

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air

Gabriel (2001) mengemukakan bahwa air merupakan salah satu dari ketiga komponen yang membentuk bumi (zat padat, air dan atmosfer). Bumi dilingkupi air sebanyak 70% sedangkan sisanya (30%) berupa daratan (dilihat dari permukaan bumi). Udara mengandung zat cair (uap air) sebanyak 15% dari tekanan atmosfer.

2.1.1. Sifat Umum Air

1. Sifat Fisik

- a) Titik beku 0°C;
- b) Masa jenis es (0°C) 0,92 g/cm³;
- c) Masa jenis air (0°C) 1,00 g/cm³;
- d) Panas lebur 80 kal/gram;
- e) Titik didih 100°C;
- f) Panas penguapan 540 kal/gram;
- g) Temperatur kritis 347°C;
- h) Tekanan kritis 217 atm;
- i) Konduktivitas listrik spesifik (25°C) 1×10^{-17} /ohm-cm;
- j) Konstanta dielektrikum (25°C) 78.

Perlu diketahui bahwa air laut mempunyai titik beku ($-1,9^{\circ}\text{C}$); masa jenis air tawar terbesar pada 4°C , sedangkan air laut (kadar garam 35%) mempunyai masa jenis terbesar pada ($-3,5^{\circ}\text{C}$).

2. Sifat Kimia

Baik air laut, air hujan, maupun air tanah/air tawar mengandung mineral. Macam-macam mineral yang terkandung dalam air tawar bervariasi tergantung struktur tanah dimana air itu diambil. Sebagai contoh mineral yang terkandung dalam air itu bukan melalui suatu reaksi kimia melainkan terlarut dari suatu substansi misalnya dari batu andesit (dari batu vulkanis).

Sifat kimia yang lainnya yaitu konduktivitas listrik pada air paling sedikit 1000 kali lebih besar daripada cairan non metalik pada suhu ruangan.

a) Air dapat terurai oleh pengaruh arus listrik dengan reaksi:



b) Air merupakan pelarut yang baik.

c) Air dapat bereaksi dengan basa kuat dan asam kuat.

2.1.2. Sumber Air

A. Secara garis besar dapat dikatakan air bersumber dari:

1. Air Laut

Air yang dijumpai dalam alam berupa air laut sebanyak 80%, sedangkan sisanya berupa air tanah/daratan, es, salju dan hujan. Air laut turut menentukan iklim dan kehidupan di bumi.

Banyak kation pada air laut, namun hanya kalsium dalam status jenuh pada permukaan air laut. Dan konsentrasi kalsium ditentukan oleh kalsium karbonat. Konsentrasi barium di kedalaman air ditentukan oleh presipitasi dari barium sulfat. Hadirnya kation K, Na, Mg dan kalsium (Ca) menimbulkan pembentukan dan perubahan mineral pada dasar air laut.

a. Fungsi Air Laut

- 1) Sebagai suatu unsur keseimbangan darat, laut dan udara.
- 2) Sebagai tempat hidupnya binatang dan tumbuh-tumbuhan laut. Ada dua macam elemen nutrisi yaitu elemen nutrisi utama (mayor), misalnya nitrogen, phosphorous dan silikon dan elemen nutrisi mikro yaitu Fe, Mn, Zn, kobalt, Mg dan Cu.
- 3) Sebagai sumber air hujan.
- 4) Alat transportasi.
- 5) Dipakai sebagai sarana olahraga.
- 6) Dipakai sebagai sarana pariwisata.
- 7) Sebagai sumber mata pencaharian nelayan.
- 8) Sebagai sumber devisa Negara, misalnya melakukan budi daya mutiara, udang, ikan, teripang dan lain-lain.
- 9) Sebagai bahan desinfektan, sebagai bahan pengobatan.

b. Pencemaran Air Laut

Air laut mendapat pencemaran dari 3 tempat, yaitu dari darat, udara dan laut. Dari darat; hampir 90% bahan pencemar berasal dari darat, melalui sungai, air rembesan yang belum tersaring dengan baik. Dari udara; bahan pencemar dibuang dari pesawat terbang. Dari laut; bahan pencemar dibuang dari kapal laut dan perahu nelayan.

