

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Proses Pembuatan Batik Secara Umum**

Teknik membuat batik adalah proses pekerjaan dari mori batik sampai menjadi kain batik. Proses pengolahan batik secara umum meliputi :

1. Proses persiapan bahan baku

a. Persiapan bahan baku mori

Proses persiapan bahan baku mori terdiri dari proses-proses penyediaan mori, perendaman, pengetelan, penganjian tipis, penghalusan permukaan mori dan pemolaan. Adapun maksud dari tahapan di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Perendaman dan pengetelan, dimaksudkan untuk menstabilkan dimensi, menghilangkan kanji dan zat finish lain,
- Penganjian tipis dilakukan untuk mendapatkan permukaan yang rata sehingga memudahkan proses pembatikan dan penghilangan lilin batik,
- Penghalusan permukaan mori dilakukan agar pemolaan dapat lebih mudah dilaksanakan.

b. Persiapan bahan baku lilin

Proses persiapan bahan baku lilin batik, lilin batik dibuat dari bermacam-macam bahan yang dicampur menjadi satu dengan

perbandingan tertentu sesuai dengan sifat lilin yang dikehendaki. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan lilin batik terdiri dari gondorukem, damar mata kucing, parafin, lilin tawon, gajih atau lemak binatang, minyak kelapa, dan lilin batik bekas lorodan, tetapi tidak semua bahan tersebut di atas ada dalam pembuatan lilin batik.

## 2. Proses pematikan

Adalah proses pelekatan lilin batik pada mori batik sesuai dengan pola yang diinginkan. Ada beberapa cara antara lain :

- a) Pelekatan lilin secara tulis dengan alat canting tulis, urutan pengerjaannya sebagai berikut :
  - Pematikan Klowong,
  - Pematikan Isen-isen,
- b) Pematikan Tembakan. pengerjaannya sebagai berikut :
  - Pematikan Klowong,
  - Pematikan Isen-isen,
  - Pematikan Tembakan.

Ketiga tahapan pematikan dengan alat canting tulis dikerjakan pada dua permukaan.

- c) Pelekatan lilin dengan alat cap, urutan pengerjaannya adalah sebagai berikut :
  - Pencapan Klowong dan Isen-isen.
  - Pencapan Tembakan.

Untuk bahan mori yang tebal dan rapat kedua urutan pengecapan dilakukan pada kedua permukaan bahan, sedangkan untuk bahan mori yang tipis pengecapan dilakukan hanya pada satu permukaan saja.

### 3. Proses pewarnaan

Proses pewarnaan batik dilakukan pada suhu kamar dan secara garis besar dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- a) Pewarnaan secara coletan, jenis warna yang digunakan antara lain zat warna rapid, zat warna indigosol dan zat warna reaktif.
- b) Pewarnaan secara celupan, zat warna yang digunakan dalam pewarnaan batik secara celupan antara lain zat warna naphthol, zat warna indanthrene, zat warna reaktif dan zat warna soja alam.

### 4. Proses pelepasan lilin batik

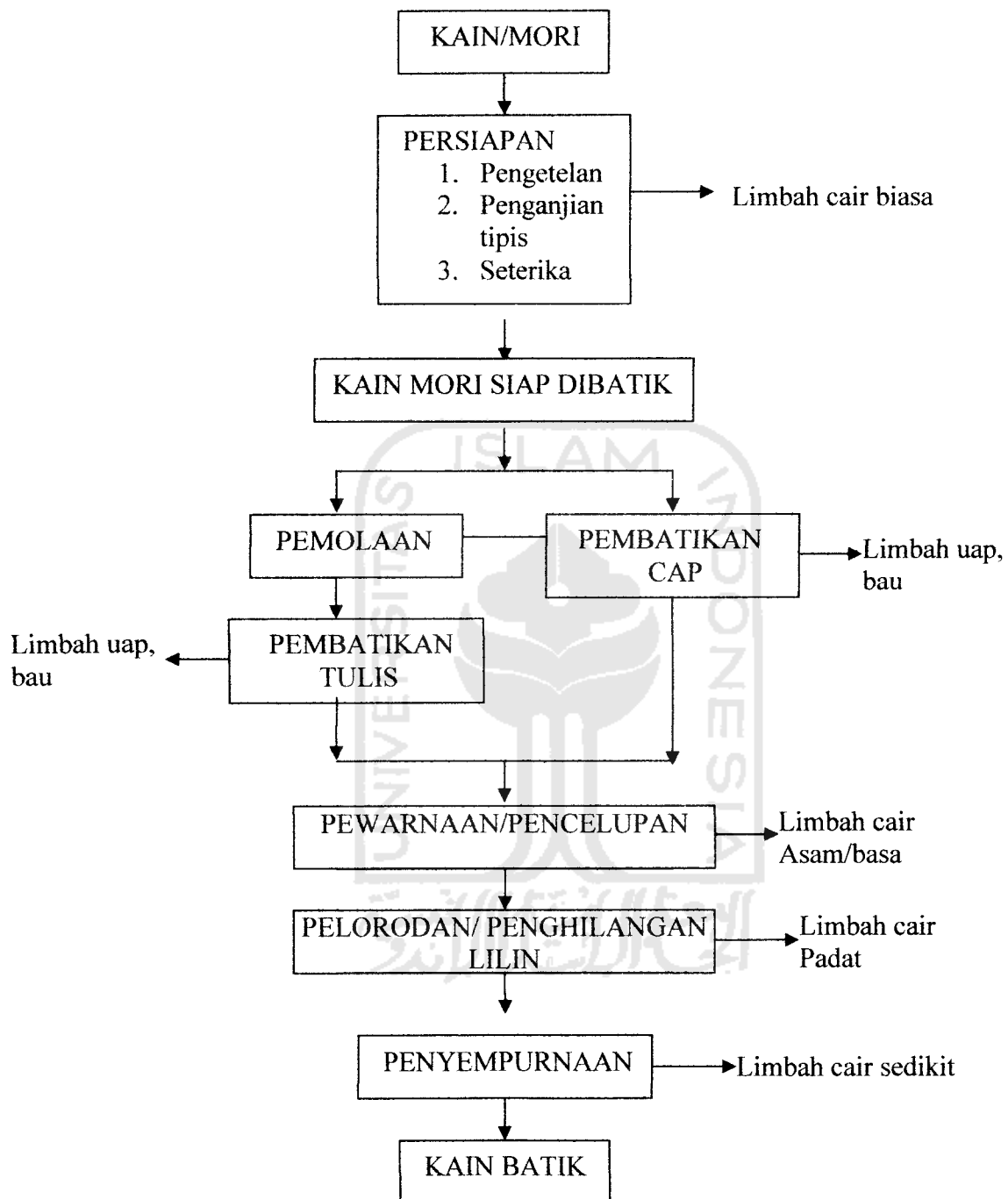
Terdiri dari 2 cara pelepasan, yaitu :

