

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Sungai

Air sungai termasuk ke dalam air permukaan yang banyak digunakan oleh masyarakat. Pada masyarakat pedesaan, air sungai masih digunakan untuk mencuci, mandi, sumber air minum dan juga pengairan sawah. Sungai banyak digunakan untuk keperluan manusia seperti tempat penampungan air, sarana transportasi, pengairan sawah, keperluan peternakan, keperluan industri, perumahan, daerah tangkapan air, pengendali banjir, ketersediaan air, irigasi, tempat memelihara ikan dan juga sebagai tempat rekreasi. (Hendrawan, 2005)

Sungai sebagai sumber air merupakan salah satu sumber daya alam yang mempunyai fungsi serbaguna bagi kehidupan dan penghidupan manusia. Fungsi sungai yaitu sebagai sumber air minum, sarana transportasi, sumber irigasi, perikanan dan lain sebagainya. Aktivitas manusia inilah yang menyebabkan sungai menjadi rentan terhadap pencemaran air. Begitu pula pertumbuhan industri dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan (Soemarwoto, 2003).

Sungai memiliki tiga bagian kondisi lingkungan yaitu hulu, hilir dan muara sungai. Ketiga kondisi tersebut memiliki perbedaan kualitas air, yaitu :

- a. Pada bagian hulu, kualitas airnya lebih baik, yaitu lebih jernih, mempunyai variasi kandungan senyawa kimiawi lebih rendah/sedikit, kandungan biologis lebih rendah.

- b. Pada bagian hilir mempunyai potensial tercemar jauh lebih besar sehingga kandungan kimiawi dan biologis lebih bervariasi dan cukup tinggi. Pada umumnya diperlukan pengolahan secara lengkap.
- c. Muara sungai letaknya hampir mencapai laut atau pertemuan sungai-sungai lain, arus air sangat lambat dengan volume yang lebih besar, banyak mengandung bahan terlarut, lumpur dari hilir membentuk delta dan warna air sangat keruh.

2.1.1. Baku Mutu Air Sungai

Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditoleransi keberadaannya di dalam air, sedangkan kelas air adalah peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu.

Klasifikasi dan kriteria mutu air mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang menetapkan mutu air ke dalam empat kelas, yaitu:

- a. Kelas satu, peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas dua, peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana / sarana kegiatan rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air

untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- c. Kelas tiga, peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas empat, peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Pembagian kelas ini didasarkan pada tingkatan baiknya mutu air berdasarkan kemungkinan penggunaannya bagi suatu peruntukan air. Peruntukan lain yang dimaksud dalam kriteria kelas air di atas, misalnya kegunaan air untuk proses produksi dan pembangkit tenaga listrik, asalkan kegunaan tersebut dapat menggunakan air sebagaimana kriteria mutu air dari kelas yang dimaksud.

2.1.2. Pencemaran Air Sungai

Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau sudah tidak berfungsi lagi

sesuai dengan peruntukannya. Komponen pencemaran air ini dikelompokkan sebagai berikut:

a. Bahan buangan padat

Bahan buangan padat yang dimaksudkan di sini adalah bahan buangan yang berbentuk padat, baik yang kasar (butiran besar) maupun yang halus (butiran kecil).

b. Bahan buangan organik

Bahan buangan organik pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme.

c. Bahan Buangan anorganik

Bahan buangan anorganik pada umumnya berupa limbah yang tidak dapat membusuk dan sulit terdegradasi oleh mikroorganisme.

d. Bahan buangan olahan bahan makanan

Sebenarnya bahan buangan olahan bahan makanan dapat juga dimasukkan ke dalam kelompok bahan buangan organik, namun hal ini sengaja dipisahkan karena bahan buangan olahan bahan makanan seringkali menimbulkan bau busuk yang menyengat hidung.

e. Bahan buangan cairan berminyak

Minyak tidak dapat larut di dalam air, melainkan akan mengapung di atas permukaan air.

f. Bahan buangan zat kimia

Bahan buangan zat kimia banyak ragamnya, tetapi yang dimaksudkan dalam kelompok ini adalah bahan pencemar air berupa sabun (detergen, sampo dan bahan pembersih lainnya), bahan pemberantas hama (insektisida), zat warna kimia, larutan penyamak kulit, zat radioaktif

(Arya, 2004)

2.1.3. Dampak Pencemaran Air Sungai

Pencemaran sungai adalah tercemarnya air sungai yang disebabkan oleh limbah industri, limbah penduduk, limbah peternakan, bahan kimia dan unsur hara yang terdapat dalam air serta gangguan kimia dan fisika yang dapat mengganggu kesehatan manusia.

