

**PENENTUAN KADAR BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan
LOGAM BERAT Fe PADA AIR SUNGAI DISEKITAR
PENAMBANGAN BATU KAPUR KECAMATAN
LUBUK KILANGAN KOTA PADANG**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana sains



SISKA NOVIA RIFANI

NIM.07-84261

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2011**

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Dengan ini menyatakan bahwa :

Nama : Siska Novia Rifani
NIM : 84261
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

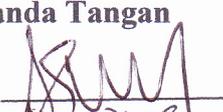
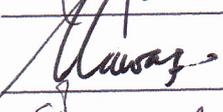
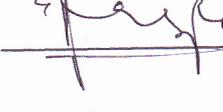
Dengan judul Skripsi :

**PENENTUAN KADAR BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan
LOGAM BERAT Fe PADA AIR SUNGAI DISEKITAR
PENAMBANGAN BATU KAPUR KECAMATAN
LUBUK KILANGAN KOTA PADANG**

*Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang*

Padang, 5 Agustus 2011

TIM PENGUJI

		Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Zul Afkar, M.S.	: 
2. Sekretaris	: Desy Kurniawati, S.Pd.M.Si	: 
3. Anggota	: Budhi Oktavia, S.Si. M.Si. Ph.D	: 
4. Anggota	: Dr. Mawardi, M.Si.	: 
5. Anggota	: Edi Nasra, S.Si. M.Si	: 

PERSETUJUAN SKRIPSI

**PENENTUAN KADAR BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan
LOGAM BERAT Fe PADA AIR SUNGAI DISEKITAR
PENAMBANGAN BATU KAPUR KECAMATAN
LUBUK KILANGAN KOTA PADANG**

Nama : Siska Novia Rifani
NIM : 84261
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 5 Agustus 2011

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Drs. Zul Afkar, M.S
NIP. 19511029 197710 1 001

Dosen Pembimbing II



Desy Kurniawati, S.Pd. M.Si
NIP. 19751122 200312 2 003

ABSTRAK

Siska Novia Rifani (84261) : Penentuan Kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan Logam Berat Fe Pada Air Sungai Disekitar Penambangan Batu Kapur Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang

Didalam kehidupan manusia air memiliki peranan yang sangat penting, diantaranya yaitu untuk proses metabolisme dan kegiatan hidup seperti kegiatan pertanian, peternakan, rekreasi dan sebagainya. Namun, adanya pencemaran terhadap keberadaan air akan mempengaruhi kegunaan dari air tersebut. Dimana pencemaran itu sendiri adalah terjadinya penyimpangan air dari keadaan normalnya. Beberapa parameter seperti BOD(*Biological Oxygen Demand*), COD(*Chemical Oxygen Demand*), TSS, pH, kandungan logam berat dan beberapa parameter lain dapat digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran air tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar bahan pencemar air sungai disekitar penambangan batu kapur Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang terutama pada parameter BOD dan kandungan logam berat Fe. Sampel air diambil di tiga titik contoh sampel (titik 1, sebelum lokasi penambangan batu kapur; titik 2, daerah lokasi penambangan batu kapur; titik3, sesudah lokasi penambangan batu kapur) yang diukur dengan metoda titrasi iodometri dan metoda digital (untuk BOD) serta metoda spektrofotometri (untuk logam Fe). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai BOD dan logam Fe melewati batas maksimum baku mutu air yaitu dengan nilai BOD 8,9933 sampai 10,5087 mg/l (untuk metoda titrasi iodometri) 9,667 sampai 10,333 mg/l (untuk metoda digital) dan untuk nilai Fe 4,3237 mg/l.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini berjudul “Penentuan Kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan Logam Fe Pada Air Sungai Disekitar Penambangan Batu Kapur Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang”.

Skripsi ini ditulis sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Selama pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak yang tidak ternilai harganya. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Zul Afkar, M.S selaku Pembimbing I sekaligus Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang yang telah memberikan bimbingan, bantuan, kritikan dan pengarahan selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Ibu Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, bantuan, kritikan dan pengarahan selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Ibu Yerimadesi, S.Pd., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik

4. Bapak Dr. Mawardi, M.Si, Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D dan Bapak Edi Nasra S.Si, M.Si yang telah memberikan saran dan kritikan selama pembuatan skripsi ini.
5. Bapak Drs. Nazir KS, M.Pd, M.Si selaku Ketua Prodi Kimia Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
6. Staf Laboran Laboratorium Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
7. Masyarakat Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang yang telah membantu selama penelitian.
8. Teman-teman dan rekan-rekan sesama mahasiswa yang ikut memberikan masukan dan motivasi pada penulis.