- a) Proses kerokan (proses pelepasan sebagian lilin), adalah proses pelepasan sebagian lilin batik dengan cara dikerok dan untuk penyempurnaan proses ini diperlukan adanya penyikatan dimana terlebih dahulu dalam larutan kostik soda.
- b) Proses lorodan (proses pelepasan seluruh lilin), adalah proses pelepasan lilin batik dengan cara direbus dalam air mendidih yang diberi kanji atau soda atau natrium silikat tergantung jenis bahan zat warna yang digunakan supaya proses pelepasan lilin secara keseluruhan dapat sempurna.

#### 5. Proses penyelesaian

Maksud dari proses penyelesaian adalah memperbaiki penampilan produk batik yang dihasilkan, termasuk meningkatkan ketahanan warna dan pengemasan (Anonim, 1985).





Gambar 2.1. Alur proses pembuatan batik beserta limbahnya

Sumber : Anonim,1997

## 2.2. Limbah Industri Batik

Kualitas limbah cair industri batik sangat tergantung jenis proses yang dilakukan, pada umumnya limbah cair bersifat basa dan kadar organik yang tinggi yang disebabkan oleh sisa-sisa pembatikan.

Pada proses pencelupan (pewarnaan) umumnya merupakan penyumbang sebagian kecil limbah organik, namun menyumbang warna yang kuat, yang mudah terdeteksi, dan hal ini dapat mengurangi keindahan sungai maupun perairan.

Pada proses persiapan, yaitu proses *nganji* atau menganji, menyumbang zat organik yang banyak mengandung zat padat tersuspensi. Zat padat tersuspensi apabila tidak segera diolah akan menimbulkan bau yang tidak sedap dan dapat digunakan untuk menilai kandungan COD dan BOD.

Kebanyakan penggunaan bahan pencelup dengan struktur molekul organik yang amat stabil tidak dapat dihancurkan dengan proses biologis, untuk menghilangkan warna air limbah yang efisien dan efektif adalah dengan perlakuan secara biologis, fisik dan kimia (Datye, 1984).

## 2.3. Karakteristik Air limbah Batik

Karakteristik air limbah dapat digolongkan dalam sifat fisika, kimia dan biologi, namun untuk limbah cair industri kecil batik biasanya hanya terdiri dari karakteristik fisika dan kimia.

### 1. Karakteristik fisik

Parameter yang tergolong karakteristik fisik, yaitu :

a. Zat padat (solid)

Penyebab adanya zat padat dalam air biasanya benda organik dan anorganik yang terlarut maupun tidak terlarut dalam air limbah. Pengaruh yang dapat ditimbulkan oleh adanya zat padat dalam air limbah adalah jumlah organik padat, garam juga merupakan petunjuk pencemaran atau kepekatan limbah meningkat.

Limbah cair industri batik juga mengandung zat padat. Berdasarkan ukuran partikel, zat padat dibedakan dalam padatan terlarut, koloid dan suspensi. Dalam industri batik beberapa zat warna dan kimia merupakan padatan terlarut, misalnya : larutan zat warna reaktif, kostik soda, asam dan zat pembasah. Sedangkan yang merupakan padatan koloid dan tersuspensi, misalnya : gabungan zat warna Naphtol dan garam Diazo, zat warna Indigosol, Rapid, tapioka dan lilin batik.

b. Suhu

Suhu mempunyai pengaruh besar terhadap kelarutan oksigen. Kenaikan suhu air menyebabkan oksigen terlarut dalam air menurun. Kenaikan suhu diakibatkan oleh adanya bahan pencemar di dalam air. Pengaruh terhadap besarnya suhu mempengaruhi kehidupan biologis kelarutan oksigen/gas lain, juga kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan.

Suhu limbah cair terutama ditimbulkan dari proses yang menggunakan pemanasan.

c. Warna

Umur keadaan air limbah dapat ditandai dari warna dan bau air limbah, yang baru biasanya berwarna agak kelabu, tetapi apabila senyawa organik dipecah oleh bakteri, oksigen terlarut direduksi sampai nol dan warna berubah menjadi hitam. Pada keadaan ini limbah telah mengalami pembusukan.

Warna limbah cair batik terutama ditimbulkan oleh sisa-sisa zat warna yang masih ada dalam bekas larutan proses pencelupan. Selain mengganggu keindahan, beberapa zat warna diduga bersifat racun. Warna pada limbah cair industri batik umumnya sukar dihilangkan. Genangan air berwarna banyak menyerap oksigen terlarut, sehingga lama kelamaan membuat air berwarna hitam dan berbau.

d. Bau

Air buangan mempunyai bau seperti sabun atau lemak. Bau berasal dari bahan volatil, gas terlarut dan pembusukan bahan organik.

2. Karakteristik kimia

Senyawa organik maupun anorganik yang banyak terdapat dalam limbah cair industri batik berupa : karbohidrat, protein, lemak, sulfaktan, zat organik aromatik seperti zat warna, zat pencelupan, alkali, asam dan garam. Parameter-parameter kimia dinyatakan dalam indikasi sebagai berikut :



a. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD didefinisikan sebagai jumlah oksigen terlarut dalam limbah cair yang dipakai untuk menguraikan sejumlah senyawa organik dengan bantuan mikroorganisme pada kondisi dan waktu tertentu. Pada umumnya waktu untuk reaksi penguraian zat organik tersebut diambil lima hari sehingga ditulis dengan BOD<sub>5</sub> (Anonim, 1994).

Zat-zat organik dalam limbah cair terutama tersusun dari unsur-unsur C, H, O dan sedikit N, S yang berpotensi menyerap oksigen. Oksigen tersebut digunakan untuk menguraikan atau membongkar senyawa organik. Dengan demikian kadar oksigen dalam limbah cair lama kelamaan berkurang dan limbah cair bertambah keruh serta berbau.