2. Air Hujan

Sebelum membahas tentang terjadinya hujan, perlu diketahui bahwa terdapat 2 musim yaitu musim panas dan musim penghujan. Pada musim panas, matahari memanasi permukaan bumi; seperti sungai, danau, air laut sehingga terjadi evaporasi (penguapan), tumbuh-tumbuhan, hewan maupun manusia terjadi proses transpirasi/penguapan pula.

Uap air ini akan membumbung naik ke atas sampai suatu titik dimana suhu udara sekitarnya sama dengan suhu uap air yang menguap, selanjutnya terjadi titik kondensasi dan terbentuk awan. Uap air saling bertumbukan dan kemudian terjadi penyatuan sehingga terbentuk uap air/bintik-bintik yang lebih besar dan karena pengaruh gaya gravitasi, butir-butir air itu akan jatuh sebagai hujan.

3. Air Tanah

Air tanah disebut pula air tawar oleh karena tidak terasa asin. Berdasarkan lokasi air maka air tanah dapat dibagi dalam 2 (dua) bagian yaitu:

1) Air Permukaan Tanah

Termasuk air permukaan tanah adalah sungai, rawa-rawa, waduk (buatan). Kesemuanya itu sangat tergantung curah hujan. Apabila curah hujan lebat, air sungai, danau akan pasang.

Air permukaan tanah ini sering dicemari oleh sampah keluarga, kotoran hewan, limbah industri sehingga dalam mengkonsumsi air ini perlu ekstra hati-hati.

2) Air Jauh dari Permukaan Tanah/Air Tertekan

Disebut pula air tertekan yaitu air yang tersimpan di dalam lapisan tanah; termasuk air tanah adalah sumur gali, sumur bor.

a) Sumur Gali

Diameter sumur gali antara 0,8-1 meter; lazim 0,8 meter. Kedalaman sumur gali tergantung lapisan tanah, ketinggian dari permukaan air laut, ada tidaknya air bebas di bawah lapisan tanah.

a. Keadaan/sifat air sumur gali:

1. Ketinggian air bebas umumnya sekitar 1-3 meter dari dasar sumur.
2. Ketinggian air bebas bervariasi, tergantung jumlah air yang diambil, tergantung musim.
3. Rasa dan warna air tergantung jenis air tanah yang ada: tanah sawah airnya kekuning-kuningan; tanah berpasir airnya jernih dan rasanya sejuk; tanah liat/padas airnya terasa sedikit sepat; tanah kapur airnya terasa sedikit sepat, dan warnanya kehijau-hijauan.
4. Mudah tercemar oleh karena kelalaian dalam menutup mulut sumur.
5. Mengandung algae dalam jumlah sedikit.
6. Mengandung bakteri cukup banyak.

b) Sumur Bor

Sumur yang terbentuk melalui pengeboran disebut sumur bor.

a. Keadaan/sifat air sumur bor:

1. Air jernih dan rasa sejuk.
2. Pencemaran air tidak terjadi/sukar terjadi.
3. Jumlah bakteri jauh lebih kecil dari sumur gali.
4. Jumlah algae di dalam air sumur bor jauh lebih banyak dibandingkan dengan air sumur gali (Gabriel, 2001).

Notoatmodjo (1997) mengemukakan bahwa kebutuhan manusia akan air sangat kompleks antara lain untuk minum, mandi, mencuci (bermacam-macam cucian) dan sebagainya. Menurut perhitungan WHO di negara-negara maju tiap orang memerlukan air antara 60 – 120 liter per hari. Sedangkan di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia tiap orang memerlukan air antara 30-60 liter per hari.

Di antara kegunaan-kegunaan air tersebut, yang sangat penting adalah kebutuhan untuk minum. Oleh karena itu, untuk keperluan minum (termasuk untuk masak) air harus mempunyai persyaratan khusus agar air tersebut tidak menimbulkan penyakit bagi manusia.

