

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai Tulang Bawang

Kabupaten Tulang Bawang terletak antara $3^{\circ}45''$ – $4^{\circ}40''$ Lintang Selatan $104^{\circ}55''$ – $105^{\circ}55''$ Bujur Timur, dan secara fisiografi daerah Tulang Bawang merupakan dataran dengan ketinggian 0 – 39 meter di atas permukaan laut Wilayah ini terletak di bagian hilir dari aliran 2 sungai besar yaitu Way Mesuji dan Way Tulang Bawang yang bermuara ke Laut Jawa yang berada di bagian Timur wilayah Tulang Bawang. Daerah Kabupaten Tulang Bawang dengan kantor pusat Pemerintahan di Kota Menggala, yang diresmikan menjadi ibukota Kabupaten Tulang Bawang oleh Menteri Dalam Negeri pada tahun 1997 (BLHD Kabupaten Tulang Bawang, 2007). Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kabupaten Tulang Bawang dibagi menjadi 3 sistem utama yaitu :

1. DAS Way Seputih

Way Seputih mengalir di sebelah selatan wilayah Kabupaten Tulang Bawang dan sekaligus sebagai batas administrasi bagian selatan wilayah Kabupaten Tulang Bawang

2. DAS Way Tulang Bawang

Way Tulang Bawang dan anak sungainya dibagian tengah dan selatan wilayah Kabupaten Tulang Bawang

3. DAS Way Mesuji

Way Mesuji dan anak-anak sungai mengalir dibagian utara wilayah Kabupaten Tulang Bawang dan sekaligus batas administrasi dengan wilayah Provinsi Sumatera Selatan.

Ketiga sungai tersebut bermuara di laut Jawa dengan jarak antar muara sekitar 35 km. Dipandang dari sistem sungai, maka dapat diidentifikasi bahwa konsentrasi penduduk dan aktivitas kehidupannya lebih terkonsentrasi di daerah pedalaman atau daerah tangkapan hujan. Kondisi tersebut akan menyebabkan sumberdaya air akan lebih banyak ancaman atau gangguan dari segi konflik kepentingan alam budidaya lahan maupun sumber daya airnya. Tingkat kekeruhan air bertambah tinggi karena erosi tanah. Kegiatan reboisasi belum dapat mengimbangi laju penggundulan hutan. Hanya sedikit yang sudah diketahui dampak degradasi pada sungai-sungai dan morfologi pesisir (debit, endapan, erosi pantai dan pelumpuran). Way Tulang Bawang, Way Seputih membawa komponen tanah yang besar. Dari Way Seputih saja terangkut sekitar 10,5 juta ton endapan ke laut setiap tahunnya (Sumber : Dinas Perairan Kab. Tuba, 2006). Jumlah dan panjang sungai di Kabupaten Tulang Bawang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah dan panjang sungai di Kabupaten Tulang Bawang

No	Sungai	Anak sungai	Panjang (Km)
1	Way Tulang Bawang		165
		Way Kanan	30
		Way Kiri	50
		Way Bawang Bakung	46
		Way Miring	30
		Way Papan	14
		Way Geklam	28
2	Way Pidada	Way Bujuk	142
3	Way Buaya		40
			43
4	Sungai yang menginduk sungai mesuji	Way Buya	46
		Way beras - beras	32
	Way Sidang		
	Way Gebang		7
	Way Tuluk		32
	Cempedak		21
	Way pada		18
	Way Piring		42
	Way Muara Dua		20

Sumber: Dinas pengairan Kabupaten Tulang Bawang, 2007

Sungai sangat penting dalam pengelolaan kewilayahan karena fungsi fungsinya untuk transportasi, sumber air bagi masyarakat, perikanan, pemeliharaan hidrologi rawa, dan lahan basah. Sebagai alat angkut, sungai membawa sedimen (lumpur, pasir), sampah, dan limbah serta zat hara, melalui wilayah pemukiman ke terminal akhirnya, yaitu laut. Dampaknya adalah terciptanya dataran berlumpur, pantai berpasir dan bentuk pantai lainnya. Dengan berkurangnya debit sungai dan semakin besarnya beban penggunaan, maka pengaruh terhadap kualitas air semakin jelas terlihat. Kesehatan masyarakat dan lingkungan akan terancam bilamana penurunan kualitas air sungai terus berlanjut hingga di bawah baku mutu yang ditetapkan.

B. Muara Sungai (Estuaria)

Estuaria adalah perairan semi tertutup yang berhubungan bebas dengan laut, sehingga air laut dengan salinitas tinggi dapat bercampur dengan air tawar (Pickard, 1970). Percampuran akan terjadi bila kedua massa air tersebut bersentuhan, air tawar akan terapung diatas air laut karena densitas air tawar lebih ringan dibandingkan dengan densitas air laut (Nyabakken, 1992). Densitas air laut dipengaruhi oleh salinitas dan suhu akan tetapi di estuari, salinitas perairan dalam proses pencampuran lebih dominan dibandingkan suhu karena dua alasan, yaitu : (1) kisaran salinitas yang lebih besar dibandingkan kisaran suhu dan (2) kedalaman yang relatif dangkal sehingga pencampuran di estuari dipengaruhi perbedaan salinitas dibandingkan perbedaan suhu. Pengaruh kombinasi air laut dan air tawar tersebut akan menghasilkan suatu komunitas yang khas antara lain

- a. Tempat bertemunya arus sungai dan arus pasang surut yang berlawanan menyebabkan suatu pengaruh yang kuat terhadap sedimentasi, pencampuran air, dan ciri-ciri fisik lainnya, serta mempengaruhi besar biotanya.
- b. Pencampuran kedua macam air tersebut menghasilkan suatu sifat fisika lingkungan khusus yang tidak sama dengan sifat air sungai maupun sifat air laut.
- c. Perubahan yang terjadi akibat adanya pasang surut mengharuskan komunitas mengadakan penyesuaian secara fisiologis dengan lingkungan sekelilingnya.
- d. Tingkat kadar garam di daerah estuari tergantung pada pasang surut air laut, dan banyaknya aliran air tawar serta topografi daerah estuari tersebut.