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dibutuhkan pada kondisi khusus untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi (Sugiharto, 1989). COD juga merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan bahan-bahan organik yang ada di dalam air.

Nilai COD menunjukkan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik menjadi CO<sub>2</sub> dan air dengan perantara oksidator kuat dalam suasana asam.

c. pH

pH merupakan parameter penting untuk kehidupan biota air, tanaman dan industri. Limbah cair dikatakan bersifat asam apabila pH < 7 dan

alkalis atau basa apabila  $\text{pH} > 7$ . Air limbah proses penelupan batik, ada yang bersifat asam dan adapula yang bersifat basa.

d. Logam berat

Zat warna merupakan senyawa aromatik kompleks yang pada umumnya sukar diuraikan. Beberapa jenis zat warna mengandung logam-logam berat seperti Cr dan Cu, misalnya zat warna Ergan Soga. Disamping zat warna beberapa zat pembantu pencelupan juga mengandung unsur-unsur logam berat seperti : senyawa-senyawa khrom asetat, kalium bikromat, kalium permanganat. Zat warna Ergan Soga dan zat-zat pembantu seperti di atas sudah tidak dipakai lagi dalam pembatikan.

Tabel 2.1. Karakteristik Limbah Cair Industri Kecil Batik

No	Parameter	Satuan	Nilai	Baku Mutu
1.	pH	-	5.8	6 - 9
2.	BOD	mg/l	1260	30 - 300
3.	COD	mg/l	3039.7	60 - 600
4.	TSS	mg/l	855	100 - 400
5.	Minyak/Lemak	mg/l	60.0	1.0 - 20.0
6.	Phenol	mg/l	0.926	0.1 - 2.0
7.	Warna	PtCo	185	50
8.	Nitrat	mg/l	82.17	0.06 - 5.0
9.	Cr	mg/l	0.0	2.0
10.	Sisa Klor	mg/l	-	600 - 1200

(Sumber : Anonim, 1997)

## 2.4. Bahan Pencemar Limbah Batik

Pada setiap proses pembuatan batik akan menimbulkan bahan yang dapat mencemari lingkungan seperti dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 2.2. Zat Pencemar dalam Limbah Batik Cair Pada Proses Pembuatan Batik

No	Jenis Proses	Zat-zat Pencemar	Bahan pencemar
1.	Persiapan	Kanji, minyak kacang, soda abu.	Rendah (cair).
2.	Pembatikan	Uap lilin batik.	Kontak langsung (gas).
3.	Pewarnaan		
	a. Naphtol	Naphtol, Garam Diazonium, NaOH, TRO, Kanji.	Sangat tinggi (cair).
	b. Indigosol	Indigosol, NaNO <sub>2</sub> , HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , TRO, Kanji.	
	c. Reaktif Dingin	Reaktif, NaCl, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> , TRO, Kation Aktif, Kanji.	
	d. Rapid	Rapid, NaOH, Kanji.	
	e. Indanthreen	Indanthreen, NaOH, Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , TRO, NaCl, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> COOH, Kanji.	
4.	Pelepasan lilin batik	Lilin batik, minyak, Lemak, kostik soda, soda abu dan kanji.	Tinggi (cair, padat).
5.	Penyelesaian	Kanji, zat resin finishing.	Rendah (cair).

(Sumber : Baku Mutu : Kep. Gubernur Kepala DIY. No: 281/ KPTS/ 1998)

## 2.5. Pengaruh Limbah Industri Batik Terhadap Lingkungan

Air bekas cucian pembuatan batik yang menggunakan bahan-bahan kimia banyak mengandung zat pencemar/racun yang dapat mengakibatkan gangguan terhadap lingkungan, kehidupan manusia, binatang maupun tumbuhan. Zat warna dapat mengakibatkan penyakit kulit dan yang sangat membahayakan adalah dapat mengakibatkan kanker kulit (Sugiharto, 1987).

Dengan banyaknya zat pencemar yang ada di dalam air limbah, akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen yang terlarut dalam air. Hal ini mengakibatkan matinya ikan dan bakteri-bakteri di dalam air, juga dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman atau tumbuhan air, sehingga proses *self purification* yang seharusnya dapat terjadi pada air limbah menjadi terhambat (Sugiharto, 1987).

Semakin banyak zat organik dalam perairan akan mengalami pembusukan akibat selanjutnya adalah timbulnya bau hasil penguraian zat organik. Di samping bau yang ditimbulkannya, maka menumpuknya ampas akan memerlukan tempat yang banyak dan mengganggu keindahan tempat di sekitarnya. Dan selain bau dan tumpukan ampas yang mengganggu, maka warna air limbah yang kotor akan menimbulkan gangguan pemandangan.

## 2.6. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik

Maksud dan tujuan pengolahan limbah cair industri batik adalah untuk menghilangkan unsur-unsur pencemar dari limbah batik dan untuk mendapatkan

*effluent* dari pengolahan yang mempunyai kualitas yang dapat diterima oleh badan air penerima buangan tanpa gangguan fisik, kimia dan biologis.

Pengolahan adalah proses yang dilakukan sehingga menyebabkan terjadinya perubahan akibat proses fisika, kimia dan biologi dengan melibatkan satuan operasi atau satuan proses pada unit-unit bangunan pengolahan (Tjokrokusumo, 1995).

Ada tiga cara pengolahan air limbah batik berdasarkan karakteristik, yaitu :

1. Pengolahan limbah cair secara fisik

Bertujuan untuk menyisahkan atau memisahkan bahan pencemar tersuspensi atau melayang yang berupa padatan dari dalam air limbah. Pengolahan limbah cair secara fisik pada industri batik misalnya penyaringan dan pengendapan. Proses penyaringan dimaksudkan untuk memisahkan padatan tersuspensi atau padatan terapung yang relatif besar seperti lilin batik, zat-zat warna, zat-zat kimia yang tidak larut dan kotoran-kotoran pada limbah cair. Proses penyaringan ini dilakukan sebelum limbah tersebut mendapatkan pengolahan lebih lanjut. Sedangkan proses pengendapan ditujukan untuk memisahkan padatan yang dapat mengendap dengan gaya gravitasi.