A. Syarat-syarat Air Minum yang Sehat

Agar air minum tidak menyebabkan penyakit, maka air tersebut hendaknya diusahakan memenuhi persyaratan-persyaratan kesehatan, setidak-tidaknya diusahakan mendekati persyaratan tersebut. Air yang sehat harus mempunyai persyaratan sebagai berikut:

a. *Syarat Fisik*

Persyaratan fisik untuk air minum yang sehat adalah bening (tidak berwarna), tidak berasa, suhu di bawah suhu udara di luarnya.

b. *Syarat Bakteriologis*

Air untuk keperluan minum yang sehat harus bebas dari segala bakteri, terutama bakteri patogen. Cara untuk mengetahui apakah air minum terkontaminasi oleh bakteri patogen, adalah dengan memeriksa sampel (contoh) air tersebut. Dan bila dari pemeriksaan 100 cc air terdapat kurang dari 4 bakteri E. Coli maka air tersebut sudah memenuhi syarat kesehatan.

c. *Syarat Kimia*

Air minum yang sehat harus mengandung zat-zat tertentu di dalam jumlah yang tertentu pula. Kekurangan atau kelebihan salah satu zat kimia di dalam air, akan menyebabkan gangguan fisiologis pada manusia.

B. Sumber-sumber Air Minum

Pada prinsipnya semua air dapat diproses menjadi air minum.

1) Air Hujan

Air hujan dapat ditampung kemudian dijadikan air minum. Tetapi air hujan ini tidak mengandung kalsium. Oleh karena itu, agar dapat dijadikan air minum yang sehat perlu ditambahkan kalsium di dalamnya.

2) Air Sungai dan Danau

Menurut asalnya sebagian dari air sungai dan air danau ini juga dari hujan yang mengalir melalui saluran-saluran ke dalam sungai atau danau ini. Kedua sumber air ini sering juga disebut *air permukaan*. Oleh karena air sungai dan danau ini sudah terkontaminasi atau tercemar oleh berbagai macam kotoran, maka bila akan dijadikan air minum harus diolah terlebih dahulu.

3) Mata Air

Air yang keluar dari mata air ini biasanya berasal dari air tanah yang muncul secara alamiah. Oleh karena itu, air dari mata air ini, bila belum tercemar oleh kotoran sudah dapat dijadikan air minum langsung. Tetapi karena kita belum yakin apakah betul belum tercemar, maka langkah baiknya air tersebut direbus dahulu sebelum diminum.

4) Air Sumur Dangkal

Air ini keluar dari dalam tanah, maka juga disebut air tanah. Air berasal dari lapisan air di dalam tanah yang dangkal. Dalamnya lapisan air ini dari permukaan tanah dari tempat yang satu ke yang lain berbeda-beda. Biasanya berkisar antara 5 sampai 15 meter dari permukaan tanah. Air sumur pompa dangkal ini belum begitu sehat, karena kontaminasi kotoran dari permukaan tanah masih ada. Oleh karena itu, perlu direbus sebelum diminum.

5) Air Sumur Dalam

Air ini berasal dari lapisan air kedua di dalam tanah. Dalamnya dari permukaan tanah biasanya di atas 15 meter. Oleh karena itu, sebagian besar air sumur dalam ini sudah cukup sehat untuk dijadikan air minum yang langsung (tanpa melalui proses pengolahan) (Notoatmodjo, 1997).

2.1.3. Pemantauan Kualitas Air

Effendi (2003) mengemukakan bahwa Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 1990 mengelompokkan kualitas air menjadi beberapa golongan menurut peruntukannya. Adapun penggolongan air menurut peruntukannya adalah sebagai berikut;

1. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung, tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku minum.
3. Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.

4. Golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, usaha di perkotaan, industri, dan pembangkit listrik tenaga air.

A. Tujuan Pemantauan Kualitas Air

a. Pemantauan kualitas air suatu perairan memiliki tiga tujuan utama sebagai berikut.

1) *Environmental Surveillance*, yakni tujuan untuk mendeteksi dan mengukur pengaruh yang ditimbulkan oleh suatu pencemar terhadap kualitas lingkungan dan mengetahui perbaikan kualitas lingkungan setelah pencemar tersebut dihilangkan.

2) *Estabilishing Water-Quality Criteria*, yakni tujuan untuk mengetahui hubungan sebab akibat antara perubahan variabel-variabel ekologi perairan dengan parameter fisika dan kimia, untuk mendapatkan baku mutu kualitas air.

3) *Appraisal of Resources*, yakni tujuan untuk mengetahui gambaran kualitas air pada suatu tempat secara umum.

b. Pada hakekatnya, pemantauan kualitas air pada perairan umum memiliki tujuan sebagai berikut.

a) Mengetahui nilai kualitas air dalam bentuk parameter fisika, kimia dan biologi.

b) Membandingkan nilai kualitas air tersebut dengan baku mutu sesuai dengan peruntukannya, menurut Peraturan Pemerintah RI No. 20 tahun 1990.

c) Menilai kelayakan suatu sumber daya air untuk kepentingan tertentu.