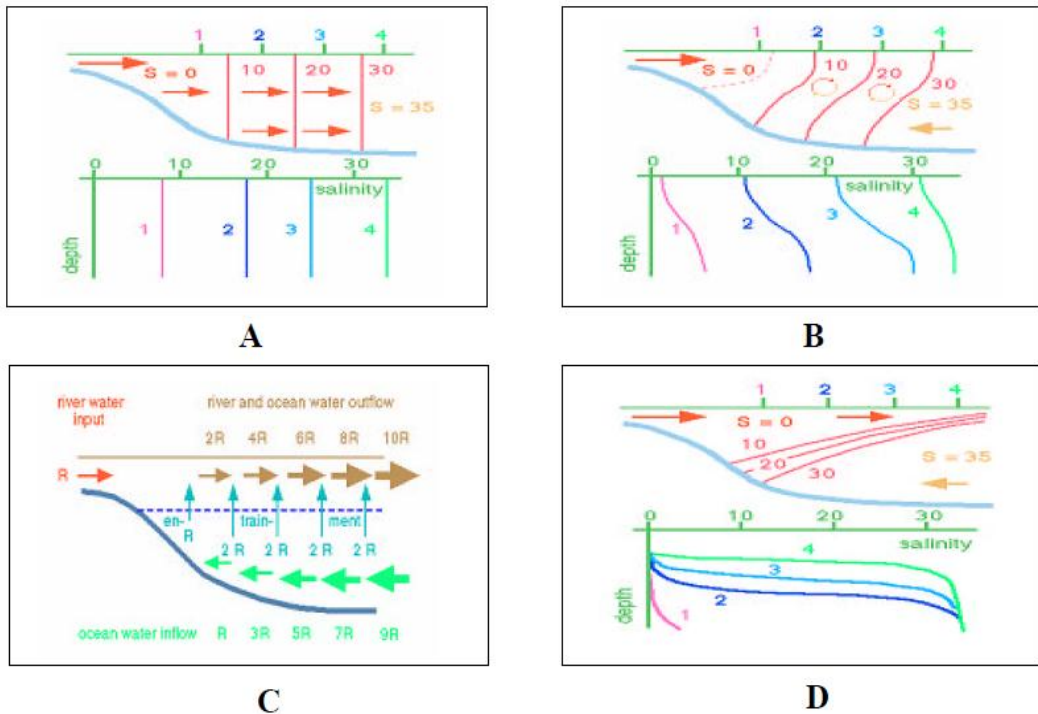
Secara umum estuari mempunyai peran ekologis penting antara lain ; sebagai sumber zat hara dan bahan organik yang diangkut lewat sirkulasi pasang surut, penyedia habitat bagi sejumlah spesies hewan yang bergantung pada estuaria sebagai tempat berlindung dan tempat mencari makan (*feeding ground*) dan sebagai tempat untuk bereproduksi dan/tempat tumbuh besar (*nursery ground*) terutama bagi sejumlah ikan dan udang. Perairan estuaria secara umum dimanfaatkan manusia untuk tempat pemukiman, tempat penangkapan dan budidaya ikan, jalur transportasi, pelabuhan, dan kawasan industri (Bengen, 2000).

Aktifitas yang ada dalam rangka memanfaatkan potensi yang terkandung di wilayah pesisir, seringkali saling tumpang tindih, sehingga tidak jarang pemanfaatan sumberdaya tersebut justru menurunkan atau merusak potensi yang ada. Hal ini karena aktifitas-aktifitas tersebut, baik secara langsung maupun tidak langsung, mempengaruhi kehidupan organisme di wilayah pesisir, melalui perubahan lingkungan di wilayah tersebut. Sebagai contoh, adanya limbah buangan baik dari pemukiman maupun aktifitas industri, walaupun limbah ini mungkin tidak mempengaruhi tumbuhan atau hewan utama penyusun ekosistem pesisir di atas, namun kemungkinan akan mempengaruhi biota penyusun lainnya. Logam berat, misalnya mungkin tidak berpengaruh terhadap kehidupan tumbuhan bakau (*mangrove*), akan tetapi sangat berbahaya bagi kehidupan ikan dan udang (*krustasea*) yang hidup di hutan bakau tersebut (Bryan, 1976).

Stommel (1951), diacu dalam Pickard dan Emery (1970) mengklasifikasikan sirkulasi dan pola stratifikasi di estuari kedalam 4 tipe yaitu :

1. Estuari yang bercampur secara vertikal atau sempurna (*vertically mixed estuary*, Gambar 1a), biasanya dangkal dan airnya bercampur secara vertikal sehingga massa airnya menjadi homogen dari permukaan sampai ke dasar sepanjang estuari. Salinitas meningkat dengan jarak sepanjang estuari dari hulu sampai ke mulut atau hilir. Pada tipe estuari bercampur sempurna, energi pasut lebih besar daripada debit sungai dan mengakibatkan suatu proses pengadukan dan pencampuran yang sangat efektif. Airnya bercampur secara vertikal (Brown, 1989).
2. Estuari stratifikasi sebagian (*partially stratified estuary*, Gambar 1B). Terjadi pada suatu wilayah yang mempunyai debit sungai lebih kecil atau setara dengan energi pasut (Riley and Skirrow, 1975). Energi pasang akan menstimulir terjadi pengadukan dan pencampuran kedua massa air sungai dan air laut di estuari, tipe estuari tercampur sebagian mempunyai sifat antara lain : salinitas meningkat dari kepala sampai ke mulut pada semua kedalaman, massa air masing-masing berada pada 2 lapisan, dimana lapisan atas sedikit lebih rendah dibandingkan yang lebih dalam, tidak terbentuk gradien densitas (Diane, *et al.* 1999).
3. Estuari stratifikasi tinggi (*highly stratified estuary*, Gambar 1c), lapisan atas salinitas meningkat dari dekat nol pada sungai sampai mendekati laut diluar mulut perairan yang lebih dalam. Pada estuari ini ada halocin diantaranya perairan atas dan bawah dibagian kepala estuari.