Pencemaran air dapat berdampak sangat luas, misalnya dapat meracuni air minum, meracuni makanan hewan, menjadi penyebab ketidakseimbangan ekosistem air sungai dan lainnya. Dampak yang ditimbulkan akibat pencemaran air sungai yaitu mengganggu kesehatan dan merusak estetika lingkungan.

a. Dampak terhadap kesehatan

Peran air sebagai pembawa penyakit menular bermacam-macam antara lain: sebagai media untuk hidup mikroba patogen, sebagai sarang insekta penyebar penyakit dan jumlah air yang

tersedia tak cukup, sehingga manusia tak dapat membersihkan diri.

b. Dampak terhadap estetika lingkungan

Dengan semakin banyaknya zat organik yang dibuang ke lingkungan perairan, maka perairan tersebut akan semakin tercemar yang biasanya ditandai dengan bau menyengat disamping tumpukan yang dapat mengurangi estetika lingkungan. Selain bau, limbah juga menyebabkan tempat sekitarnya menjadi licin, sedangkan limbah detergen atau sabun akan menyebabkan penumpukan busa yang sangat banyak. Hal tersebut dapat mengurangi estetika lingkungan.

2.2. Air Limbah Industri Batik

a. Definisi

Air limbah batik adalah bahan buangan yang berbentuk cair, yang mengandung mikroorganisme patogen dan bahan kimia beracun.

b. Sumber dan Karakteristik Limbah Batik

Sumber limbah cair industri batik ini secara kenampakan relatif agak keruh dengan warna yang tidak begitu menyala dibandingkan dengan tekstil printing, sedangkan secara kimia parameter yang ada antara lain sebagai berikut :

1) BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD adalah analisis empiris untuk mengukur proses-proses biologis. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat organik yang tersuspensi dalam air.

2) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter air. Parameter ini didalam air dapat teroksidasi maupun terdekomposisi yang bisa menghasilkan senyawa baru yang toksik yang menyebabkan matinya ikan maupun biota air lainnya.

3) TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel 2 μ l atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. TSS yang tinggi akan menghalangi proses fotosintesis dari tumbuhan air yang menyebabkan kerusakan perairan.

4) Minyak dan lemak

Senyawa ini umumnya relatif sulit didegradasi secara alami karena umumnya senyawa rangkap menyebabkan penurunan kualitas air sungai, dan pada kandungan yang tinggi akan menyebabkan terhalangnya kontak udara dengan perairan.

5) Senyawa lain (Sulfida, Amoniak, Fenol Total dan Khrom Total)

Meskipun senyawa ini relatif cukup sedikit dalam limbah cair namun perlu diperhatikan juga karena dampaknya terhadap lingkungan cukup besar.

6) pH

Umumnya berkisar antara 7-8, angka ini masih relatif aman untuk lingkungan. (Nasuka, 2007 : 2)

Tabel 2. Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil dan Batik di Jawa Tengah

No. Parameter	Kadar maksimum (mg/L)
1. Temperatur	38°C
2. BOD ₅	60
3. COD	150
4. TSS	50
5. Fenol total	0,5
6. Chrom Total	1,0
7. Amoniak Total	8,0
8. Sulfida sebagai S	0,3
9. Minyak dan Lemak	3,0
10. pH	6,0 – 9,0
11. Debit maksimum m ³ / ton produk tekstil	100

Sumber : Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Perubahan atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil dan Batik.

c. **Macam-macam Limbah Industri Batik**

1) Limbah Cair

Limbah cair dari industri batik berasal dari proses pencucian dan pencelupan yang dilakukan dalam pembuatan batik.

2) Limbah padat

Limbah padat pada industri batik adalah padatan, lumpur dan sisa kain. Lumpur dari pengolahan fisik atau kimia harus dihilangkan airnya dengan saringan plat atau saringan sabuk / *belt fisher*. (Anonim, 2009)

2.2.1. Baku mutu air berdasarkan kelas air

Penetapan baku mutu air sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 didasarkan pada peruntukan (*designated beneficial water uses*) dan pada kondisi nyata kualitas air yang mungkin berbeda antara satu daerah dengan daerah lainnya. Penetapan baku mutu air dengan pendekatan golongan peruntukan perlu disesuaikan dengan menerapkan pendekatan klasifikasi kualitas air (kelas air). Penetapan baku mutu air yang didasarkan pada peruntukan semata akan menghadapi kesulitan serta tidak realistis dan sulit dicapai pada air yang kondisi nyata kualitasnya tidak layak untuk semua golongan peruntukan.