2.1.4. Karakteristik Badan Air

Effendi (2003) mengemukakan bahwa air menutupi sekitar 70% permukaan bumi, dengan jumlah sekitar 1.368 juta km³. Air terdapat dalam berbagai bentuk, misalnya uap air, es, cairan, dan salju. Air tawar terutama terdapat di sungai, danau, air tanah (*ground water*), dan gunung es (*glacier*).

Air memiliki karakteristik yang khas yang tidak dimiliki oleh senyawa kimia yang lain. Karakteristik tersebut adalah sebagai berikut.

- a) Pada kisaran suhu yang sesuai bagi kehidupan, yakni 0° C (32°F) - 100° C, air berwujud cair. Suhu 0° C merupakan titik beku (*freezing point*) dan suhu 100° C merupakan titik didih (*boiling point*) air.
- b) Perubahan suhu air berlangsung lambat sehingga air memiliki sifat sebagai penyimpan panas yang baik.
- c) Air memerlukan panas yang tinggi dalam proses penguapan. Penguapan (evaporasi) adalah proses perubahan air menjadi uap air.
- d) Air merupakan pelarut yang baik. Air mampu melarutkan berbagai jenis senyawa kimia.
- e) Air memiliki tegangan permukaan yang tinggi. Suatu cairan tersebut tinggi.
- f) Air merupakan satu-satunya senyawa yang merenggang ketika membeku.

Badan air dicirikan oleh tiga komponen utama, yaitu komponen hidrologi, komponen fisika-kimia, dan komponen biologi. Penilaian kualitas badan air harus mencakup ketiga komponen tersebut.

A. Air Permukaan (*Surface Water*)

Air tawar berasal dari dua sumber, yaitu air permukaan (*surface water*) dan air tanah (*ground water*). Air permukaan adalah air yang berada di sungai, danau, waduk, rawa, dan badan air lain, yang tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah. Areal tanah yang mengalirkan air ke suatu badan air disebut *watersheds* atau *drainage basins*. Air yang mengalir dari daratan menuju suatu badan air disebut limpasan permukaan (*surface runoff*); dan air yang mengalir di sungai menuju laut disebut aliran air sungai (*river runoff*).

Perairan permukaan diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu badan air tergenang (*standing waters* atau lentik) dan badan air mengalir (*flowing waters* atau lotik).

1. Perairan Tergenang (Lentik)

Perairan tergenang meliputi danau, kolam, waduk (*reservoir*), rawa (*wetland*), dan sebagainya. Perairan tergenang (lentik), khususnya danau, biasanya mengalami stratifikasi secara vertikal akibat perbedaan intensitas cahaya dan perbedaan suhu pada kolom air yang terjadi secara vertikal.

2. Perairan Mengalir (Lotik)

Salah satu contoh perairan mengalir adalah sungai. Sungai dicirikan oleh arus yang searah dan relatif kencang, dengan kecepatan berkisar antara 0,1 – 1,0 m/detik, serta sangat dipengaruhi oleh waktu, iklim, dan pola drainase. Pada perairan sungai, biasanya terjadi pencampuran massa air secara menyeluruh dan tidak terbentuk stratifikasi vertikal kolom air seperti pada perairan lentik. Kecepatan arus, erosi, dan

sedimentasi merupakan fenomena yang biasa terjadi di sungai sehingga kehidupan flora dan fauna sangat dipengaruhi oleh ketiga variabel tersebut.

B. Air Tanah (*Groundwater*)

Air tanah (*groundwater*) merupakan air yang berada di bawah permukaan tanah. Air tanah ditemukan pada akifer. Pergerakan air tanah sangat lambat; kecepatan arus berkisar antara $10^{-10} - 10^{-3}$ m/detik dan dipengaruhi oleh porositas, permeabilitas dari lapisan tanah, dan pengisian kembali (*recharge*). Karakteristik utama yang membedakan air tanah dari air permukaan adalah pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal (*residence time*) yang sangat lama, dapat mencapai puluhan bahkan ratusan tahun. Karena pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal yang lama tersebut, air tanah akan sulit untuk pulih kembali jika mengalami pencemaran (Effendi, 2003).