4. Estuari baji garam (*salt wedge*, Gambar 1d), air bersalinitas tinggi menyusup dari laut seperti baji dibawah air sungai. Estuari baji garam mempunyai penampakan yang hampir sama dengan estuari stratifikasi sedang dan tinggi. Ada gradien horisontal sari salinitas di dasar seperti pada estuari stratifikasi sebagian dan sebuah gradien salinitas vertikal seperti estuari stratifikasi tinggi. Tipe estuari biji garam umumnya terjadi di wilayah yang mempunyai aliran air sungai lebih dominan dari pada energi pasut, sehingga sirkulasi massa air didominasi oleh energi massa air yang masuk dari dan mengakibatkan terbentuknya gradien densitas nyata pada batas pertemuan massa air sungai dan massa air laut yang disebut baji garam. Adanya gradien densitas menyebabkan proses pengadukan dan pencampuran kurang efektif (Brown, 1989). Karakter sirkulasi dan pola stratifikasi terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Karakter salinitas tiap profil kedalaman (bawah) dan penampang melintang salinitas (atas) di estuari.

Muara sungai way tulang Bawang terletak di Kabupaten Tulang Bawang bagian utara kecamatan Dente Teladas yang berbatasan dengan laut Jawa. Di sekitar muara tersebut sebagian besar merupakan kampung-kampung pesisir dan terdapat tambak udang dalam jumlah yang cukup luas. Kampung - kampung di wilayah Kecamatan Dente Teladas yaitu : Teladas, Kekatung, kuala teladas, Mahabang, Sungai Nibung, Pasiran Jaya, Bratasena Adiwarna dan Bratasena Mandiri. Diwilayah ini juga terdapat industri budidaya udang modern milik PT Central Pertiwi Bahari (PT CPB), Kampung- kampung di daerah pesisir kecamatan Dente Teladas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Kampung-kampung pesisir di kecamatan Dente Teladas

C. Pencemaran Air Sungai

Air dapat tercemar oleh komponen-komponen anorganik, diantaranya berbagai logam berat yang berbahaya. Komponen-komponen logam berat ini berasal dari kegiatan industri. Kegiatan industri yang melibatkan penggunaan logam berat antara lain industri tekstil, pelapisaan logam, cat/ tinta warna, percetakan, dan bahan agrokimia, beberapa logam berat tersebut ternyata telah mencemari air, melebihi batas yang berbahaya bagi kehidupan (Wisnu, 2004).

Selain aktifitas industri, pencemaran air sungai juga berasal dari aktifitas masyarakat seperti aktifitas rumah tangga, dan aktifitas pertanian. Dalam aktifitasnya, masyarakat menggunakan bahan kimia seperti sabun, detergen, dan pestisida. Limbah bahan kimia tersebut dibuang dan dihanyutkan ke dalam badan air, sehingga air semakin tercemar. Pencemaran badan air yang disebabkan oleh unsur hara yang berlebih dapat menyebabkan eutrofikasi. Biomassa dari vegetasi ini setelah mati akan mengalami proses pembusukan/dekomposisi yang dilakukan oleh bakteri dan berlangsung secara aerob, artinya proses tersebut membutuhkan oksigen terlarut. Jika ketersediaan oksigen terlarut semakin sedikit, maka proses penguraian akan berjalan secara anaerob yang menghasilkan berbagai senyawa yang bersifat toksik dan menimbulkan bau yang busuk seperti amoniak (Soemarwoto, 2004).

Tiga jenis limbah rumah tangga yaitu limbah pertama berupa sampah, limbah ke dua berupa air limbah yang dihasilkan dari kegiatan mandi dan mencuci, kemudian limbah ke tiga kotoran yang dihasilkan manusia (Josua dkk, 2011). Limbah –

limbah ini jika tidak dikelola dengan baik, dapat berpotensi mencemari lingkungan sekitar.

a. Sampah

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhir suatu proses. Sampah didefinisikan oleh manusia menurut derajat keterpakaiannya, dalam proses alam sebenarnya tidak ada konsep sampah, yang ada produk-produk setelah dan selama proses alam tersebut berlangsung. Akan tetapi dalam kehidupan manusia didefinisikan konsep lingkungan maka sampah dapat dibagi menurut jenis-jenisnya yaitu sampah alam, manusia, konsumsi, nuklir, industri dan sampah pertambangan.

Berdasarkan sifatnya :

1. Sampah organik dapat terurai (degradable)

Sampah organik adalah sampah yang mudah membusuk seperti sisa makanan, sayuran, daun-daun kering, dan sebagainya. Sampah ini dapat diolah lebih lanjut menjadi kompos.

2. Sampah anorganik tidak dapat terurai (indegadable)

Sampah anorganik adalah sampah yang tidak mudah membusuk, seperti plastik, wadah pembungkus makanan, kertas, plastik mainan, botol dan gelas minuman, kaleng, kayu dan sebagainya. Sampah ini dapat dijadikan sampah komersil atau sampah yang laku dijual untuk dijadikan produk lainnya.

b. Air limbah

Air limbah adalah air buangan yang dihasilkan dari suatu produksi industri maupun domestik (rumah tangga), yang terkadang kehadirannya pada suatu saat

dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Dalam konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama kesehatan manusia sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah.

c. Sampah manusia

Sampah manusia (human waste) adalah istilah yang biasa digunakan terhadap hasil-hasil pencernaan manusia, seperti feces dan urin. Sampah manusia dapat menjadi bahaya yang serius bagi kesehatan karena dapat digunakan sebagai sarana perkembangan penyakit yang disebabkan karena virus dan bakteri. Salah satu perkembangan utama pada dialektika manusia adalah pengurangan penularan penyakit melalui sampah manusia dengan cara hidup yang higienis dan sanitasi.