Air sungai Setu desa Jenggot kecamatan Pekalongan Selatan termasuk dalam kelas IV sesuai golongan peruntukannya. Pengukuran kadar COD berdasarkan baku mutu Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 untuk kelas IV kadar maksimum COD adalah 100 mg/L.

2.3. Chemical Oxygen Demand (COD)

a. Pengertian Umum

Jumlah oksigen yang dipergunakan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air.

b. Pengukuran COD

1. Metode Titrimetri

Prinsip penetapan kadar COD dengan metode titrimetri dimana campuran $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{p})$ dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan zat organik direfluks selama 2 jam. Kelebihan kalium bichromat yang tidak tereduksi, dititrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,1 N dari kuning menjadi hijau dan titik akhir titrasi warna menjadi merah orange terang. Nilai COD dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{COD} = \frac{(A - B) \times N \text{ FAS} \times 1000 \times \text{Be } \text{O}_2 \times P}{V \text{ Sampel}}$$

A = ml FAS untuk titrasi blangko

B = ml FAS untuk titrasi sampel

N = Normalitas FAS = 0,1 N

BE O_2 =

1 ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1 N ~ 1,5 mol O_2

$$\sim \frac{16}{2} \text{mg/L} \text{O}_2$$

$$\sim 8 \text{ mg / l } \text{O}_2$$

2. Metode Spektrofotometri

Prinsip : Jumlah oksidan Cr_2O_7 bereaksi dengan contoh uji dan dinyatakan sebagai mili gram O_2 untuk tiap 1000 mili liter contoh uji. Senyawa organik dalam contoh uji dan dioksidasi oleh Cr_2O_7 dalam refluks tertutup menghasilkan Cr^{3+} . Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O_2 mg/L) diukur secara spektrofotometri.

Metode pengukuran COD yaitu sampel dioksidasi dengan larutan sulfat kalium dikromat, dengan perak sulfat sebagai katalis. Konsentrasi warna kuning dari ion Cr_2O_7 yang tidak bereaksi, dan warna hijau dari ion Cr^{3+} yang ditentukan dalam fotometri. (www.merck-chemicals.com/photometry)

Dengan penambahan 2,20 mL COD Solution A (HgSO_4) dan 1,80 mL COD Solution B (H_2SO_4) dalam 1,0 mL sampel, dibaca hasil kadar COD Sesuai barcode tabung COD pada spectroquant Nova 60 A. Hasil Kadar COD sampel dalam mg/L COD.

2.4. Larutan COD A + B

2.4.1. Definisi

COD (*Chemical Oxygen Demand*) menunjukkan jumlah oksigen yang berasal dari *potassium dichromate* yang bereaksi terhadap zat-zat yang dapat dioksidasi yang terdapat dalam 1 liter air. Hasil ditunjukkan dengan mg/L COD (=mg/L O_2)

2.4.2. Metode

Contoh air dioksidasi dengan larutan sulfur panas *potassium dichromate*, dengan *silver sulfate* sebagai katalis. *Chloride* ditutupi dengan *mercury sulfate*. Konsentrasi ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ kuning yang tidak dikonsumsi maupun dari ion Cr^{3+} , masing-masing kemudian ditentukan secara fotometri.

Metode ini sesuai dengan ISO 15705 dan dapat disamakan dengan EPA 410.4 dan APHA 5220 D.

2.4.3. Cakupan pengukuran

Tabel 3. Cakupan pengukuran Larutan A dan Larutan B

Cakupan				
Pengukuran (mg/L COD)	4– 40	10 -150	100 - 1500	500 – 10000
Larutan A Cat. No.	114538	114538	114538	114679
+				
Larutan B Cat. No.	114681	114682	114539	114680
Panjang gelombang		445	605	605
pengukuran (nm)	340	atau	atau	atau
		446	585	585

2.4.4. Prinsip

Senyawa – senyawa organik dan anorganik yang dapat dioksidasi dengan *dichromate* diukur. Pengecualian: beberapa

senyawa *heterocyclic* (contoh: *pyridine*), senyawa *quaternary nitrogen*, dan *hydrocarbon* yang mudah menguap.