2. Pengolahan limbah cair secara kimia

Bertujuan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), menetralkan limbah cair dengan cara menambahkan bahan kimia tertentu agar terjadi reaksi kimia untuk menyisahkan bahan polutan. Penambahan zat pengendap disertai dengan pengadukan cepat

menyebabkan terjadinya penggumpalan, hasil akhir proses pengolahan biasanya merupakan endapan yang kemudian dipisahkan secara fisika. Zat-zat pengendap yang ditambahkan biasanya adalah kapur, Fero Sulfat, Feri Sulfat, Aluminium Sulfat, Feri Khlorida dan sebagainya.

### 3. Pengolahan limbah cair secara biologi

Pengolahan secara biologi ini memanfaatkan mikroorganisme yang berada di dalam air untuk menguraikan bahan-bahan polutan. Pengolahan limbah cair secara biologi ini dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Pengolahan ini digunakan untuk mengolah air limbah yang *biodegradable*.

Pada dasarnya, reaktor pengolahan secara biologi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

- a) Reaktor pertumbuhan tersuspensi, di dalam reaktor ini mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi. Proses lumpur aktif, lagoon dan kolam oksidasi termasuk dalam jenis reaktor pertumbuhan tersuspensi.
- b) Reaktor pertumbuhan lekat, di dalam reaktor ini mikroorganisme tumbuh di atas media pendukung dengan membentuk lapisan film untuk melekatkan dirinya.

Proses pengolahan secara biologi pada prinsipnya dibedakan menjadi tiga jenis :

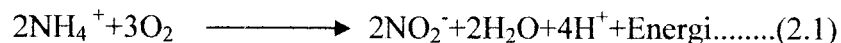
- Proses aerob, yang berlangsung dengan adanya oksigen,
- Proses anaerob, yang berlangsung tanpa adanya oksigen,

- Proses fakultatif, yang berlangsung dengan atau tanpa adanya oksigen.

## 2.7. Nitrifikasi

Setelah ion  $\text{NH}_4^+$  terbentuk melalui proses mineralisasi masih ada beberapa perjalanan dari nitrogen yang akan terjadi, diantaranya diserap oleh kar tanaman, atau digunakan oleh mikroorganisme *an-aerobik* dan diubah menjadi bahan organik, terjadi proses *ion exchange* oleh partikel tanah, atau akan mengalami proses nitrifikasi (Mitsch and Gosselink, 1993). Nitrifikasi merupakan proses oksidasi secara biologi dari ammonium-N menjadi Nitrat-N dengan Nitrit-N ( $\text{NO}_2^-$ ) sebagai produk *intermediate* (Lee. 1999).

Sebagian besar mikroorganisme yang menggunakan karbon organik sebagai sumber energi (*heterotroph*) dapat melakukan oksidasi kandungan nitrogen. Tetapi nitrifikasi secara autotroph umumnya secara dominan yang melakukan proses ammonium menjadi nitrat (Merz. 2000). Proses nitrifikasi dilakukan dengan bantuan dua grup bakteri kemoautotrophik yang dapat melakukan proses oksidasi. Langkah pertama (Mitsch and Gosselink, 1993) yaitu oksidasi ammonium menjadi nitrit:



Dilakukan dengan bantuan bakteri *Nitrosomonas sp*, walaupun beberapa spesies melakukan transformasi. Langkah kedua yaitu oksidasi nitrite menjadi nitrate :



Dilakukan oleh bakteri *Nitrobakter sp*.

Bakteri nitrifikasi memerlukan karbon dioksida sebagai sumber karbon dan akan berhenti berkembang serta melakukan proses nitrifikasi apabila persediaan karbon dioksida terbatas (Merz, 2000). Pertumbuhan bakteri nitrifikasi relatif sangat lambat dibandingkan dengan bakteri heterotrophik. Oleh karena itu diperlukan area permukaan yang luas untuk perkembangan biofilm yang merupakan cara untuk mengoptimalkan proses yang berpotensi untuk nitrifikasi.

Proses nitrifikasi dikontrol oleh beberapa faktor diantaranya: suplay dari ammonium, suplai dari oksigen, suplai dari karbon dioksida, kepadatan populasi dan bakteri nitrifikasi, temperatur, pH, dan alkalinitas (Merz, 2000).

## 2.8. Fiksasi Nitrogen

Dalam proses fiksasi nitrogen, N<sub>2</sub> akan direduksi menjadi amonium dan amoniumdikonversikan ke dalam bentuk organik. Proses reduksi ini dikatalisasi oleh enzim *nitrogenase*. Komponen enzim *nitrogenase* adalah tidak aktif dengan oksigen (Brock, 1984).

Nitrogen fiksasi adalah reduksi gas nitrogen menjadi ammonia. Fiksasi nitrogen ini, bakteri yang dapat melaksanakan proses ini yaitu tentunya prokariotik (disebut *diazotrop*) termasuk di dalam golongan ini yaitu *cyanobacteria* (*Azotobacteraceae*, *Methylococeaceae*, *Rhizobiaceae*, *Rhodospirillales*, beberapa *bacillus* dan *clostridium spp*) (Singleton, 1988).

Reaksi Fiksasi Nitrogen dapat dituliskan sebagai berikut :