Permasalahan ekologis yang menjadi perhatian utama adalah menurunnya kualitas perairan oleh masuknya bahan pencemar yang berasal dari kegiatan manusia seperti, sampah pemukiman, sedimentasi, industri, pemupukan dan pestisida. Bahan pencemar yang berasal dari pemukiman pada umumnya dalam bentuk limbah (organik dan anorganik) dan sampah. Bahan pencemar yang terdapat dalam air limbah dapat berupa bahan terapung, padatan tersuspensi atau padatan terlarut. Selain itu limbah juga mengandung mikroorganisme seperti virus, bakteri dan protozoa. Komposisi air limbah domestik sangat bervariasi tergantung pada tempat, sumber dan waktu. (Mara, 2004).

Limbah organik merupakan sisa atau buangan dari berbagai aktifitas manusia seperti rumah tangga, industri, permukiman, peternakan, pertanian dan perikanan yang berupa bahan organik, yang biasanya tersusun oleh karbon, hidrogen, oksigen,

nitrogen, fosfor, sulfur dan mineral lainnya (Porpraset, 1989). Limbah organik yang masuk ke dalam perairan dalam bentuk padatan akan langsung mengendap menuju dasar perairan, jika tidak dimanfaatkan oleh fauna perairan lain, seperti ikan, kepiting, bentos dan lainnya, maka akan segera dimanfaatkan oleh mikroba, baik mikroba aerobik maupun anaerobik ataupun mikroba fakultatif (Garno, 2002). Kegiatan dalam bidang pertanian, secara langsung maupun tidak langsung dapat menyebabkan kualitas perairan menjadi menurun. Hal ini disebabkan karena residu dari penggunaan pupuk dan pestisida akan mengalir ke badan air sungai. Residu pestisida yang masuk ke perairan akan terserap pada partikel tersuspensi dan partikel yang diam atau terpisah ke dalam substrat organik. Residu tersebut umumnya mempunyai sifat afinitas yang kuat terhadap komponen lipid dan bahan organik yang hidup. Bahan aktif pestisida sukar dihilangkan setelah masuk ke badan perairan, karena memiliki tingkat kestabilan yang cukup tinggi. Bahan aktif tersebut tidak mudah larut dalam air, tetapi larut dalam lemak serta menempel pada partikel-partikel halus. Akibatnya residu pestisida akan terkumpul dan terakumulasi dalam perairan, sehingga menyebabkan perairan menjadi tercemar dan merusak ekosistem di dalamnya (Connel and Miller, 1995).

Residu pupuk yang tidak terserap tanaman, mengandung unsur nitrogen dan fosfor yang cukup tinggi, sehingga dapat merangsang pertumbuhan alga dan tanaman air lainnya. Kelimpahan hara nutrisi ini dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi (penyuburan perairan) (Kemka *et al.*, 2006). Pengaruh negatif dari eutrofikasi di perairan adalah terjadinya perubahan keseimbangan kehidupan antara tanaman air dengan hewan air, sehingga beberapa spesies ikan akan musnah dan tanaman air akan dapat menghambat laju arus air (Darmono, 2001).

Kegiatan budidaya perikanan dengan teknik keramba jaring apung yang berlangsung di badan air, merupakan kegiatan yang langsung berhubungan dengan perairan sungai, sehingga berdampak langsung terhadap perairan sungai yaitu penurunan kualitas perairan. Limbah yang dihasilkan oleh kegiatan tersebut pada umumnya berupa limbah organik berupa sisa pakan (pellet). Pakan yang tidak dimanfaatkan dari kegiatan budidaya ikan intensif merupakan suatu hal yang dapat mengganggu lingkungan perairan serta dapat menyebabkan terpacunya eutrofikasi (kesuburan perairan) di ekosistem perairan sungai.

Begitu juga halnya dengan kegiatan peternakan yang terdapat di sempadan sungai, merupakan penghasil limbah organik berupa kotoran hewan dan sisa pakan yang masuk ke badan air sungai. Walaupun sebagian besar limbahnya tergolong limbah padat, tetapi saluran pembuangan limbah dari kegiatan peternakan akan membawa limbah cair organik dengan kandungan zat tersuspensi yang tinggi. Di samping itu, limbah ternak dapat merupakan sumber nitrogen dan fosfor yang dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi pada badan air. Keadaan ini dapat mengakibatkan gangguan keseimbangan ekologis dan bahkan dapat menyebabkan kematian biota perairan serta merusak estetika perairan.

D. Parameter Kualitas Air

Kualitas air adalah kondisi kualitatif air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan berlaku (pasal 1 Keputusan menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 Tahun 2003). Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter kualitas air, parameter ini meliputi parameter fisik, kimia dan mikrobiologis.

Parameter fisik menyatakan kondisi fisik air atau keberadaan bahan yang diamati secara visual/kasat mata, yang termasuk parameter fisik ini adalah TSS (Total Suspended Solid), warna, rasa, bau, suhu.

Parameter Kimia menyatakan kandungan unsur/senyawa kimia dalam air, seperti kandungan oksigen, bahan organik (dinyatakan dengan BOD, COD, TOC), mineral atau logam, derajat keasaman, nutrient/hara, dan kesadahan.

Parameter mikrobiologis menyatakan kandungan mikroorganisme dalam air, seperti bakteri, virus, dan mikroba pathogen lainnya. Berdasarkan hasil pengukuran atau pengujian, air sungai dapat dinyatakan dalam kondisi baik atau tercemar. Sebagai acuan dalam menyatakan kondisi tersebut adalah baku mutu air, sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 51 tahun 2004.

1. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktifitas ion hidrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai $pH = 7$ adalah netral, $pH < 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan $pH > 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat basa (Effendi, 2003). Adanya karbonat, bikarbonat dan hidroksida akan menaikkan kebasaan, sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan keasaman suatu perairan.

Nilai pH dapat mempengaruhi spesiasi senyawa kimia dan toksisitas dari unsur-unsur renik yang terdapat di perairan, sebagai contoh H_2S yang bersifat toksik banyak ditemui di perairan tercemar dan perairan dengan nilai pH rendah. Selain itu, pH juga mempengaruhi nilai BOD_5 , fosfat, nitrogen dan nutrisi lainnya (Dojildo dan Best, 1992).

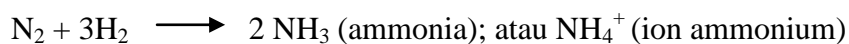
2. Senyawa-senyawa nitrogen

Nitrogen di perairan terdapat dalam bentuk gas N_2 , NO_2^- , NO_3^- , NH_3 dan NH_4^+ serta sejumlah N yang berikatan dalam kompleks organik (Haryadi, 2003). Sumber nitrogen terbesar berasal dari udara, sekitar 80% dalam bentuk nitrogen bebas yang masuk melalui sistem biologis dalam kondisi aerobik.

Menurut Chester (1990), keberadaan nitrogen di perairan dapat berupa nitrogen anorganik dan organik. Nitrogen anorganik terdiri atas ion nitrit (NO_2^-), ion nitrat (NO_3^-), ammonia (NH_3), dan ion ammonium (NH_4^+), sedangkan nitrogen organik berupa protein, asam amino dan urea akan mengendap dalam air. Effendi (2003) bentuk-bentuk nitrogen tersebut mengalami transformasi (ada yang melibatkan mikrobiologi dan ada yang tidak) sebagai bagian dari siklus nitrogen, transformasi nitrogen secara mikrobiologi mencakup hal-hal sebagai berikut :

a) Asimilasi nitrogen anorganik (nitrat dan ammonium) oleh tumbuhan dan mikroorganisme (bakteri autotrof) untuk membentuk nitrogen organik misalnya asam amino dan protein

b) Fiksasi gas nitrogen menjadi ammonia dan nitrogen oleh mikroorganisme. Fiksasi gas nitrogen secara langsung dapat dilakukan oleh beberapa jenis alga Cynophyta (alga biru) dan bakteri

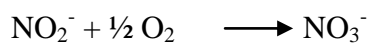


Ion ammonium yang tidak berbahaya adalah bentuk nitrogen hasil hidrolisis ammonia yang berlangsung dalam kesetimbangan seperti reaksi berikut :



Kondisi pada pH tinggi (suasana basa) akan menyebabkan ion ammonium menjadi ammonium hidroksida yang berdisosiasi dan bersifat racun (Goldman dan Horne, 1989)

- c) Nitrifikasi yaitu oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat dapat dilakukan oleh bakteri aerob. Nitrifikasi berjalan secara optimum pada pH 8 dan berkurang secara nyata pada pH < 7



Hasil oksidasi ini sangat reaktif dan mudah sekali larut, sehingga dapat langsung digunakan dalam proses biologis (Henderson and Markland, 1987).

- d) Amonifikasi nitrogen organik untuk menghasilkan ammonia selama proses dekomposisi bahan organik. Proses ini banyak dilakukan oleh mikroba dan jamur yang membutuhkan oksigen untuk mengubah senyawa organik menjadi karbondioksida (Hederson dan Markland, 1987). Selain itu, autolisis atau pecahnya sel dan ekskresi ammonia oleh zooplankton dan ikan juga berperan sebagai pemasok ammonia.

- e) Denitrifikasi yaitu reduksi nitrat menjadi nitrit (NO_2^-), dinitrogen oksida (N_2O) dan molekul (N_2). Proses reduksi nitrat berjalan optimal pada kondisi anoksik (tidak ada oksigen). Dinitrogen oksida adalah utama dari denitrifikasi pada perairan dengan kadar oksigen sangat rendah, sedangkan molekul nitrogen (N_2) adalah produk utama dari proses denitrifikasi pada kondisi anaerob. Proses denitrifikasi akan berkurang atau lambat pada kondisi pH dan suhu rendah, tetapi akan berjalan optimum pada suhu rata-rata sungai pada umumnya.

3. Oksigen Terlarut (*Disolved Oxygen,DO*)

Oksigen terlarut adalah gas oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut dalam air merupakan faktor penting sebagai pengatur metabolisme tubuh organisme untuk tumbuhan dan berkembang biak. Sumber oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer, arus atau aliran air melalui air hujan serta aktifitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton (Novonty and Olem, 1994). Difusi oksigen atmosfer ke air bisa terjadi secara langsung pada kondisi air diam atau terjadi karena agitasi atau pergolakan massa air akibat adanya gelombang atau angin. Difusi oksigen dari atmosfer ke perairan pada hakekatnya berlangsung relatif lambat, meskipun terjadi pergolakan massa air atau gelombang. Semakin banyak jumlah DO, maka kualitas air semakin baik. Jika kadar oksigen terlarut rendah maka akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat degradasi anaerobik yang mungkin saja terjadi, satuan DO dinyatakan dalam persentase saturasi (Salmin, 2000)

Kekurangan oksigen dapat dialami karena terhalangnya difusi akibat stratifikasi salinitas yang terjadi. Rendahnya kandungan DO dalam air berpengaruh buruk terhadap kehidupan ikan dan kehidupan akuatik lainnya, dan jika tidak ada sama sekali DO mengakibatkan munculnya kondisi anaerobik dengan bau busuk dan permasalahan estetika (Sumeru, 2008).