Semoga bimbingan, saran dan petunjuk serta bantuan yang telah diberikan kepada penulis bernilai ibadah dan mendapatkan imbalan yang setimpal dari Allah SWT, dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Padang, Agustus 2011

Penulis

SISKA NOVIA RIFANI

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Air	7
B. Pencemaran air	8
C. Parameter-parameter untuk mengukur kadar bahan pencemar	12
D. Logam berat	16
E. Besi	18
F. Metoda - metoda yang digunakan	20
G. Spektroskopi Serapan Atom (SSA)	21

BAB III METODE PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian, Waktu dan Tempat	26
B. Persiapan Sampel	26
C. Alat dan bahan yang digunakan	26
D. Prosedur penelitian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil	33
B. Pembahasan	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	44
B. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kriteria mutu air berdasarkan kelas	4
2. Data angka BOD pagi pada variasi pengambilan sampel	33
3. Data angka BOD siang pada variasi pengambilan sampel.....	34
4. Data angka BOD dengan menggunakan metoda titrasi iodometri.....	34
5. Data angka BOD dengan menggunakan metoda digital	35
6. Kandungan kimia batu kapur	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skematik Spektofotometer Serapan Atom	23
2. Kurva hubungan pengambilan sampel terhadap nilai BOD.....	36
3. Kurva hubungan metoda yang digunakan terhadap nilai BOD.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lebih kurang tiga perempat bagian dari permukaan bumi tertutup air. Dari segi ekosistem, perairan dapat dibedakan menjadi air tawar, air laut dan air payau seperti terdapat di muara sungai yang besar. Dari ketiga ekosistem perairan tersebut, air laut dan air payau merupakan bagian terbesar yaitu lebih dari 97%. Walaupun habitat air tawar menempati bagian yang sangat kecil, namun sangat penting bagi manusia sebagai sistem pembuangan (Michael, 1994).

Sebagian besar air tawar yang ada di permukaan bumi tersimpan dalam bentuk massa es yang sangat besar di daerah kutub dan sebagai gletser di daerah pegunungan tinggi. Selain itu, air tawar juga terdapat dalam tanah yang muncul sebagai mata air, mengalir di permukaan sebagai sungai, dan menggenang dalam danau dan kolam yang jumlahnya $\pm 0,3\%$ dari total volume air. Jumlah yang sedikit inilah yang dapat dimanfaatkan langsung oleh manusia dan jasad hidup lainnya.

Kebutuhan manusia terhadap air itu sendiri menyangkut dua hal yaitu, air untuk kehidupan manusia sebagai makhluk hayati dan air untuk kehidupan manusia sebagai makhluk berbudaya. Di dalam kehidupan sebagai makhluk hayati, air memegang peranan penting pada berbagai proses metabolisme di dalam tubuh, baik sebagai medium proses dan alat transportasi dari bagian tubuh yang satu ke

bagian tubuh yang lain, maupun sebagai komponen atau zat yang ikut serta dalam reaksi kimia pada proses metabolisme. Sedangkan sebagai makhluk hidup yang berbudaya, air juga dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan hidup, misalnya; pertanian, peternakan, perindustrian, aktivitas rumah tangga yang melibatkan penggunaan air dan sebagainya.

Air sungai yang dimanfaatkan oleh makhluk hidup baik secara langsung maupun secara tidak langsung dipengaruhi oleh keadaan lokasi dan kandungan lapisan tanah yang dilaluinya, sehingga air tersebut seringkali mengalami pencemaran. Menurut Wisnu Arya (2007), pencemaran air merupakan terjadinya penyimpangan air dari keadaan normalnya. Dimana keadaan normal air tersebut masih tergantung pada faktor penentu, yaitu kegunaan dan sumber air itu sendiri. Zat-zat pencemar air ini dapat berupa senyawa-senyawa organik yang dapat menyebabkan tumbuhnya bibit penyakit dan berkurangnya jumlah oksigen terlarut di dalam air. Kondisi air, seperti derajat keasaman (pH), kadar oksigen biologi (BOD), kadar oksigen kimia (COD), suhu, kandungan logam berat dan parameter-parameter lainnya juga mempengaruhi kegunaan air tersebut.

Pemeriksaan BOD perlu dilakukan untuk menentukan kualitas air yang akan digunakan untuk keperluan tertentu, karena dengan pemeriksaan BOD dapat ditentukan beban pencemaran akibat zat organik, dimana dalam pemeriksaan BOD ini penguraian zat organik tersebut terjadi secara alamiah, jika air dicemari oleh zat organik maka bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air yang dapat mengakibatkan kematian makhluk hidup dalam air dan keadaan

menjadi anaerobik sehingga dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut. Untuk mengetahui kadar BOD optimum yang terdapat dalam air, dapat dilakukan dengan memvariasikan metoda yang digunakan yaitu dengan metoda titrasi iodometri dan metoda digital yaitu dengan menggunakan alat sehingga nilai BOD terukur secara langsung.

Selain BOD, yang mempengaruhi kualitas air tersebut adalah keberadaan logam, salah satunya yaitu Besi. Pada air sungai yang mengalir, Fe^{2+} teroksidasi menjadi Fe^{3+} , dimana Fe^{3+} ini sulit larut pada pH 6 sampai 8, bahkan dapat menjadi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ atau salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat yang dapat mengendap. Daya larut logam berat dapat menjadi lebih tinggi atau lebih rendah tergantung pada kondisi lingkungan perairan. Pada daerah yang kekurangan oksigen, misalnya akibat kontaminasi bahan-bahan organik, daya larut logam berat akan menjadi lebih rendah sehingga mudah mengendap. Didalam batu kapur terdapat kandungan Fe_2O_3 sebanyak 0,41 %, kandungan Fe ini yang akan mengendap didasar sungai pada keadaan basa.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu:

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum.
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air.