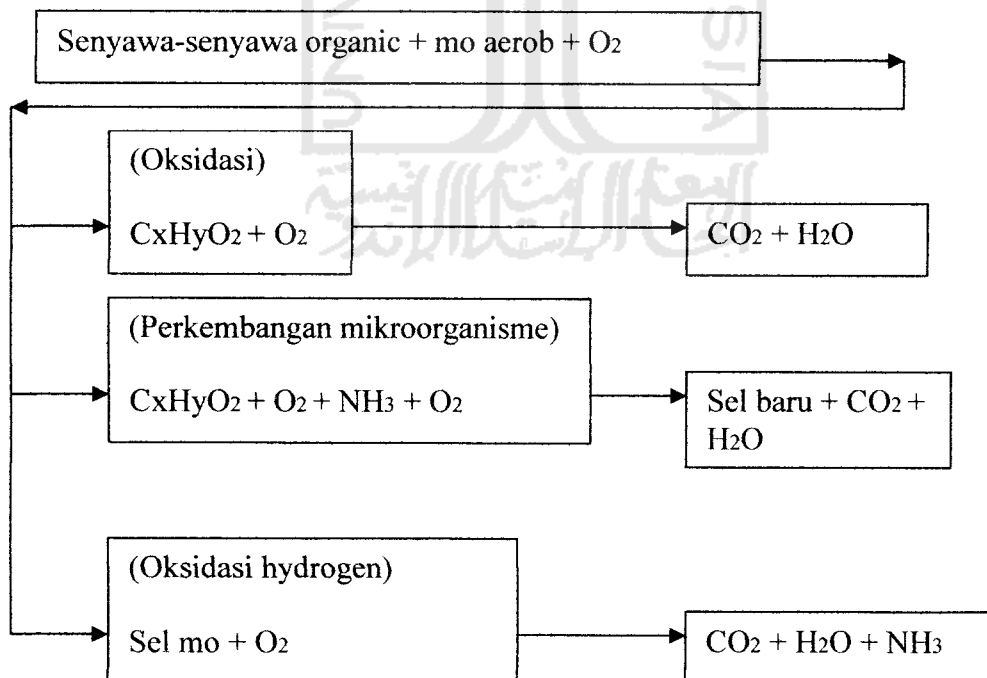


## 2.9. Proses Pengolahan Limbah Cair Secara Aerobik

Proses penanganan biologis secara aerobik berarti proses dimana terdapat oksigen terlarut. Oksidasi bahan organik menggunakan molekul oksigen sebagai elektron donor yang menghasilkan energi kimia untuk mikroorganisme. Sedangkan yang menjadi elektron akseptor adalah mikroorganisme aerobik. beberapa pengolahan limbah cair secara aerobik adalah lumpur aktif, trickling filter, kolam oksidasi, lagoon aerasi dan parit oksidasi (Jenie, B.S, 1995).

Senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair dapat dipecahkan oleh mikroorganisme aerobik menjadi senyawa-senyawa yang tidak mencemari, dimana pemecahan ini berlangsung dalam suasana aerobik atau ada oksigen.

Reaksinya adalah :



Gambar 2.2 Reaksi pemecahan senyawa organik dalam limbah cair secara aerobik

Senyawa-senyawa organik tersebut sebagian dipergunakan oleh mikroorganisme sendiri dan sebagian dipecahkan menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Penggunaan tersebut antara lain untuk pertumbuhan, perkembangan dan lain-lain. Setiap mikroorganisme dalam menjaga kelangsungan hidupnya selalu melakukan metabolisme, sehingga perlu penambahan senyawa-senyawa organik dan dihasilkan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{NH}_3$  (Anonim, 1987).

Selama berlangsungnya proses metabolisme oleh mikroorganisme terutama bakteri dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti :

- a. Jumlah seperti nutrisi
- b. Jumlah oksigen

Kedua faktor tersebut saling berkaitan di dalam membantu pertumbuhan bakteri selama sumber nutrisi cukup dan jumlah oksigen tidak berkurang, bakteri akan berkembang biak dan menghasilkan energi yang cukup untuk menguraikan senyawa organik. Aktivitas mikroorganisme akan merata selama perbandingan jumlah nutrisi cukup. Karena energi yang terbentuk dari penguraian senyawa organik akan membentuk protoplasma, maka proses akan berlangsung di dalam dua tahap, yaitu :

- a. Fase penambahan (nilai pertumbuhan)
- b. Fase pengurangan (nilai penurunan)

Pada fase pertumbuhan, jumlah nutrisi yang cukup akan menambah jumlah mikrobia, akan tetapi tidak membentuk flok. Sedangkan pada fase penurunan, konsentrasi organik akan turun dan akibatnya sumber nutrisi akan berkurang jumlahnya (Suriawira, U., 1985).

## 2.10. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Besar Kecilnya O<sub>2</sub> Di Dalam Air

Air dikategorikan sebagai air terpolusi jika konsentrasi O<sub>2</sub> terlarut menurun di bawah batas yang dibutuhkan untuk kehidupan biota.

- a. Penyebab utama berkurangnya O<sub>2</sub> terlarut di dalam air adalah adanya bahan-bahan buangan yang mengkonsumsi O<sub>2</sub>. Bahan-bahan tersebut terdiri dari bahan-bahan yang mudah dibusukkan atau dipecah oleh bakteri yang aktif memecah bahan-bahan tersebut. Oleh karena itu semakin tinggi kandungan bahan-bahan tersebut semakin berkurang konsentrasi O<sub>2</sub> terlarut.
- b. Difusi dengan udara  
Apabila udara semakin kencang mengenai air, maka akan terjadi gelombang yang akhirnya menyebabkan udara masuk ke dalam air yang dibutuhkan oleh mikroorganisme terutama bakteri aerobik.
- c. Gerakan air  
Air akan mengandung O<sub>2</sub> terlarut di dalamnya gerakan, misalnya grojokan. Grojokan secara langsung akan menambah besar kecilnya O<sub>2</sub> dalam perairan.
- d. Luas permukaan  
Apabila permukaan kolam semakin luas, maka sinar matahari dan angin akan masuk pada kolam tersebut semakin banyak. Dengan adanya sinar matahari yang menembus permukaan kolam semakin banyak akan membantu proses fotosintesa alga yang ada di dalam kolam.

e. Alga

Alga dalam perairan akan berfungsi sangat penting bagi menambah besar kecilnya O<sub>2</sub>. Semakin banyak alga yang berada di perairan maka proses fotosintesa semakin banyak pula dan tentunya dengan adanya sinar matahari proses fotosintesa akan menghasilkan O<sub>2</sub>.

Reaksinya :



### 2.11. Tujuan Aerasi dan Tipe-tipe Aerator

Tujuan dari proses aerasi menurut Fair dan Okum (1969) adalah :

1. Menambah kandungan O<sub>2</sub> pada air tanah atau menambah kadar DO sehingga unsur-unsur besi dan mangan yang ada pada air tanah akan menurun.
2. Mereduksi gas metan yang ada di dalam air guna mencegah ledakan/kebakaran.
3. Menurunkan dan mereduksi zat hidrogen sulfida yang menyebabkan bau dan rasa yang tidak sedap.
4. Mereduksi zat karbondioksida yang menyebabkan korosi pada logam.
5. Mereduksi substansi yang terdapat pada lapisan minyak yang menyebabkan bau dan rasa yang tidak enak akibat adanya mikroorganisme.

Aerator adalah alat yang digunakan untuk memasukkan oksigen ke dalam suatu zat, di mana oksigen akan membantu dalam proses pemurniannya.