Dalam sungai yang jernih dan deras, kepekatan oksigen mencapai kejenuhan. Faktor pembatas kepekatan oksigen terlarut bergantung kepada : suhu, kehadiran tanaman fotosintesis, tingkat penetrasi cahaya, tingkat kederesan aliran air, dan jumlah bahan organik yang diuraikan dalam air seperti sampah, ganggang mati dan limbah industri (Sastrawijaya, 2000)

Tabel 2. Status kualitas air berdasarkan Kadar Oksigen Terlarut (Jeffries and Mills, 1996)

No	Kadar Oksigen Terlarut (mg/L)	Status Kualitas Air
1	> 6,5	Tidak tercemar sampai tercemar sangat ringan
2	4,5 – 6,4	Tercemar ringan
3	2,0 – 4,4	Tercemar sedang
4	< 2,0	Tercemar berat

4. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Kebutuhan oksigen biologi suatu badan air adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan organisme yang terdapat didalamnya untuk bernafas selama lima hari. Untuk itu perlu diukur kadar oksigen terlarut pada saat pengambilan contoh air (DO_0 hari) dan kadar oksigen terlarut dalam contoh air yang tersimpan selama lima hari (DO_5 hari). Selama dalam penyimpanan itu harus tidak ada penambahan oksigen melalui proses fotosintesis, dan selama lima hari itu semua organisme yang berada dalam contoh air bernafas menggunakan oksigen yang ada dalam contoh air tersebut (Suin, 2002)

BOD_5 merupakan salah satu indikator pencemaran organik pada suatu perairan. Perairan dengan nilai BOD_5 tinggi mengindikasikan bahwa air tersebut tercemar oleh bahan organik. Bahan organik akan distabilkan secara biologik dengan melibatkan mikroba melalui sistem aerobik dan anaerobik. Cara pengujian BOD yaitu mengukur oksigen yang akan dihabiskan dalam lima hari oleh organisme

pengurai aerobik dalam suatu volume limbah pada suhu 20 °C. Hasilnya dinyatakan dalam bpj (ppm). Jadi BOD sebesar 200 ppm berarti bahwa 200 mg oksigen akan dihabiskan oleh contoh sebanyak satu liter dalam waktu lima hari pada suhu 20 °C (Sastrawijaya, 2000)

Jika jumlah bahan organik dalam air hanya sedikit, maka bakteri aerob mudah memecahkannya tanpa mengganggu keseimbangan oksigen dalam air. Tetapi jika jumlah bahan organik itu banyak, maka bakteri pengurai ini akan berlipat ganda karena banyak makanan dan menyebabkan kekurangan oksigen. Oksigen aerobik dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut di perairan sampai pada tingkat rendah, sehingga kondisi perairan menjadi anaerob yang dapat mengakibatkan kematian organisme akuatik (Lee *et al*, 1978)

Tabel 3. Status Kualitas Air Berdasarkan Nilai BOD₅ (Lee *et al*, 1978)

No	Nilai BOD ₅ (ppm)	Status Kualitas Air
1	≤ 2,9	Tidak tercemar
2	3,0 – 5,0	Tercemar ringan
3	5,1 – 14,9	Tercemar sedang
4	≥ 15	Tercemar berat

5. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

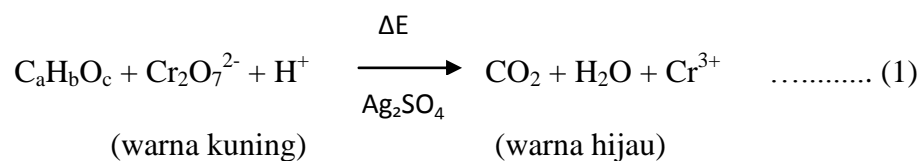
COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses oksidasi kimia yang dinyatakan dalam mg O₂/L. Dengan mengukur nilai COD maka akan diperoleh nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi terhadap total senyawa organik yang mudah diuraikan secara biologis

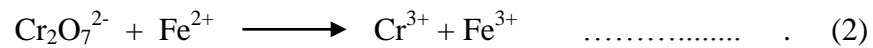
maupun terhadap yang sukar atau tidak bisa diuraikan secara biologis (Suryanti dkk, 2013).

COD erat kaitannya dengan BOD. Banyak zat organik yang tidak mengalami penguraian biologi secara cepat berdasarkan pengujian BOD₅. Tetapi senyawa-senyawa organik itu tetap menurunkan kualitas air. Karena itu perlu diketahui konsentrasi organik dalam limbah dan setelah masuk dalam perairan. Pengujian COD dilakukan dengan mengambil contoh dengan volume tertentu kemudian dipanaskan dengan larutan kalium dikromat dengan kepekatan tertentu. Dengan katalis asam sulfat diperlukan waktu dua jam, maka kebanyakan zat organik telah teroksidasi. Dengan penentuan jumlah kalium dikromat yang dipakai, maka COD contoh dapat dihitung. Dalam pengujian ini tiga hal yang perlu diperhatikan :

- a. Zat organik yang dapat mengalami biodegradasi yang biasanya dapat diuraikan oleh bakteri dalam uji BOD₅
- b. Zat organik yang dapat mengalami biodegradasi yang tidak dapat diuraikan bakteri dalam kurun waktu lima hari, tetapi akhirnya akan terurai dan menurunkan kualitas air
- c. Zat organik yang tidak dapat mengalami biodegradasi (Sastrawijaya, 2000)

Prinsip analisa COD yaitu sebagian besar zat organik melalui tes COD ini dioksidasi oleh K₂Cr₂O₇ dalam keadaan asam seperti reaksi pada persamaan 1 & 2





(merah kecoklatan)

Perak nitrat ditambahkan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi, sedangkan merkuri sulfat ditambahkan untuk menghilangkan gangguan klorida yang pada umumnya ada dalam air buangan.