3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan tawar, peternakan, mengairi tanaman dan pertanian.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk keperluan industri dan pembangkit tenaga listrik.

Standar mutu air untuk kandungan BOD dan logam Fe pada berbagai penggolongan air menurut peraturan pemerintah nomor 82 tahun 2001 tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

Parameter	Satuan	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4
BOD	mg/l	2	3	6	12
Besi (Fe)	mg/l	0.3	-	-	-

Sumber : Standarisasi Nasional Indonesia, 2008

Masyarakat banyak memanfaatkan air, salah satunya air sungai untuk berbagai keperluan. Di kota Padang sendiri, khususnya di Kecamatan Lubuk Kilangan, air sungai tersebut dimanfaatkan oleh penduduk untuk sumber pengairan sawah, untuk dikonsumsi, dan banyak lagi keperluan lainnya, karena air sungai merupakan satu-satunya sumber air di Kecamatan Lubuk Kilangan, meskipun sudah ada sebagian kecil masyarakat yang memanfaatkan air PDAM. Namun jika dilihat dari sifat fisika air sungai tersebut, warna kecoklatan bahkan seringkali seperti warna putih keruh dan bau yang sedikit anyir, dapat diasumsikan bahwa air sungai ini mengalami pencemaran.

Setelah penulis perhatikan, ternyata aliran sungai yang dimanfaatkan oleh sebagian besar penduduk tersebut melewati daerah penambangan batu kapur untuk bahan baku pembuatan semen oleh PT. Semen Padang, dan berdasarkan kajian teoritis diatas maka penulis mengangkat judul “*Penentuan Kadar BOD (Biological Oxygen Demand) dan Logam Berat Fe Pada Air Sungai Disekitar Penambangan Batu Kapur Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang*”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Berapa kadar BOD yang terkandung dalam air sungai disekitar penambangan batu kapur Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang dengan variasi pengambilan sampel ?
2. Berapa kadar BOD yang terkandung dalam air sungai disekitar penambangan batu kapur Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang dengan variasi metoda titrasi iodometri dan metoda digital ?
3. Berapa kandungan logam Fe yang terdapat pada air sungai disekitar penambangan batu kapur Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang ?

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, masalah dibatasi pada :

1. Pengambilan sampel, pada air sungai disekitar penambangan batu kapur Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang.

2. Parameter air yang digunakan pada penelitian ini adalah BOD dan logam Fe.
3. Untuk penentuan nilai BOD optimum pada air sungai digunakan variasi metoda, yaitu metoda titrasi iodometri dan metoda digital.

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan :

1. Mengetahui kadar BOD dalam air sungai yang terdapat di daerah penambangan batu kapur Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang.
2. Mengetahui konsentrasi logam berat Fe dalam air sungai yang terdapat di daerah penambangan batu kapur Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang.
3. Mengetahui nilai BOD optimum dengan variasi metoda yang digunakan.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat :

1. Memberikan informasi tentang nilai BOD optimum dengan variasi metoda yang digunakan.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat khususnya masyarakat Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang tentang kadar BOD dan logam Fe yang terdapat dalam air sungai disekitar penambangan batu kapur, Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air

Air adalah zat atau materi yang penting bagi semua bentuk kehidupan di bumi. Air menutupi hampir 71 % permukaan bumi. Terdapat 1,4 triliyun kilometer kubik (330 juta mil³) air tersedia di bumi. Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak-puncak gunung), akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, danau, uap air, dan lautan es (Wikipedia,2010).

Air dalam obyek-obyek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut. Air yang dengan rumus kimia H₂O merupakan substansi kimia yang bersifat tidak berasa, tidak berwarna dan tidak berbau pada kondisi standar yaitu pada tekanan 1 atm atau pada temperatur 273,15⁰K(0⁰C). Dari sudut pandang biologi, air memiliki sifat-sifat yang penting untuk adanya kehidupan karena semua makhluk hidup memiliki ketergantungan terhadap keberadaan air.

Secara alami, air merupakan pelarut yang sangat baik sehingga hampir semua material dapat larut di dalamnya. Adapun berbagai material terlarut dalam air adalah:

- a. Berbagai gas seperti oksigen (O_2), karbondioksida (CO_2), amonia (NH_3), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3), dan sulfida (H_2S).
- b. Berbagai mineral seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), kalium (K), besi (Fe), seng (Zn), serta mineral bentuk ion atau molekul organik maupun anorganik
- c. Material organik terlarut seperti gula, lemak, asam, dan vitamin,
- d. Material anorganik seperti lumpur dan tanah liat,
- e. Material biologis seperti bakteri, jamur, virus, zooplankton, dan fitoplankton.

Wisnu Arya (2007) mengemukakan bahwa untuk menetapkan standart air yang bersih tidaklah mudah, karena tergantung pada faktor penentu. Faktor-faktor penentu tersebut antara lain adalah:

- a. Kegunaan air : untuk air minum (golongan I), untuk prasarana rekreasi (golongan II), untuk keperluan pertanian (golongan III), dan untuk keperluan industri dan pembangkit tenaga listrik (golongan IV).
- b. Asal sumber air : air dari mata air pegunungan, air danau, air sungai, air sumur dan air hujan.