2.4.5. Volume sampel

untuk cakupan pengukuran 500 – 10.000 mg/L

COD dipipet volume 1.0 mL sampel.

untuk cakupan pengukuran 4.0 - 40.0 mg/L

COD, 10-150 mg/L COD, and 100-1500 mg/L COD
dipipet volume 3.0 mL sampel.

2.4.6. Prosedur kerja

Pipet larutan A dan larutan B ke dalam sebuah sel kosong, sesuai dengan cakupan pengukuran dan campur yang diinginkan.

Dilakukan secara hati-hati agar tidak melebihi volume yang telah disebutkan.

Tabel 4. Volume larutan A dan B sesuai cakupan pengukuran

Cakupan pengukuran (mg/L COD)	4.0 – 40	10 - 150	100 - 1500	500 – 10.000
Larutan A Cat.	114538	114538	114538	114679
No.	0.30 mL	0.30 mL	0.30 mL	2.20 mL
Volume				
+	114681	114682	114538	114680
Larutan B Cat.	2.85 mL	2.85 mL	2.30 mL	1.80 mL
No.				
Volume				

Larutan yang telah disiapkan tersebut kemudian ditambahkan sampel masing-masing 3.0 mL atau 1.0 mL sesuai cakupan pengukuran. Dibiarkan mengalir isi hasil pipet dari sel yang dimiringkan ke dalam reagen dengan hati-hati. Penutup ulir sel tersebut ditutup rapat. Pada langkah - langkah berikutnya sel hanya dapat dipegang pada penutup ulir. Dicampur isi dari sel tersebut dengan kuat.

Dipanaskan sel pada temperatur 148°C selama 120 menit dalam thermoreactor yang telah dipanaskan sebelumnya. Diangkat sel yang masih panas tersebut dari thermoreactor dan dibiarkan mendingin di dalam rak tabung sel. Jangan dinginkan dengan air dingin. Tunggu hingga 10 menit, aduk sel, dan kembalikan ke rak untuk didinginkan sepenuhnya sesuai suhu ruangan (lama pendinginan paling tidak 30 menit). Kemudian diukur di dalam fotometer.

2.4.7. Catatan pada pengukuran

1. Nilai pengukuran tetap stabil dalam waktu yang lama.
2. Cakupan *absorbance* maksimum untuk *chromate*, pada panjang gelombang 340 nm memberikan sensitifitas dan akurasi paling tinggi bagi cakupan konsentrasi 4 – 40 mg/L (item 14560)
3. Pada *Spectroquant® COD Cell Test* cakupan konsentrasi 10 – 500 mg/L, (item 14540, 14895, dan 14690) pengukuran *absorbance* dilakukan pada panjang gelombang maksimum lainnya pada *chromate*, yaitu 445 nm.

4. Pada *Spectroquant® COD Cell Test* cakupan konsentrasi 100 – 10,000 mg/L (item 14541, 14691, dan 14555), jumlah ion *green trivalent chromium*, yang telah terbentuk selama reaksi, diukur pada panjang gelombang 605 nm.

2.5. Pohon Jati(*Tectona grandis*)

2.5.1 Klasifikasi Tanaman Jati

Klasifikasi pohon jati digolongkan sebagai berikut :



Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Sub Divisi : Angiospermae
 Kelas : Dicotyledoneae
 Ordo : Verbenales
 Famili : Verbenaceae
 Genus : *Tectona*
 Spesies : *Tectona grandis*

(Saputra, 2013)

Pohon Jati merupakan jenis pohon tropis dan sub tropis dikenal sebagai pohon dengan kualitas tinggi dan awet sampai 500 tahun. Kayunya berwarna kemerah-merahan. Kulit batang tebal, abu-abu atau coklat muda keabu-abuan. (Maskuro, 2012)

Kayu jati merupakan kayu serba guna yang digunakan untuk berbagai keperluan seperti furniture dan perkakas. Serbuk gergaji

dapat pula digunakan sebagai bahan pembuat briket dan sebagai zat penyerap. Serbuk gergaji merupakan limbah industri kayu yang dapat digunakan sebagai zat penyerap logam berat.