6. Kandungan nitrat

Nitrat merupakan zat nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk dapat tumbuh dan berkembang, sementara nitrat merupakan senyawa toksik yang dapat mematikan organisme air. Keberadaan nitrat di perairan sangat dipengaruhi buangan yang dapat berasal dari industri, bahan peledak, pirotehnik, dan pemupukan. Secara alamiah kadar nitrat biasanya rendah namun kadar nitrat dapat menjadi tinggi sekali dalam air tanah di daerah yang diberi pupuk nitrat, nitrogen (Alaerts, 1987).

Keberadaan senyawa nitrat dalam perairan dengan kadar yang berlebih dapat menimbulkan permasalahan pencemaran. Kandungan nitrogen yang tinggi disuatu perairan dapat disebabkan oleh limbah yang berasal dari limbah domestik, pertanian, peternakan, dan industri. Hal ini berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton. Kadar nitrogen yang tinggi dalam perairan dapat merangsang pertumbuhan algae secara terkendali (*blooming*). Konsentrasi nitrit yang tinggi dapat menyebabkan perairan tercemar (Wardoyo, 1989).

Tabel 4. Status Kualitas Air Berdasarkan Kandungan Nitrit

No	Kadar nitrit (mg/L)	Status Kualitas Air
1	$1 > 0,03$	Tidak tercemar sampai tercemar sangat ringan
2	$0,003 - 0,014$	Tercemar sedang
3	$>0,014$	Tercemar berat

7. Kandungan Fosfat

Sepertinya halnya nitrogen, fosfor merupakan unsur penting dalam suatu ekosistem air. Zat-zat organik terutama protein mengandung gugus fospor, misalnya ATP, yang terdapat didalam sel makhluk hidup dan berperan penting dalam penyediaan energi. Dalam ekosistem fosfor terdapat dalam tiga bentuk yaitu senyawa fospor anorganik seperti ortofosfat, senyawa organik dalam protoplasma dan sebagai senyawa organik terlarut yang terbentuk dari proses penguraian tubuh organisme (Barus, 2004). Keberadaan fosfor di perairan sangat penting terutama berfungsi dalam pembentukan protein dan metabolisme bagi organisme. Fosfor juga berperan dalam pembentukan transfers energi didalam sel misalnya *adenosin triphosphate* (ATP) dan *adenosin diphosphate* (ADP). Ortofosfat yang merupakan produk ionisasi dari asam ortofosfat adalah bentuk yang paling sederhana di perairan (Boyd, 1982)

Ortofosfat merupakan bentuk fosfat yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat terlebih dahulu sebelum dapat dimanfaatkan sebagai sumber fosfor. Kandungan fosfat yang terdapat dalam perairan umumnya tidak

lebih dari 0,1 mg/l, kecuali pada perairan yang menerima limbah dari rumah tangga dan industri tertentu, serta dari daerah pertanian yang mendapat pupuk fosfat. Oleh karena itu, perairan yang mendukung kadar fosfat tinggi yang melebihi kebutuhan normal organisme akuatik menyebabkan terjadinya eutrofikasi (Perkins, 1974)

E. Material Padatan Tersuspensi (TSS) di Estuari

Zat padat tersuspensi adalah bahan-bahan tersuspensi yang digolongkan sebagai partikel diskrit (diameter > 1 μm) yang tertahan pada saringan *milipore* dengan diameter pori 0,45 m. TSS terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik terutama yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa ke dalam badan air. Masuknya TSS ke dalam perairan dapat menimbulkan kekeruhan air. Hal ini menyebabkan menurunnya laju fotosintesis fitoplankton, sehingga produktivitas primer perairan menurun, dan pada akhirnya dapat menyebabkan terganggunya keseluruhan rantai makanan.

Menurut Fardiaz (1992), TSS akan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam air, sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis dan *turbidity* (kekeruhan) air juga semakin meningkat. Mahida (1993) mendefinisikan *turbidity* (kekeruhan) sebagai intensitas kegelapan di dalam air yang disebabkan oleh bahan-bahan yang melayang. Kekeruhan perairan umumnya disebabkan oleh adanya partikel-partikel suspensi seperti tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik terlarut, bakteri, plankton dan organisme lainnya. Kekeruhan perairan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air (Davis dan Cornwell, 1991).

Kekeruhan yang terjadi pada perairan seperti sungai lebih banyak disebabkan oleh bahan tersuspensi berupa koloid dan partikel-partikel halus. Kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi seperti pernafasan dan daya lihat organisme akuatik serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air. Menurut Koesoebiono (1979), pengaruh kekeruhan yang utama adalah penurunan penetrasi cahaya secara mencolok, sehingga aktivitas fotosintesis fitoplankton dan alga menurun, akibatnya produktivitas perairan menjadi turun. Di samping itu (Effendi, 2003), menyatakan bahwa tingginya nilai kekeruhan juga dapat menyulitkan usaha penyaringan dan mengurangi efektivitas desinfeksi pada proses penjernihan air. Kekeruhan perairan sangat dipengaruhi oleh keberadaan TSS, zat-zat terlarut, partikel-partikel dan warna air. Pengaruh kandungan lumpur yang dibawa oleh aliran sungai dapat mengakibatkan tingkat kekeruhan air meningkat, sehingga dapat menurunkan nilai produktivitas perairan (Nybakken, 1992).

Zat padat tersuspensi dapat dianalisis atau ditentukan secara gravimetri. Metode ini digunakan untuk menentukan residu tersuspensi yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah secara gravimetri. Metode ini tidak termasuk penentuan bahan yang mengapung, padatan yang mudah menguap dan dekomposisi garam mineral. Prinsip pengujian TSS dengan metode ini adalah dengan penyaringan contoh uji yang telah homogen dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar atau mengurangi volume contoh uji.

Untuk memperoleh estimasi TSS, dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total.

Sumber material padatan tersuspensi di estuari berasal dari

1. Sungai

Material ini berasal dari pelarutan batuan (seperti quartz, clay mineral), bahan-bahan organik di daratan (contoh sisa-sisa tanaman, material humic) dan berbagai macam polutan (sewage)

2. Atmosfer

Bahan pencemar di udara yang melayang sebagai debu.