B. Pencemaran Air

Sungai adalah salah satu sumber air yang pada umumnya digunakan untuk keperluan manusia seperti tempat penampungan air, alat transportasi,

mengairi sawah, keperluan peternakan, keperluan industri, daerah tangkapan air, pengendali banjir, tempat memelihara ikan dan juga sebagai tempat rekreasi. Namun produktivitas mereka akan terganggu dengan adanya bahan pencemar yang menyebabkan pencemaran air.

Pencemaran adalah suatu penyimpangan dari keadaan normalnya. Keadaan normal air masih tergantung pada faktor penentu, yaitu kegunaan air itu sendiri dan asal sumber air. Penyebab pencemaran air dapat berasal dari :

a. Limbah pemukiman

Limbah pemukiman mengandung limbah domestik berupa sampah organik dan sampah anorganik serta deterjen. Sampah organik adalah sampah yang dapat diuraikan atau dibusukkan oleh bakteri. Contohnya sisa-sisa sayuran, buah-buahan, dan daun-daunan. Sedangkan sampah anorganik seperti kertas, plastik, gelas atau kaca, kain, kayu-kayuan, logam, karet, dan kulit. Sampah-sampah ini tidak dapat diuraikan oleh bakteri (non biodegradable). Sampah organik yang dibuang ke sungai menyebabkan berkurangnya jumlah oksigen terlarut, karena sebagian besar digunakan bakteri untuk proses pembusukannya. Apabila sampah anorganik yang dibuang ke sungai, cahaya matahari dapat terhalang dan menghambat proses fotosintesis dari tumbuhan air dan alga, yang menghasilkan oksigen.

Deterjen merupakan limbah pemukiman yang paling potensial mencemari air. Pada saat ini hampir setiap rumah tangga menggunakan

deterjen, padahal limbah deterjen sangat sukar diuraikan oleh bakteri, sehingga tetap aktif untuk jangka waktu yang lama. Penggunaan deterjen secara besar-besaran juga meningkatkan senyawa fosfat pada air sungai atau danau. Fosfat dapat merangsang pertumbuhan tumbuhan air. Pertumbuhan tumbuhan air yang tidak terkendali menyebabkan permukaan air danau atau sungai tertutup sehingga menghalangi masuknya cahaya matahari dan mengakibatkan terhambatnya proses fotosintesis. Jika tumbuhan air ini mati, akan terjadi proses pembusukan yang menghabiskan persediaan oksigen dan pengendapan bahan-bahan yang menyebabkan pendangkalan.

b. Limbah industri

Limbah industri sangat potensial sebagai penyebab terjadinya pencemaran air. Pada umumnya limbah industri mengandung limbah B3, yaitu bahan berbahaya dan beracun. Limbah industri adalah sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang dapat mencemari atau merusak lingkungan hidup sehingga membahayakan kesehatan serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk lainnya. Karakteristik limbah B3 adalah korosif atau dapat menyebabkan karat, mudah terbakar dan meledak, bersifat toksik atau beracun dan menyebabkan infeksi serta penyakit. Limbah industri yang berbahaya antara lain yang mengandung logam dan cairan asam. Misalnya limbah

yang dihasilkan industri pelapisan logam, yang mengandung tembaga dan nikel serta cairan asam sianida, asam borat, asam kromat, asam nitrat dan asam fosfat. Limbah ini bersifat korosif, dapat mematikan tumbuhan dan hewan air. Pada manusia menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, mengganggu pernafasan dan menyebabkan kanker.

c. Limbah pertambangan

Limbah pertambangan seperti batubara biasanya tercemar oleh asam sulfat dan senyawa besi, yang dapat mengalir ke luar daerah pertambangan. Air yang mengandung kedua senyawa ini dapat berubah menjadi asam. Bila air yang bersifat asam ini melewati daerah batuan karang atau kapur akan melarutkan senyawa Ca dan Mg dari batuan tersebut. Selanjutnya senyawa Ca dan Mg yang larut terbawa air akan memberi efek terjadinya kesadahan air, yang tidak bisa digunakan untuk mencuci karena sabun tidak bisa berbuih. Bila dipaksakan akan memboroskan sabun, karena sabun tidak akan berbuih sebelum semua ion Ca dan Mg mengendap. Limbah pertambangan yang bersifat asam bisa menyebabkan korosi dan melarutkan logam-logam sehingga air yang dicemari bersifat racun dan dapat memusnahkan kehidupan akuatik.

C. Parameter-parameter untuk mengukur kadar bahan pencemar

Bahan pencemar adalah jumlah berat zat pencemar dalam satuan waktu tertentu yang merupakan hasil perkalian dari kadar pencemar dengan debit limbah cair.

Parameter yang digunakan untuk mengukur kadar bahan pencemar antara lain :

a. BOD (*Biochemical Oxygent Demand*)

Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air (Alearts,G, 1987).