Beberapa model aerator adalah sebagai berikut :

*a. Cascade aerator*

Pada dasarnya aerator ini terdiri atas 4-6 step/tangga, setiap tangga kira-kira ketinggiannya 30 cm dengan kapasitas kira-kira 0,01 m<sup>3</sup>/detik per m<sup>2</sup>. Untuk menghilangkan putaran (*turbulence*) guna menaikkan efisiensi aerasi. Hambatan sering ditepi peralatan setiap tangga. Keuntungan dari cascade ini adalah tidak diperlukan pemeliharaan.

*b. Submerged cascade aerator*

Aerator ini penangkapan udaranya terjadi pada saat air terjun dari lompongan tangga miring yang membawanya masuk ke dalam air yang dikumpulkan kelompongan di bawahnya. O<sub>2</sub> kemudian dipindahkan dari gelembung-gelembung udara ke dalam air. Total ketinggian jatuh kira-kira 1,5 m dibagi 3-5 tangga. Kapasitasnya bervariasi antara 0,005 dan 0,5 m<sup>3</sup> per meter luas.

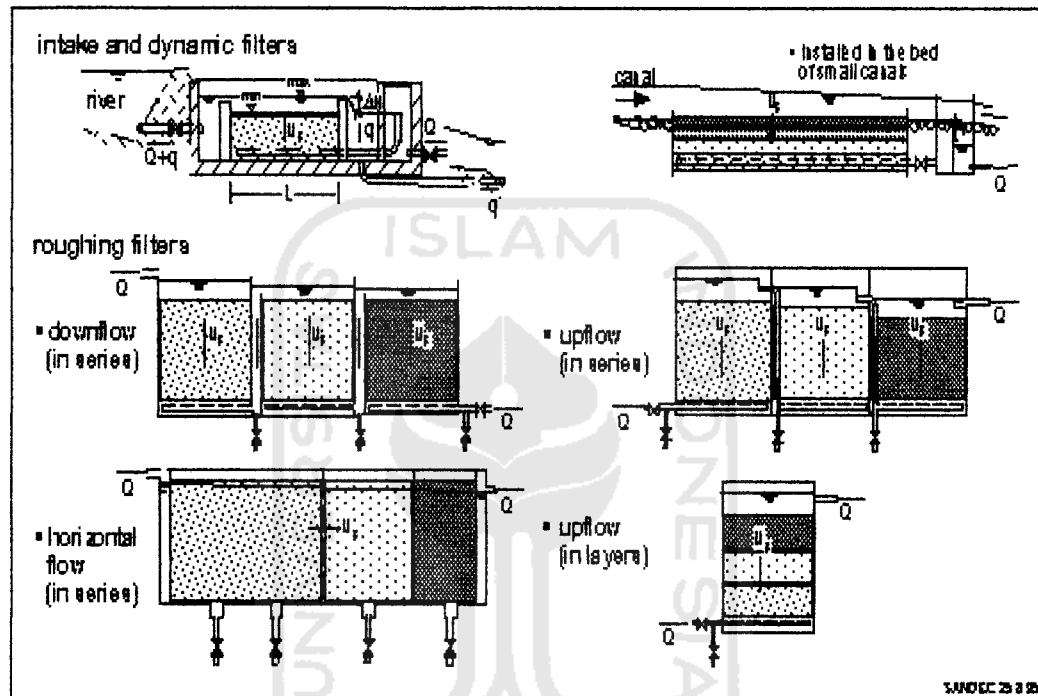
## **2.12. Pengolahan Air Buangan Dengan Roughing Filter**

### **2.12.1. Teknologi Roughing Filter**

Roughing Filter adalah proses yang lebih efektif untuk meremoval material padatan dari pada sedimentasi. Roughing filter utamanya digunakan untuk memisahkan material padatan dari air.

Roughing filter biasanya berisi material berukuran yang berbeda pada aliran langsung. Bagian terbesar padatan dipisahkan oleh medium filter kasar untuk selanjutnya menuju filter inlet. Medium yang berikut dan media filter yang baik mengurangi konsentrasi padatan tersuspensi. Roughing filter

dioperasikan pada hydraulic loads yang kecil. Kecepatan filtrasi biasanya berkisar 0,3- 1,5 m/h. Design dan aplikasi roughing filter sangat bervariasi seperti ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.3 Lay out umum dari roughing filter

Roughing filter seringkali diprioritaskan sebagai teknologi pretreatment untuk rencana suplai air perkotaan. Tipe filter yang berbeda dikembangkan untuk melihat variasi kualitas air baku. Intake dan dynamic filters sering diaplikasikan sebagai pretreatment pertama diikuti oleh roughing filters yang dioperasikan menjadi filter aliran vertikal atau horizontal. Prefilter dan roughing filter secara ekstensif keduanya digunakan pada rencana penyediaan air pada beberapa negara berkembang dan rencana air bawah buatan di negara industri.

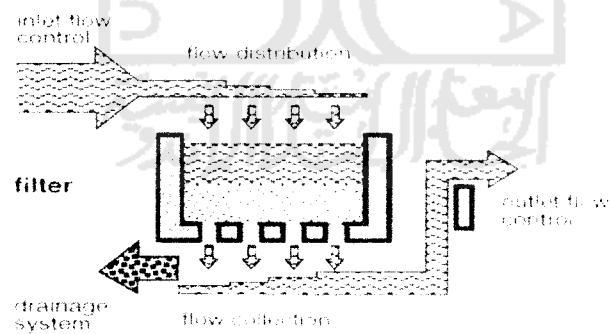
Intake filter mampu mereduksi material padatan 50-70% dan roughing filter mampu memisahkan material partikulat 90% lebih.

### 2.12.2. Bagian Penting Dari Roughing Filter

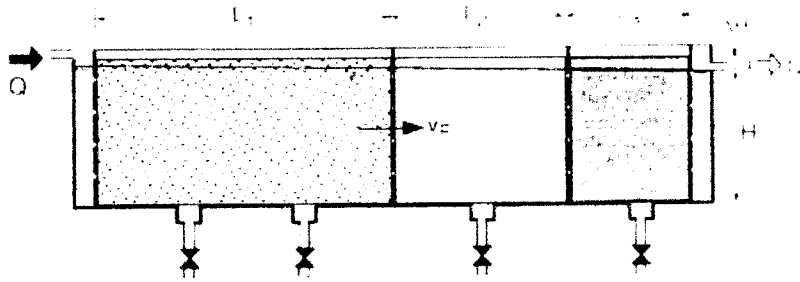
Bagian penting dari filter adalah bagian yang terdiri dari material filter.