3. Laut

Berasal dari komponen biogeosfer yang berasal dari organisme laut (skeletal debris/tulang, material organik) dan komponen anorganik (berasal dari sedimen maupun yang terbentuk dalam kolam air laut itu sendiri)

4. Estuari itu sendiri

Material ini merupakan hasil dari proses-proses yang terjadi di estuari antara lain : *Flocculation*, presipitasi, dan adanya proses produksi biologi yang menghasilkan material organik.

Penggumpalan (*flocculation*) terjadi di estuarine karena adanya pencampuran yang mempunyai salinitas yang berbeda. Adanya perbedaan salinitas ini menyebabkan bertambahnya kekuatan ionik (*ionic strength*). *Flocculation* ini dipengaruhi oleh

komponen organik maupun anorganik, termasuk didalamnya karena adanya clay mineral tersuspensi yang dibawa oleh air sungai, spesies koloid dari besi (Fe) dan material organik yang terlarut seperti material humic. Distribusi dari material partikulat di estuari dipengaruhi oleh proses-proses fisika seperti pola sirkulasi air, adanya gravitasi yang menyebabkan penenggelaman sehingga membentuk deposit sedimen serta adanya resuspensi

F. Status Mutu air dengan Metode Indeks Pencemaran

Keputusan menteri lingkungan hidup nomor 115 Tahun 2003 pasal 1, status mutu air adalah tingkat kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu dengan membandingkan baku mutu air yang ditetapkan.

Indeks pencemaran (IP) berbeda dengan Indeks Kualitas Air, indeks pencemaran ditentukan untuk suatu peruntukan kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai. Pengelolaan kualitas air atas dasar indeks pencemaran dapat memberikan masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar.

Definisi dari indeks pencemaran adalah apabila Lij menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Peruntukan air (j) dan Ci konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan air pada suatu lokasi pengambilan cuplikan dari suatu alir sungai.

Rumus yang digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran pada sungai digunakan persamaan 3 :

$$P_{ij} = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_m^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana

L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan pada baku mutu peruntukan air

C_i = Konsentrasi parameter kualitas air dilapangan

P_{ij} = Indeks pencemaran bagi peruntukan

$(C_i/L_{ij})_m$ = Nilai C_i/L_{ij} maksimum

$(C_i/L_{ij})_R$ = Nilai C_i/L_{ij} rata-rata

Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat atau tidaknya sungai terpakai untuk penggunaan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu, seperti ditunjukkan pada Tabel 5

Tabel 5. Indeks Pencemaran (IP)

Nilai IP	Mutu Perairan
0 - 1,0	Kondisi baik
1,1 – 5,0	Cemar ringan
5,0 - 10	Cemar sedang
➤ 10	Cemar berat

Sumber : Kep. MENLH No. 115 Tahun 2003

G. Spektrofotometer

Spektrofotometer sesuai dengan namanya adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer merupakan alat untuk mengukur intensitas yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara reaktif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Kelebihan spektrofotometer dibandingkan dengan fotometer adalah panjang gelombang dari sinar putih dapat lebih terseleksi dan ini diperoleh dengan alat pengurai seperti prisma, grating ataupun celah optis.

Pada fotometer filter, tidak mungkin diperoleh panjang gelombang yang benar-benar monokromatis, melainkan suatu trayek panjang gelombang 30 – 40 nm. Sedangkan pada spektrofotometer, panjang gelombang yang benar-benar terseleksi dapat diperoleh dengan bantuan alat pengurai cahaya seperti prisma. Suatu spektrofotometer tersusun dari sumber-sumber spektrum tampak yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blanko ataupun pembanding.

a. Sumber

Sumber yang biasa digunakan pada spektroskopi adalah lampu wolfram. Arus cahaya tergantung pada tegangan lampu, $i = K V^n$ = arus cahaya, V = tegangan, n = eksponen (3-4 pada lampu wolfram), variasi tegangan masih dapat diterima

0,2% pada sumber DC, misalkan baterai. Lampu hidrogen atau lampu deuterium digunakan untuk sumber pada daerah UV.

b. Monokromator

Digunakan untuk memperoleh sumber sinar yang monokromatis. Alatnya dapat berupa prisma ataupun grating. Untuk mengarahkan sinar monokromatis yang diinginkan dari hasil penguraian dapat digunakan celah. Jika celah posisinya tetap, maka prisma atau gratingnya yang dirotasikan untuk mendapatkan panjang gelombang yang diinginkan

c. Sel absorpsi

Pada pengukuran didaerah tampak kuvet kaca atau kuvet kaca corex dapat digunakan, tetapi untuk pengukuran pada daerah UV kita harus menggunakan sel kuarsa karena tidak tembus cahaya pada daerah ini. Umumnya tebal kuvet adalah 10 mm, tetapi yang lebih kecil ataupun yang lebih besar dapat digunakan. Sel yang bisa digunakan berbentuk persegi, tetapi bentuk silinder juga dapat digunakan

d. Detektor

Peranan detektor penerima adalah memberikan respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang. Pada spektrofotometer, tabung pengganda elektron yang digunakan prinsip kerjanya telah diuraikan (Khopkar, 2003).

Analisis untuk penentuan kandungan nitrat dapat menggunakan spektrofotometer, nitrat dalam air dengan suasana asam (dengan penambahan dan asam sulfanilat)

membentuk senyawa kompleks berwarna kuning. Warna kuning yang terjadi diukur intensitasnya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm.

Untuk fosfat akan bereaksi dengan amonium molibdat membentuk senyawa kompleks amoniumfosfomolibdat dan direduksi dengan asam askorbat membentuk warna biru sehingga bisa diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 880 nm (Radojevic, 1998)