1. Persoalan Air Tanah

Persoalan air tanah identik dengan persoalan air permukaan yaitu menyangkut kuantitas dan kualitas dan dampak lain seperti terjadinya *land subsidence*.

Tantangan utama yang dihadapi dalam pengelolaan air tanah di Indonesia adalah terbatasnya pasokan air dari sumber air permukaan, ketergantungan yang tinggi terhadap air tanah untuk penyediaan pasokan air, dan maraknya pengambilan sumber air ini karena tuntutan kebutuhan akan air yang terus meningkat dari tahun ke tahun, baik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat maupun pelayanan umum di pusat-pusat

perkantoran, perbelanjaan, industri, pertanian, pertambangan, dan sektor-sektor lainnya.

Di samping itu hal yang cukup mengkhawatirkan adalah berubahnya daerah resapan (imbuhan) air tanah yang berubah menjadi pemukiman, perindustrian dan yang lainnya. Di sisi lain karena peningkatan penduduk kebutuhan air meningkat. Sehingga dapat dikatakan persoalan air tanah akan menjadi bertambah besar karena ketersediaan air berkurang sekaligus kebutuhan air meningkat.

2. Dampak Pengambilan Air Tanah

Keberadaan air tanah sangat erat hubungannya dengan air permukaan. Berdasar Hukum Darcy, dijelaskan jika tinggi muka air mengalami penurunan yang berkelanjutan, akibat dari eksploitasi air tanah yang berlebihan maka kemungkinan terjadinya rembesan air sungai ke akuifer sangat besar. Jika aliran sungai cukup besar, maka rembesan tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap debit sungai. Namun jika akuifer terbentuk dari tanah yang memiliki permeabilitas besar dan pencemaran yang terjadi di sungai cukup tinggi, maka akan berpengaruh terhadap adanya pencemaran air tanah.

Pengambilan air tanah secara berlebihan mengakibatkan menurunnya permukaan air tanah (*land subsidence*). Penurunan permukaan air tanah akan mengakibatkan pengurangan gaya angkat tanah sehingga terjadi peningkatan tegangan efektif tanah. Akibat meningkatnya tegangan efektif ini akan menyebabkan penyusutan butiran tanah sehingga terjadi penurunan tanah. Jadi penurunan terjadi karena pengambilan air tanah sekaligus peningkatan tegangan efektif secara simultan.

Di samping hal tersebut kemungkinan terjadi adanya erosi bagaian dalam tanah akibat terangkutnya butir tanah di bawah muka tanah oleh penyerapan air tanah melalui pemompaan sumur dalam secara berlebihan.

Pengambilan air tanah terutama untuk keperluan industri dan usaha komersil selalu meningkat. Pengambilan air tanah secara berlebihan di beberapa daerah telah menimbulkan dampak berupa penurunan muka air tanah, pencemaran air tanah dan amblesan tanah.

3. Pencemaran Air Tanah

Zat pencemar (*pollutant*) dapat didefinisikan sebagai zat kimia biologis, radio aktif yang berwujud benda cair, padat, maupun gas, baik yang berasal dari alam yang kehadirannya dipicu oleh manusia (tidak langsung) ataupun dari kegiatan manusia (*anthropogenic origin*) yang telah diidentifikasi mengakibatkan efek yang buruk bagi kehidupan manusia dan lingkungannya. Beberapa sumber pencemaran yang menyebabkan menurunnya kualitas air tanah antara lain:

- a. Sampah dari TPA
- b. Tumpahan minyak
- c. Kegiatan pertanian
- d. Pembuangan limbah cair pada sumur dalam
- e. Pembuangan limbah ke tanah
- f. Pembuangan limbah radioaktif.

Akibat pengambilan air tanah yang intensif di daerah tertentu dapat menimbulkan pencemaran air tanah dalam yang berasal dari air tanah dangkal,

sehingga kualitas air tanah yang semula baik menjadi menurun dan bahkan tidak dapat digunakan sebagai bahan baku air minum (Kodoatie dan Roestam, 2010).