Sebuah filter terdiri dari 6 elemen, seperti yang terlihat pada gambar 3.2, yaitu:

1. Kontrol aliran inlet.
2. Distribusi Air Baku.
3. Filter.
4. Pengumpulan Air yang telah diolah.
5. Kontrol Aliran Outlet.
6. Sistem Drainase



Gambar 2.4. Konsep Kerja Roughing Filter



### list of symbols

$d_g$	(mm)	gravel size
$H$	(m)	filter depth
$L_{1,2,3}$	(m)	filter length
$W$	(m)	filter width
$A$	( $m^2$ )	filter cross-section area
$\Delta H$	(cm)	maximal headloss
$Q$	( $m^3/h$ )	flow rate
$Q_d$	( $m^3/h$ )	drainage rate
$v_f$	(m/h)	filtration rate
$v_d$	(m/h)	drainage rate

### design guidelines

$$v_f = \frac{Q}{H \cdot W} = \frac{Q}{A} \quad 1,5 - 1,6 \text{ m/h}$$

$$v_d = \frac{Q_d}{L_1 + L_2 + L_3 \cdot W} \quad 60 - 90 \text{ m/h}$$

$$\Delta H = 30 \text{ cm}$$

$$H = 0,80 - 1,20 \text{ m}$$

$$d_g = 12 - 18 \text{ mm} \quad L_1 = 1,5 - 2 \text{ m}$$

$$d_g = 8 - 12 \text{ mm} \quad L_2 = 1,5 - 2 \text{ m}$$

$$d_g = 4 - 8 \text{ mm} \quad L_3 = 1,5 - 2 \text{ m}$$

Gambar 2.5 Kriteria Desain Roughing filter

#### 1. Kontrol aliran inlet

Inflow ke sebuah filter harus dikurangi pada pemberian debit dan dipertahankan. Sangat penting untuk mempertahankan kondisi aliran agar konstan untuk mencapai operasi filter yang efisien.

#### 2. Distribusi Air Baku

Pendistribusian Air Baku di filter harus homogen untuk mencapai kondisi aliran yang seragam pada filter, karena itu aliran dari pipa atau saluran harus sama rata didistribusikan ke seluruh permukaan filter.



### 3. Filter

Filter terdiri dari tingkatan material filter. Bentuk kotak filter normalnya rektangulardengan dinding vetikal. Tetapi hal ini tergantung dari teknik konstruksinya, sirkular dan dinding yang miring juga bisa di bangun. Biasanya yang digunakan sebagai media filter adalah gravel disekitar sungai atau pecahan batu-batu dengan ujung atau teri yang tajam. Meskipun, banyak dari material yang tahan untuk kecepatan mekanik, tidak larut dan tidak lemah untuk kualitas air (warna atau bau) dapat digunakan sebagai media filter.

### 4. Pengumpulan Air yang telah diolah

Harusnya juga seragam ke seluruh filter, untuk aliran horizontal, konstruksi dengan dinding berlubang pada kamar. Outlet adalah penting untuk pengumpulan dari air yang diolah.

### 5. Kontrol Aliran Outlet

Kontrol aliran outlet mencegah filter dari kekeringan. Pembersihan secara hidroulik dari sebuah pengeringan RF yang dipenuhi dengan akumulasi solid adalah sangat sulit jika bagian tidak memungkinkan. Karena itu, semua RF harus dioperasikan di bawah kondisi jenuh. Sebuah weir dan pipa effluent aerasi mempertahankan air diatas level filter bed. Lagi pula, sebuah bendungan V-Notch boleh digunakan untuk pengukuran pada outlet filter.

### 6. Sistem Drainase

Sistem drainase dari roughing Filter disiapkan untuk 2 (dua) tujuan, yaitu:

1. Untuk pembersihan filter secara hidraulik

2. Untuk melengkapi dari kegiatan pemeliharaan atau perbaikan

### 2.12.3. Variabel Desain

Desain RF mempunyai 3 target, yaitu :

1. Mengurangi kekeruhan dan konsentrasi SS ( mg/l).
2. Menghasilkan Q output spesifik setiap hari ( $m^3/s$ ).
3. Mengijinkan operasional yang cukup berdasarkan determinan waktu running filter  $T_r$  (hari/minggu).

Desain Filter ada 6 variabel dalam range tertentu, yaitu :

1. Kecepatan filtrasi  $V_f$  (m/jam), umumnya berkisar antara 0.3 - 1 m/jam.
2. Ukuran rata-rata  $d_{g1}$  (mm) dari setiap media filter, biasanya berkisar antara 20 - 4 mm. Fraksi media filter dapat dilihat pada tabel 2.2, direkomendasikan seragam.

3. Panjang  $l_i$  (m) dari setiap media filter yang spesifik

Setiap panjang  $l_i$  dari material filter tergantung pada tipe filter. Hal ini boleh berubah besarnya kedalaman dari upflow RF dibatasi dengan bangunan, umumnya antara 80 dan 120 cm. Panjang horizontal flow RF dalam hal ini tidak dibatasi, tetapi panjang normalnya 5 dan 7 m.

4. Angka  $n_l$  dari fraksi filter

Angka  $n_l$  dari fraksi filter bergantung juga pada tipe filter.

Permukaan filter boleh hanya 1 fraksi saja dimana RF biasanya

terdiri dari 3 fraksi gravel. Akan tetapi, secara individual panjang filter li dari RF sering di desain dengan rasio 3:2:1.

5. Tinggi H (m) dari luas permukaan filter ( $A \text{ (m}^2\text{)}$  )

Tergantung pada aspek struktural dan operasional.

Direkomendasikan 1 - 2 m untuk menghindarkan dari masalah ketinggian air. Kedalaman 1 m juga dimungkinkan agar bila menggunakan pembersihan filter secara manual dilakukan dengan mudah untuk meremoval material filter. Lebar filter harus tidak melebihi 4 - 5 m dan A untuk vertical flow filter harus tidak lebih besar dari 25 - 30  $\text{m}^2$  atau 4 - 6  $\text{m}^2$  untuk horizontal flow RF.