2.4.2. Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis*)

Serbuk gergaji adalah serbuk kayu berasal dari kayu yang dipotong dengan gergaji. Serbuk gergaji kayu jati mengandung komponen utama :

a. Sellulosa

Sellulosa merupakan komponen terbesar (45%) yang terdapat hampir pada semua jenis kayu. Sellulosa merupakan polimer linier dengan berat molekul tinggi yang tersusun seluruhnya atas β -D-glukosa. Karena sifat – sifat kimia dan fisika maupun struktur supramolekulnya, maka ia dapat memenuhi fungsinya sebagai komponen struktur utama dinding sel.

b. Poliosa

Poliosa sangat dekat asosiasinya dengan sellulosa dalam dinding sel. Lima glukosa netral yaitu heksosa-heksosa glukosa, manosa, galaktosa, pentosa-pentosa xilosa dan arabinosa merupakan konstituen utama poliosa. Poliosa mengandung senyawa tambahan asam uronat. Rantai molekulnya lebih pendek bila dibandingkan dengan sellulosa dan beberapa senyawa

mempunyai rantai bercabang. Terdapat sebanyak 25 % di dalam kayu.

c. Lignin

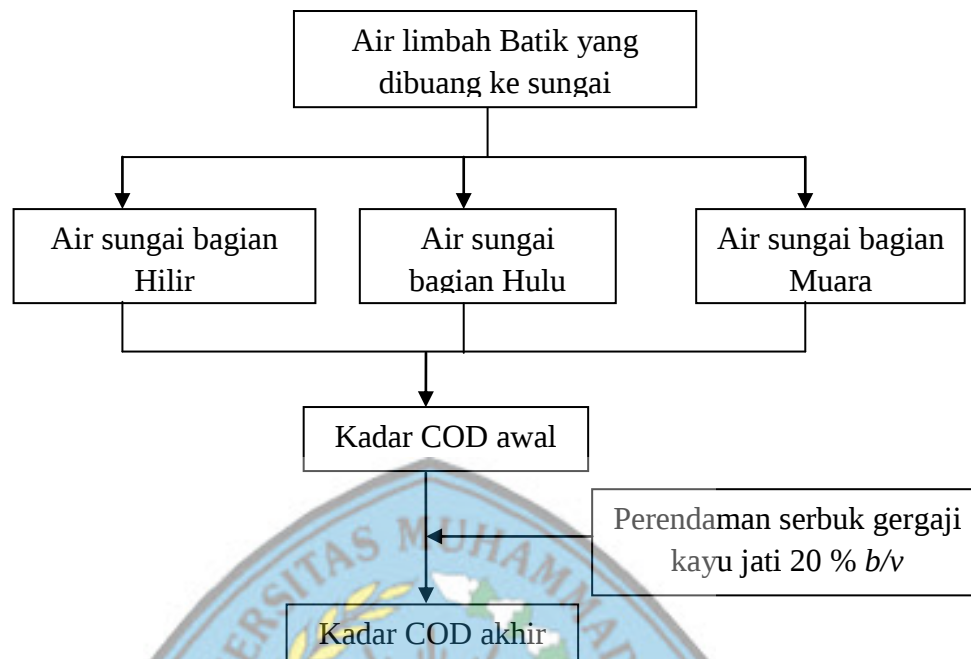
Struktur molekul lignin sangat berbeda bila dibandingkan dengan polisakarida karena terdiri atas sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenil propana. Terdapat sebanyak 19 % di dalam kayu.

d. Senyawa Polimer Minor

Terdapat dalam kayu dengan jumlah sedikit sebagai pati dan senyawa pektin. Sel parekim kayu mengandung protein sekitar 1 % terutama terdapat dalam bagian batang kayu yaitu kambium dan kulit kayu bagian dalam. (Yefrida, 2007)

Absorpsi logam berat dengan menggunakan serbuk gergaji kayu jati bisa dilakukan karena mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa memiliki kemampuan absorpsi dan pengikatan ion logam yang cukup tinggi sehingga mampu mengurangi atau menghilangkan kandungan COD dalam air. (Harahap, 2013)

2.5 Kerangka Teori



2.6 Kerangka Konsep



2.7 Hipotesa

Desa Jenggol Pekalongan Selatan sebagai salah satu kawasan industri batik memberikan dampak pencemaran lingkungan perairan sungai Setu. Salah satu parameter pencemaran air adalah kadar COD yang melebihi kadar maksimal. Penurunan kadar COD dengan metode perendaman serbuk gergaji kayu jati (*Tectona grandis*) 20% b/v dengan

variasi waktu perendaman 2, 4 dan 6 jam diduga dapat menurunkan kadar COD air sungai Setu di desa Jenggol kecamatan Pekalongan Selatan.