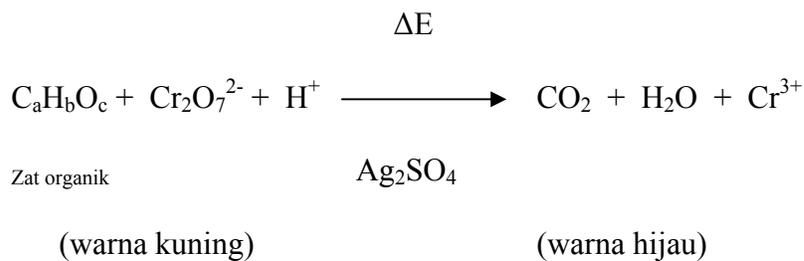
Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, jika air dicemari oleh zat organik maka bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air yang mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan keadaan menjadi anaerobik sehingga dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut. Menurut Alerts,G,(1987), Pemeriksaan BOD didasarkan atas reaksi oksidasi zat organik dengan oksigen di dalam air, dan proses tersebut berlangsung karena adanya bakteri aerobik. Sebagai hasil oksidasi akan terbentuk karbon dioksida, air dan amoniak.

Reaksi biologis dilakukan pada temperature 20° C dan dilakukan selama 5 hari, karena ini merupakan kondisi yang cocok untuk pengukuran BOD.

b. COD (*Chemical Oxygent Demand*)

COD adalah jumlah oksigen (mg O₂) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat anorganis yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi K₂Cr₂O₇ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*) (Alerts,G, 1987). COD digunakan untuk proses deoksigenasi dalam suatu perairan atau air limbah.

Sebagian besar zat organik melalui tes COD ini dioksidasi oleh larutan K₂Cr₂O₇ dalam keadaan asam yang mendidih. Perak sulfat ditambahkan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi. Reaksi oksidasi oleh larutan K₂Cr₂O₇ seperti yang terlihat dibawah ini :

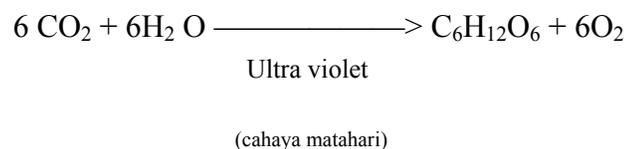


Nilai BOD dan COD di pengaruhi oleh nilai Oksigen terlarut (Disolved Oxygen = DO). Jika tingkat oksigen terlarut rendah, maka organisme anaerob berkemungkinan akan mati atau dapat menguraikan

bahan organik sehingga menghasilkan bahan seperti metana dan hidrogen sulfida. Zat-zat itulah yang menyebabkan air berbau busuk.

Suhu juga mempengaruhi kadar oksigen terlarut dalam air. Sumber utama oksigen dalam perairan adalah hasil difusi dari udara, terbawa melalui presipitasi (air hujan) dan hasil fotosintesis fitoplankton. Sebaliknya, kandungan Oksigen terlarut dalam air dapat berkurang karena dimanfaatkan oleh aktivitas respirasi dan perombakan bahan organik. Kekurangan Oksigen dapat pula dialami akibat terhalangnya difusi karena stratifikasi salinitas yang dapat terjadi setelah hujan lebat.

Ada saatnya oksigen dalam air menjadi lewat jenuh. Konsentrasi lewat jenuh dapat terjadi pada tambak-tambak yang terlalu subur dan fitoplankton tumbuh terlalu padat. Keadaan ini dapat terjadi setelah tengah hari, yaitu melalui aktivitas fotosintesis fitoplankton yang banyak menghasilkan Oksigen, dengan reaksi sebagai berikut :



Kadar oksigen yang terlarut dalam air (Disolved Oksigen = DO) sering dipakai untuk menentukan kualitas air bersih. Jika air mengandung zat pencemar yang banyak, maka harga DO akan turun, sebab oksigen

yang larut dalam air akan terpakai oleh bakteri-bakteri untuk menguraikan zat pencemar tersebut. Harga BOD berbanding terbalik dengan DO. Air yang bersih tentu memiliki harga DO tinggi dan harga BOD rendah. Jika harga DO kurang dari 4 mg/l, berarti air tersebut cukup tercemar.

Menurut Alaerts,G (1987), analisa COD berbeda dengan analisa BOD namun perbandingan antara angka COD dengan angka BOD dapat ditetapkan. Perbandingan rata-rata angka BOD/COD untuk beberapa jenis air :

- 1) Air buangan domestik (penduduk) : 0,4-0,6
- 2) Air buangan domestik setelah pengendapan primer : 0,6
- 3) Air buangan domestik setelah pengolahan secara biologis : 0,2
- 4) Air sungai : 0,1

c. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS adalah jumlah berat dalam mg/liter kering lumpur yang ada dalam limbah setelah mengalami penyaringan menggunakan filter kertas atau filter fiber glass (serabut kaca) dan kemudian zat padat yang tertahan pada filter dikeringkan pada suhu 105°C. maka berat residu sesudah penyaringan adalah zat padat tersuspensi (Alaerts,G,1987). Penentuan zat padat tersuspensi (TSS) berguna untuk mengetahui kekuatan pencemaran air limbah domestik, dan juga berguna untuk penentuan efisiensi unit pengolahan air.

d. pH

pH adalah ukuran derajat keasaman atau kebasaan zat cair atau larutan. Air yang mempunyai pH antara 6,7 - 8,6 mendukung populasi hewan dan tumbuhan dalam air. Dalam jangkauan pH itu pertumbuhan dan perkembangbiakan hewan dan tumbuhan di air tidak terganggu (Wikipedia Indonesia, 2010)

pH suatu larutan menunjukkan konsentrasi ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (mol/l) pada suhu tertentu.