2.1.5. Pencemaran Air

Effendi (2003) mengemukakan bahwa pencemaran air diakibatkan oleh masuknya bahan pencemar (polutan) yang dapat berupa gas, bahan-bahan terlarut, dan partikulat. Pencemar memasuki badan air dengan berbagai cara, misalnya melalui atmosfer, tanah, limpasan (*run off*) pertanian, limbah domestik dan perkotaan, pembuangan limbah industri, dan lain-lain.

a) Sumber Pencemar

Sumber pencemar (polutan) dapat berupa suatu lokasi tertentu (*point source*) atau tak tentu/tersebar (*non-point/diffuse source*). Sumber pencemar *point source* misalnya knalpot mobil, cerobong asap pabrik, dan saluran limbah industri. Pencemar yang berasal dari *point source* bersifat lokal. Efek yang ditimbulkan dapat ditentukan berdasarkan karakteristik spasial kualitas air. Volume pencemar dari *point source* biasanya relatif tetap.

Sumber pencemar *non-point source* dapat berupa *point source* dalam jumlah yang banyak. Misalnya: limpasan dari daerah pertanian yang mengandung pestisida dan pupuk, limpasan dari daerah pemukiman (domestik), dan limpasan dari daerah perkotaan.

b) Bahan Pencemar

Bahan pencemar (polutan) adalah bahan-bahan yang bersifat asing bagi alam atau bahan yang berasal dari alam itu sendiri yang memasuki suatu tatanan ekosistem

sehingga mengganggu peruntukan ekosistem tersebut. Berdasarkan cara masuknya ke dalam lingkungan, polutan dikelompokkan menjadi dua, yaitu polutan alamiah dan polutan antropogenik. Polutan alamiah adalah polutan yang memasuki suatu lingkungan (misalnya badan air) secara alami, misalnya akibat letusan gunung berapi, tanah longsor, banjir, dan fenomena alam yang lain. Polutan yang memasuki suatu ekosistem secara alamiah sukar dikendalikan.

Polutan antropogenik adalah polutan yang masuk ke badan air akibat aktivitas manusia, misalnya kegiatan domestik (rumah tangga), kegiatan urban (perkotaan), maupun kegiatan industri. Intensitas polutan antropogenik dapat dikendalikan dengan cara mengontrol aktivitas yang menyebabkan timbulnya polutan tersebut.

Berdasarkan sifat toksiknya, polutan/pencemar dibedakan menjadi dua, yaitu polutan tak toksik (*non-toxic pollutants*) dan polutan toksik (*toxic pollutants*).

1. Polutan Tak Toksik

Polutan/pencemar tak toksik biasanya telah berada pada ekosistem secara alami. Sifat destruktif pencemar ini muncul apabila berada dalam jumlah yang berlebihan sehingga dapat mengganggu kesetimbangan ekosistem melalui perubahan proses fisika-kimia perairan. Polutan tak toksik terdiri atas bahan-bahan tersuspensi dan nutrisi. Bahan tersuspensi dapat mempengaruhi sifat fisika perairan, antara lain meningkatkan kekeruhan sehingga menghambat penetrasi cahaya matahari.

2. Polutan Toksik

Polutan toksik dapat mengakibatkan kematian (*lethal*) maupun bukan kematian (*sub-lethal*), misalnya terganggunya pertumbuhan, tingkah laku, dan karakteristik morfologi

berbagai organisme akuatik. Polutan toksik ini biasanya berupa bahan-bahan yang bukan bahan alami, misalnya pestisida, detergen, dan bahan artifisial lainnya.

c) Jenis-jenis Pencemar

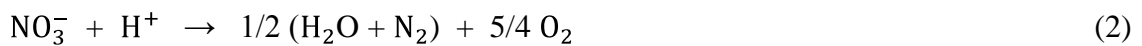
Polutan yang memasuki perairan terdiri atas campuran berbagai jenis polutan. Jika di perairan terdapat lebih dari dua jenis polutan maka kombinasi pengaruh yang ditimbulkan oleh beberapa jenis polutan tersebut dapat dikelompokkan menjadi tiga sebagai berikut.

- 1) *Additive*: pengaruh yang ditimbulkan oleh beberapa jenis polutan merupakan penjumlahan dari pengaruh masing-masing polutan. Misalnya, pengaruh kombinasi *zinc* dan kadmium terhadap ikan.
- 2) *Synergim*: pengaruh yang ditimbulkan oleh beberapa jenis polutan lebih besar daripada penjumlahan pengaruh dari masing-masing polutan. Misalnya, pengaruh kombinasi *copper* dan klorin atau pengaruh kombinasi *copper* dan surfaktan.
- 3) *Antagonism*: pengaruh yang ditimbulkan oleh beberapa jenis polutan saling mengganggu sehingga pengaruh secara kumulatif lebih kecil atau mungkin hilang. Misalnya, pengaruh kombinasi kalsium dan timbal atau *zinc* atau aluminium.