#### 2.12.4. Pembersihan Filter

- ✓ Filter intake, bahan padat terutama terakumulasi pada lapisan filter atas. Filter intake biasanya dibersihkan secara manual dengan sebuah penggaruk dan sekop sekali seminggu. Langkah pertama dalam proses pembersihan adalah dekat katup pada batas air sebelum filter. Kemudian, katup kontrol dibuka untuk meningkatkan aliran horizontal dalam kotak filter kira-kira 0,20 m/s – 0,40 m/s. Aliran sepanjang permukaan filter dapat pula ditingkatkan dengan mendekatkan inlet filter secara paralel dan mengarahkan aliran total air ke dalam unit filter untuk dibersihkan.

Pembersihan manual seharusnya mulai pada batas atas filter dan berlanjut dalam arah aliran untuk menghindari endapan yang

menempel di kerikil. Kerikil filter intake harus dibersihkan secara lengkap kira-kira sekali setahun.

Operasi filter dimulai kembali dengan mengalirkan air prefilter ke dalam sungai, atau membuangnya sampai kembali bersih. Kemudian, air yang belum diolah dapat dialirkan kembali ke filter berikutnya dari rencana pengolahan.

- ✓ Filter dinamis juga merupakan filter permukaan, dibersihkan secara manual. Prosedur pembersihan mirip dengan filter intake. Bagaimanapun filter dinamik harus dibersihkan setelah setiap turbiditas air yang tinggi bahkan atau ketika resistensi filter secara gradual meningkat sepanjang periode lama tanpa puncak turbiditas. Membersihkan filter dinamik mudah karena area filter yang relatif kecil sebagai akibat dari penetapan angka filtrasi yang tinggi.
- ✓ Filter kasar terutama dibersihkan secara hidrolik tetapi jika perlu bisa juga secara manual. Pembersihan teratur media filter penting untuk operasi filter yang baik.

Pada filter kasar aliran horizontal sangat penting untuk memulai prosedur pembersihan pada sisi dalam karena kebanyakan solid ditahan dalam bagian filter ini. Suatu pengaliran yang cepat pada bagian belakang filter akan mencuci gumpalan bahan solid pada titik drainase tersebut dan meningkatkan resiko tersumbatnya bagian filter yang halus.

Pada filter kasar aliran vertikal, setiap kompartemen filter dapat di drain secara terpisah. Sehingga dapat membersihkan kompartemen filter spesifik secara individual atau bagian filter jika dasar filter palsu dibagi menjadi segmen-segmen. Backwashing filter konvensional seperti yang diterapkan dalam filtrasi pasir cepat tidak mungkin karena lapisan filter dari filter kasar tidak dapat di fluidised.

### **2.13. Parameter-Parameter Penelitian**

Parameter-parameter yang cukup dijadikan penelitian dari limbah batik adalah TSS dan Nitrat :

#### **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 ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Misalnya, air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi yang dapat bertahan samapi berbulan-bulan, kecuali jika keseimbangannya terganggu oleh zat-zat lain, sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan (Fardiaz, 1992).

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang

organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya (Slamet, 2002).

Zat Padat Tersuspensi dapat bersifat organis dan inorganis. Zat Padat Tersuspensi dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain *zat padat 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 (Alaerts, 1984).

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. (Kristanto, 2002).

## 2) Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )

Nitrat dapat terbentuk karena tiga proses, yakni badai listrik, organisme pengikat nitrogen, dan bakteri yang menggunakan amoniak. Ketiganya tidak dibantu manusia. Tetapi jika manusia membuang kotoran dalam air, maka proses ketiga akan meningkat, karena kotoran banyak mengandung amoniak. Karena itu konsentrasi tinggi amoniak memberi kemungkinan ada populasi rumah tangga. Karena nitrat terdapat dalam rabuk, konsentrasi nitrat tinggi memungkinkan ada

pengotoran dari lahan pertanian. Kemungkinan lain penyebab nitrat konsentrasi tinggi ialah pembusukan sisa tanaman dan hewan, pembuangan industri, dan kotoran hewan. Pengotoran 1000 ternak sama dengan kotoran kota berpenduduk 5000 jiwa (Sastrawijaya, 1991).

Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) adalah bentuk senyawa nitrogen yang merupakan senyawa stabil. Nitrat merupakan salah satu unsur penting untuk sintesa protein tumbuh-tumbuhan dan hewan akan tetapi nitrat pada konsentrasi yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tidak terbatas (bila beberapa syarat lain seperti konsentrasi fosfat dipenuhi), sehingga air kekurangan oksigen terlarut yang dapat menyebabkan kematian ikan. Kadar Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) secara alamiah biasanya agak rendah, namun kadar nitrat dapat tinggi sekali pada air tanah di daerah yang yang diberi pupuk yang mengandung nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Kadar nitrat tidak boleh melebihi 10 mg/l (di Indonesia dan A.S) atau 50 (MEF) mg  $\text{NO}_3^-$ /l. Di dalam usus manusia, nitrat direduksi menjadi nitrit yang dapat menyebabkan metamoglobinemi, terutama pada bayi (Alaerts & Sumestri, 1987).

Pada pengolahan limbah cair, nitrat terbentuk oleh bakteri *Nitrobacter*. *Nitrobacter* merupakan bakteri aerobik sejati dan menggunakan elektron sebagai penerima elektron terakhir. Kisaran suhu pertumbuhannya 5-40°C (Pelezar, 1986).

Dalam pengolahan air buangan, bakteri aerobik terdapat pada lumpur aktif dan saringan tricking. Sedangkan bakteri anaerobik lebih

banyak terdapat dalam olahan lumpur (sludge digestion). Dan bakteri fakultatif berlaku sebagai anaerobik, yaitu walaupun tanpa dan adanya oksigen terlarut tetap dapat bekerja. Bakteri heterotrofik fakultatif yang mampu menggunakan ion nitrat atau ion nitrit antara lain *Microoccus*, *Pseudomonas*, *Spirillum*, *Vacilles* dan *Achromobacter*.

#### 2.14. Hipotesa

Bahwa penggunaan Roughing Filter aliran horizontal bermedia gravel dengan proses aerobik dapat :

1. Meningkatkan kadar nitrat yang dikonversi dari ammonium menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat secara aerobik dari limbah batik nakula sadewa ,
2. Menurunkan kadar TSS dengan proses filtrasi (penyaringan) dari limbah batik nakula sadewa.