Reaksi : $\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$

D. Logam Berat

Logam berat adalah benda padat atau cair yang mempunyai berat 5 gram atau lebih untuk setiap cm^3 , sedangkan logam yang beratnya kurang dari 5 gram adalah logam ringan. Logam berat masih termasuk kedalam golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk kedalam tubuh organisme hidup (Heryando Palar, 1994).

Dalam tubuh makhluk hidup logam berat termasuk mineral "trace" atau mineral yang jumlahnya sangat sedikit. Beberapa mineral trace adalah esensial karena digunakan untuk aktifitas enzim, misalnya: besi (Fe), seng

(Zn), tembaga (Cu) dan beberapa unsur lainnya seperti kobalt (Co), mangan (Mn), dan beberapa lainnya. Beberapa logam bersifat non esensial dan bersifat toksik terhadap makhluk hidup, misalnya: merkuri (Hg), kadmium (Cd), dan timbal (Pb).

Logam banyak ditemukan di alam, tetapi bentuk kimianya dapat berubah akibat pengaruh fisikokimia, biologis atau akibat aktivitas manusia. Toksisitasnya dapat berubah drastis bila bentuk kimianya berubah. Sifat toksisitas logam berat dapat dikelompokkan kedalam tiga kelompok, yaitu:

- a. Bersifat toksik tinggi, yang terdiri dari unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu dan Zn.
- b. Bersifat toksik sedang, yang terdiri dari unsure-unsur Cr, Ni dan Co.
- c. Bersifat toksik rendah, yang terdiri dari Fe dan Mn.

Adapun logam berat di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat, yaitu:

- a. Sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaanya secara alami sulit terurai.
- b. Dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut.
- c. Mudah terakumulasi di sedimen, sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air. Disamping itu, sediment mudah

tersuspensi karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu. (de08.2010)

Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Meski pun semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan atas makhluk hidup, namun sebagian dari logam berat tersebut tetap dibutuhkan oleh makhluk hidup.

Kebutuhan tersebut berada dalam jumlah yang sangat sedikit. Tetapi bila kebutuhan dalam jumlah yang sangat kecil itu tidak terpenuhi, maka dapat berakibat fatal terhadap kelangsungan hidup dari setiap makhluk hidup tersebut. Karena tingkat kebutuhannya sangat penting maka logam-logam tersebut juga dinamakan sebagai logam "trace" atau mineral essensial tubuh. Tapi bila jumlah dari logam-logam essensial ini masuk kedalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan, maka akan berubah fungsi menjadi zat racun bagi tubuh.

E. Besi (Fe)

Dalam tabel periodik, besi mempunyai simbol Fe dan nomor atom 26. Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Pada umumnya, besi yang ada dalam air dapat bersifat :

- a. Terlarut sebagai Fe^{2+} (Ferro) atau Fe^{3+} (ferri)
- b. Tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter $< 1\mu\text{m}$) atau lebih besar seperti: Fe_2O_3 , FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan sebagainya.
- c. Tergabung dengan zat organis atau zat padat yang inorganis (seperti tanah liat).

Pada air permukaan, jarang ditemui kadar Fe lebih besar dari 1 mg/L, tetapi di dalam air tanah kadar Fe dapat jauh lebih tinggi. Konsentrasi Fe yang tinggi ini dapat dirasakan dan dapat menodai kain dan perkakas dapur. Air yang mengandung banyak besi akan berwarna kuning dan menyebabkan rasa logam besi dalam air, serta menimbulkan korosi pada bahan yang terbuat dari metal (Anonim,2006)

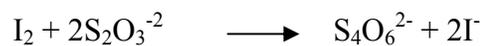
Pada air yang tidak mengandung O_2 , seperti sering kali air tanah besi berada sebagai Fe^{2+} yang cukup dapat larut, sedangkan pada air sungai yang mengalir dan terjadi aerasi, Fe^{2+} teroksidasi menjadi Fe^{3+} , dimana Fe^{3+} ini sulit larut pada pH 6 sampai 8 (kelarutannya hanya dibawah beberapa $\mu\text{g/L}$), bahkan dapat menjadi ferihidroksida $\text{Fe}(\text{OH})_3$, atau salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat dan bisa mengendap. Demikian dalam air sungai, besi berada sebagai Fe^{2+} , Fe^{3+} terlarut dan Fe^{3+} dalam bentuk senyawa organis berupa koloidal (G. Alearts dan SS Santika, 1987)

F. Metoda-metoda yang digunakan

a. Metoda titrasi iodometri untuk penentuan BOD

Prinsip pengukuran dengan mengukur kandungan oksigen terlarut (DO) awal dari sampel segera setelah pengambilan contoh, kemudian mengukur kandungan OD pada sampel yang telah diinkubasi selama 5 hari pada kondisi gelap dan suhu tetap 20°C (Hariyadi, 2004).