Rao (1991) mengelompokkan bahan pencemar di perairan menjadi beberapa kelompok, yaitu: limbah yang mengakibatkan penurunan kadar oksigen terlarut (*oxygen demanding waste*), limbah yang mengakibatkan munculnya penyakit (*disease causing agents*), senyawa organik sintesis, nutrisi tumbuhan, senyawa anorganik dan mineral, sedimen, radioaktif, panas (*thermal discharge*), dan minyak. Bahan pencemar (polutan) yang masuk ke badan air biasanya merupakan kombinasi dari beberapa jenis pencemar yang saling berinteraksi (Effendi, 2003).

2.2. Nitrit (NO₂)

Di perairan alami, nitrit (NO₂) biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit, lebih sedikit daripada nitrat, karena bersifat tidak stabil dengan keberadaan oksigen. Nitrit merupakan bentuk peralihan (*intermediate*) antara amonia dan nitrat (nitrifikasi), dan antara nitrat dan gas nitrogen (denitrifikasi). Denitrifikasi berlangsung pada kondisi anaerob. Proses denitrifikasi ditunjukkan dalam persamaan reaksi.



Pada denitrifikasi, gas N₂ yang dapat terlepas dilepaskan dari dalam air ke udara. Ion nitrit dapat berperan sebagai sumber nitrogen bagi tanaman. Keberadaan nitrit menggambarkan berlangsungnya proses biologis perombakan bahan organik yang memiliki kadar oksigen terlarut sangat rendah.

Sumber nitrit dapat berupa limbah industri dan limbah domestik. Kadar nitrit pada perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Perairan alami mengandung nitrit sekitar 0,001 mg/liter dan sebaiknya tidak melebihi 0,06 mg/liter (*Canadian Council of Resource and Environment Ministers, 1987*).

Di perairan, kadar nitrit jarang melebihi 1 mg/liter. Kadar nitrit yang lebih dari 0,05 mg/liter dapat bersifat toksik bagi organisme perairan yang sangat sensitif. Untuk kepentingan peternakan, kadar nitrit sekitar 10 mg/liter masih dapat ditolerir. Untuk keperluan air minum, WHO merekomendasikan kadar nitrit sebaiknya tidak lebih dari 1 mg/liter. Bagi manusia dan hewan, nitrit bersifat lebih toksik daripada nitrat.

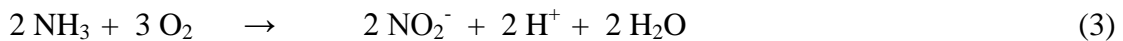
Garam-garam nitrit digunakan sebagai penghambat terjadinya proses korosi pada industri. Pada manusia, konsumsi nitrit yang berlebihan dapat mengakibatkan

terganggunya proses pengikatan oksigen oleh hemoglobin darah, yang selanjutnya membentuk met-hemoglobin yang tidak mampu mengikat oksigen.

2.2.1. Nitrifikasi

Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Oksidasi amonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Kedua jenis bakteri tersebut merupakan bakteri kemosintetik, yaitu bakteri yang mendapatkan energi dari proses kimiawi. Oksidasi amonia menjadi nitrit ditunjukkan dalam persamaan (3), sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat ditunjukkan dalam persamaan (4).

Nitrosomonas



Nitrobacter



(Effendi, 2003).

Penilaian terhadap nitrit menunjukkan jumlah zat nitrogen yang hanya sebagian saja mengalami oksidasi. Dengan demikian nitrit merupakan suatu tingkat peralihan dalam proses perubahan zat organik ke dalam bentuk yang tetap. Nitrit, oleh karena itu, tidak dapat diketemukan dalam air limbah baru kecuali dalam jumlah kecil sekali, akan tetapi di dalam air limbah yang sudah basi, nitrit dapat saja lebih unggul. Nitrogen nitrit

jarang terjadi dalam konsentrasi-konsentrasi yang lebih besar dari 1 mg/l di dalam air limbah dan selokan-selokan, tetapi apabila saringan kecil meluap atau apabila pengaturan pembagian air limbah salah, nitrit cenderung untuk meningkat.

