* yang diletakkan di pusat tangki pengendap, kemudian oleh *deflektor* air dialirkan ke arah radial-horizontal menuju tepi tangki pengendap (*outlet*). Lumpur endapan mengumpul di pusat tangki.

o *Circumferensial flow circular tank*

Air baku masuk ke dalam tangki pengendap melalui beberapa celah *inlet*, kemudian oleh lengan putar, air yang masuk dialirkan ke sekeliling lingkaran bak pengendap. Bersamaan dengan itu lumpur endapan dapat mengendap ke dasar bak dan terkumpul dalam zona lumpur, sedangkan air bersih masuk ke dalam *outlet* tangki pengendap.

○ *Hopper bottom tanks (vertikal flow tanks)*

Air baku dialirkan secara vertikal (baik ke bawah maupun ke atas). Pada pusat tangki diletakkan *deflector* dimana air baku masuk dari bagian atas ke dalam *deflector*, kemudian air turun ke bawah serta keluar lagi dari *deflector* menuju *outlet*. Partikel suspensi akan mengumpul pada zona lumpur sewaktu aliran ke bawah. Pada saat aliran ke atas (*up flow*), partikel-partikel suspensi tidak akan ikut aliran air ke atas, oleh karena partikel lumpur memiliki berat jenis yang lebih besar dibandingkan dengan air.

Kriteria-kriteria yang diperlukan untuk menentukan ukuran bak sedimentasi adalah: surface loading (beban permukaan), kedalaman bak dan waktu tinggal.

2.9 Filtrasi

Tujuan penyaringan adalah untuk memisahkan padatan tersuspensi dari dalam air yang diolah. Pada penerapannya filtrasi digunakan untuk menghilangkan sisa padatan tersuspensi yang tidak terendapkan pada proses sedimentasi. Pada pengolahan air buangan, filtrasi dilakukan setelah pengolahan kimia-fisika atau pengolahan biologi.

Unit filtrasi adalah suatu proses penjernihan air dari unit sedimentasi dilewatkan pada suatu media saringan sehingga terjadi pemisahan antara air dengan partikel-partikel yang tersuspensi dan koloid. Filtrasi diperlukan untuk menyempurnakan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, rasa, bau dan Fe sehingga diharapkan diperoleh air yang bersih yang memenuhi standart kualitas air minum.

Filter dibedakan menjadi dua macam yaitu saringan pasir lambat dan saringan pasir cepat. Saringan pasir lambat dikembangkan pada tahun 1829 oleh James Simpson pada perusahaan air minum Inggris. Saringan pasir cepat dikembangkan di USA selama periode tahun 1900-1910. Saringan pasir cepat lebih banyak dimanfaatkan dalam sistem pengolahan air minum. Filter juga dapat dibagi berdasarkan cara pengalirannya, yaitu *gravity filter* dan *pressure filter*.

Dalam proses filtrasi dapat dihilangkan bakteri, warna, bau, rasa serta kadar Fe. Proses yang terjadi pada filter adalah:

★ **Penyaringan mekanis**

Proses ini dapat terjadi pada filter cepat maupun lambat. Media yang dipergunakan dalam filtrasi adalah pasir yang mempunyai pori-pori yang cukup kecil. Dengan demikian partikel-partikel yang mempunyai ukuran butir lebih besar dari pori-pori media dapat tertahan.

★ **Pengendapan**

Proses ini hanya dapat terjadi pada filter lambat. Ruang antar butir pasir berfungsi sebagai bak pengendap kecil. Partikel-partikel yang mempunyai ukuran kecil sekalipun, serta koloidal dan beberapa macam bakteri akan mengendap dalam ruang antar butir pasir (*adsorpsi*).

★ **Biological Action**

Proses ini hanya dapat terjadi pada filter saringan lambat. Suspensi-suspensi yang terdapat di dalam air mengandung organisme-organisme seperti alga dan plankton yang merupakan bahan makanan bagi jenis-jenis mikroorganisme tertentu. Organisme tersebut membentuk lapisan di atas media filter yang disebut dengan lapisan lendir (*smudt decke*) filter. Dengan adanya lapisan lendir ini mikroorganisme yang terdapat di dalam air akan tertinggal di situ, sehingga air filtrat tidak mengandung mikroorganisme/bakteri lagi.

Filter dibedakan menjadi 2 macam yaitu:

↳ **Saringan Pasir Lambat**

Adalah suatu alat untuk proses penjernihan air yang akan diolah, yang dilewatkan pada suatu media dengan kecepatan yang relatif rendah. Kecepatan ini dipengaruhi oleh diameter butiran pasir yang lebih kecil agar dapat menyaring bakteriologi di dalam air selain koloid yang ada dalam proses pengolahan sebelumnya.

Pencucian dilakukan dengan cara mengambil media filter bagian paling atas setebal 3-5 cm untuk dicuci di luar filter. Efisiensi dari saringan pasir lambat

cukup besar, kurang lebih 98 % - 99 % bakteri dapat tertahan sedangkan partikel-partikel suspensi hampir 100 %. Saringan ini juga menghilangkan efek bau, rasa dan warna dalam air.

↳ Saringan pasir cepat

Adalah suatu alat untuk proses penjernihan air, air yang akan diolah di lewatkan pada suatu media dengan kecepatan yang relatif tinggi. Selama proses tersebut kualitas air membaik dengan penyisihan sebagian materi yang tersuspensi, pengurangan jumlah bakteri dan organisme lain, dan perubahan-perubahan unsur kimia.

Berdasarkan medianya saringan dapat dibedakan menjadi:

1. Media tunggal

Media penyaringan hanya terdiri atas satu jenis media, yaitu pasir atau pecahan arang antrasit.

2. Media ganda

Media penyaringan terdiri atas dua jenis media yaitu biasanya digunakan antrasit dan pasir.

3. Multi media

Media penyaringan terdiri dari antrasit, pasir dan garnet.

2.10 Hipotesa

Berdasarkan perumusan masalah dan tujuan penelitian, maka dapat dikemukakan hipotesa sebagai berikut:

Variasi waktu kontak dan kuat arus berpengaruh terhadap efisiensi penurunan kadar nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) pada Lindi .