Metoda ini digunakan, dimana suatu kelebihan ion iodida yang digunakan sebagai pereaksi reduksi., ditambahkan kepada pereaksi oksidasi yang ditentukan, dengan pembebasan iodium, yang kemudian dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat. Reaksi antara iodium dan tiosulfat berlangsung secara sempurna (Alerts,G, 1987).



b. Metoda digital untuk penentuan BOD (Slevogt, 2008)

Metoda ini digunakan dengan memanfaatkan alat yang dapat mengukur kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) secara langsung. Prinsip pengukuran dengan menggunakan alat ini didasarkan pada pengukuran tekanan melalui sensor tekanan elektronik.

c. Metoda Spektrofotometri untuk analisa Fe (Khopkar, 1990)

Prinsip dasar metoda analisis dengan SSA adalah interaksi energi radiasi elektromagnetik dengan atom yang berada pada tingkat energi dasar. Apabila seberkas energi radiasi dikenakan pada sekelompok atom yang

berada pada tingkat energi dasar, bila energi sesuai maka akan diserap dan atom akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi.

G. Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Metoda Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pertama kali diperkenalkan oleh A.Wals pada tahun 1955. Metode ini merupakan suatu teknik untuk menganalisis atom dari unsur-unsur logam. Kelebihan dari metoda ini yaitu memiliki kepekaan dan ketelitian yang tinggi karena dapat mengukur kandungan logam dengan satuan ppm, memerlukan sampel sedikit dan dapat digunakan untuk menentukan kadar logam yang konsentrasinya kecil tanpa dipisahkan terlebih dahulu (Khopkar, 1990).

1. Prinsip Spektrofotometri Serapan Atom

Prinsip dasar metoda analisis dengan SSA adalah interaksi energi radiasi elektromagnetik dengan atom yang berada pada tingkat energi dasar. Apabila seberkas energi radiasi dikenakan pada sekelompok atom yang berada pada tingkat energi dasar, bila energi sesuai maka akan diserap dan atom akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi (Khopkar,1990).

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) merupakan alat yang canggih dalam analisisnya, ketelitian sampai tingkat runtu, tidak memerlukan pemisahan terlebih dahulu. Hubungan antara serapan sinar oleh atom-atom pada panjang gelombang tertentu dinyatakan dengan hukum Lambert-Beer, yaitu:

$$A = - \log I_t/I_0$$

Dengan penurunan dan integrasi maka akan diperoleh rumus:

$$A = a.b.c$$

Dimana: A = absorban

a = koefisien meddium penyerap

I_0 = Intensitas sinar mula-mula

b = tebal medium penyerap

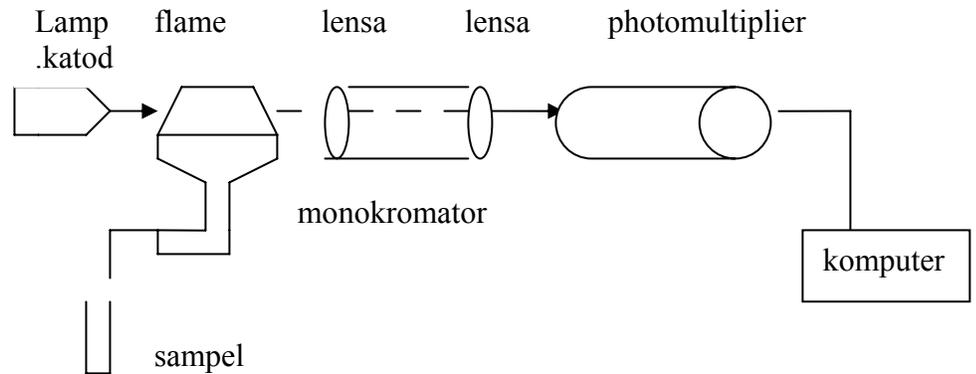
I_t = Intensitas sinar yang diteruskan

c = konsentrasi atom penyerap (analit)

Berdasarkan hukum Lambert-Bert diperoleh nilai absorban sebanding dengan konsentrasi atom unsur yang dianalisis pada panjang gelombang tertentu sehingga didapat kurva kalibrasi sebagai hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi, maka berdasarkan kurva kalibrasi ini konsentrasi sampel dapat ditentukan (Hendayana, 1994).

2. Sistem peralatan Spektrofotometer Serapan Atom

Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) terdiri dari beberapa bagian pokok, yaitu: sumber sinar, tempat atomisasi, monokromator, detektor, dan recorder (Underwood,1992:430)



Gambar 1 : Skematik Spektrofotometer Serapan Atom

Peralatan spektroskopi serapan atom disusun oleh beberapa komponen, diantaranya yaitu:

a. Sumber Sinar

Sinar yang banyak digunakan SSA adalah lampu katoda berongga. Lampu ini terdiri dari anoda tungsten dan katoda berbentuk silinder dan diisi dengan gas inert seperti argon. Katoda dibuat dari logam analit atau katoda yang dilapisi dengan logam yang akan dianalisis. Pada katoda dan anoda diberi tegangan tinggi sehingga katoda akan memancarkan berkas elektron. Elektron-elektron ini akan menumbuk gas argon yang ada dalam rongga, sehingga gas tersebut bermuatan positif. Gas tersebut akan menumbuk katoda sehingga elektron dari atom logam yang melapisi logam katoda tersebut akan terlempar dan tereksitasi, kemudian memancarkan panjang gelombang yang karakteristik untuk logam tersebut dan kembali ke keadaan dasar.

Atom yang terlempar ini akan tersebar kembali kepermukaan katoda.

Lampu ini digunakan kira-kira 61 unsur.

b. Unit atomisasi

Proses atomisasi ini dibagi menjadi dua tingkat yaitu nebulasi (pengabutan), untuk membentuk larutan sampel menjadi aerosol halus, dan penguraian analit menjadi atom-atom keadaan dasar dalam bentuk gas. Larutan cuplikan disedot dengan pipa kapiler masuk kedalam suatu ruang pengabut, kemudian sampel dikabutkan membentuk suspensi partikel cairan. Partikel yang besar akan bergabung membentuk tetesan dan akan jatuh ke bawah, sedangkan partikel yang kecil akan dibawa aliran gas masuk ke dalam nyala dan diubah menjadi atom bebas.

c. Monokromator

Monokromator adalah alat yang berfungsi untuk memisahkan, mengisolasi, dan mengontrol intensitas energi sinar yang sampai ke detektor. Monokromator ini dapat memilih garis resonansi atom dari garis spektrum yang dipancarkan oleh sumber sinar, sehingga panjang gelombang tertentu saja yang dapat di deteksi oleh detektor.

d. Detektor

Detektor berfungsi untuk mengubah intensitas sinar menjadi arus listrik. Detektor yang baik adalah detektor yang peka terhadap perubahan intensitas sinar.

e. Rekorder

Rekorder berfungsi untuk merubah signal-signal listrik yang berasal dari detektor ke dalam bentuk yang dapat dibaca oleh operator.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai BOD pada air sungai baik pagi hari maupun siang hari melebihi standart yang telah ditetapkan yaitu nilai minimum pada standar yang telah ditetapkan untuk air kelas 1 sampai kelas 3 adalah ≤ 6 mg/l. Sedangkan berdasarkan hasil pemeriksaan berkisar antara 8,9933 sampai 10,5087 mg/l.
2. Nilai BOD dengan menggunakan metoda titrasi iodometri lebih teliti dibandingkan nilai BOD dengan menggunakan metoda digital. Hal ini disebabkan karena hasil yang diperoleh pada metoda titrasi iodometri lebih teliti sedangkan pada metoda digital hanya berupa pembulatan.
3. Konsentrasi Fe dalam air sungai yaitu 4,3237 mg/l melebihi standart yang telah ditetapkan untuk air kelas 1 sampai kelas 3 adalah 0 – 0,3 mg/l. Konsentrasi Fe yang tinggi ini disebabkan karena air sungai sudah tercemar oleh batu kapur yang banyak mengandung besi oksida.

B. Saran

Dari hasil pemeriksaan parameter BOD dan logam Fe yang dilakukan, terhadap nilai yang menyimpang dari baku standar penulis dapat memberikan saran yaitu:

1. Nilai BOD yang tinggi pada air sungai. Untuk dapat menurunkan nilai BOD pada tambak disarankan agar masyarakat sekitar tidak membuang sampah-

sampah organik maupun anorganik kedalam sungai dan lingkungan sekitar sungai lebih diperhatikan.

2. Agar masyarakat tidak menggunakan air sungai ini untuk keperluan hidup sehari-hari seperti minum, mencuci dan mandi karena air sungai yang mengandung kadar Fe yang tinggi ini dapat membahayakan kesehatan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonym. Uji Kualitas Parit disepanjang Hotel Saphir Sampai dengan Sub inlet Sungai Gajah Wong Yogyakarta. Yogyakarta.
- Aleart,G, & Santika, S.S. 1987. Metoda Penelitian Air. Surabaya: Usaha Nasional.
- Arya, Wisnu Wardhana. 2007. Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Slevogt, Straße Karl & Weilheim. 2008. Manometric BOD Measuring Devices. Germany.
- Day. R. A, JR dan A.L Under Wood. 1986. Analisis Kimia Kuantitatif. Jakarta: Erlangga.
- De08. 2010. Logam Berat. (www.shvoong.com). Diakses tanggal 15 Maret 2011.
- Hariyadi, Sigid. 2004. BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemar Air dan Baku Mutu Air Limbah. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hendayana, Sumar, dkk. 1994. Kimia Analitik Instrument. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Hendrawan, Diana. 2005. Kualitas Air Sungai dan Situ di DKI Jakarta. (<http://www.google.com>)
- Heryando, Palar. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Khopkar, S. M. 1990. Konsep Dasar Kimia Analitik. Jakarta: Universitas Indonesia Press.