Terdapatnya nitrit dengan demikian dapat menunjukkan adanya air limbah yang pembenahannya tidak sempurna. Nitrogen nitrit dapat diukur dalam jumlah-jumlah yang sedikit sekali yang menjadikan suatu ujicoba yang berguna untuk menunjukkan tentang adanya perubahan-perubahan yang sangat maju sementara pembenahan sedang berlangsung (Mahida,1989).

Ion amonia (NH_4^+) adalah salah satu sumber energi untuk bakteri nitrifikasi tetapi apabila jumlahnya berlebihan maka akan menghambat pertumbuhan bakteri tersebut. Amonia lebih bersifat menghambat pertumbuhan bakteri *Nitrobacter* bila dibandingkan dengan pengaruh penghambatannya pada bakteri *Nitrosomonas*. Pengaruh penghambatan amonia pada bakteri *Nitrobacter* terutama karena disebabkan oleh adanya amonia bebas yaitu dalam keadaan tidak terdisosiasi. Selain karena pengaruh konsentrasi total amonia yang tinggi. Amonia bebas (NH_3) dan asam nitrit (HNO_2) akan menghambat proses nitrifikasi hanya apabila terdapat dalam jumlah yang tinggi yang terdapat dalam sistem nitrifikasi.

Konsentrasi nitrit yang tinggi dapat mereduksi aktivitas bakteri nitrifikasi pada kondisi asam. Daya racun nitrit yang tinggi dipengaruhi oleh bentuk persenyawaan nitritnya, yaitu bila terdapat dalam bentuk asam (HNO_2) maka akan lebih toksik daripada ion nitrit.

Dalam larutan, nitrit akan terdisosiasi sehingga tercapai untuk kesetimbangannya, seperti ditunjukkan oleh persamaan berikut ini.



Kesetimbangan tersebut sangat dipengaruhi oleh keasaman larutan yaitu pada kondisi asam, maka konsentrasi asam nitrit akan meningkat bila dibandingkan dengan keadaan netral.

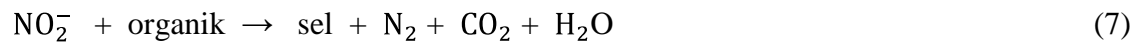
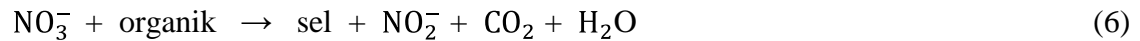
Konsentrasi ammonia bebas dapat meningkat seiring dengan peningkatan pH dan pengaruh penghambatannya pada bakteri *Nitrobacter* lebih tinggi daripada penghambatannya untuk *Nitrosomonas*. Pengaruh penghambatan asam nitrit dapat dikurangi dengan cara dilakukan pengenceran, pengaturan pH, dan penggunaan proses denitrifikasi.

2.2.2. Denitrifikasi

Denitrifikasi adalah proses reduksi nitrat dan nitrit dimana nitrat digunakan sebagai terminal hidrogen pada saat potensial oksigen rendah dalam limbah. Proses denitrifikasi yang biasa terjadi pada limbah dan juga di tanah, laju kecepatannya merupakan fungsi dari laju kecepatan respirasi mikroba, kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba dan ketersediaan nitrit dan nitrat pada substrat. Komposisi yang dihasilkan juga akan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Produk akhir yang dihasilkan dari peruraian nitrit dan nitrat tersebut adalah gas nitrogen (N_2) atau nitrogen oksida (N_2O). kedua gas tersebut bersifat inert dan dapat menguap di udara. Bakteri heterotrofik fakultatif yang mampu menggunakan nitrat atau nitrit antara lain

adalah *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Denitro-bacillus*, *Spirillum*, *Vacilles* dan *Achromobacter*.

Reaksi peruraian nitrat dan nitrit tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut ini :



Namun pada kenyataannya, jumlah nitrit yang terbentuk sering kali tidak diamati. Proses peruraian lebih sering disajikan secara keseluruhan sehingga reaksi tersebut dapat ditulis sebagai berikut ini:



Denitrifikasi adalah salah satu metode penanganan nitrogen yang digunakan bila terdapat cairan yang mengandung nitrit yang dapat diolah secara ekonomis dan bila perubahan atau peruraian nitrogen tersebut memberikan pengaruh yang menguntungkan (Jenie dan Winiati, 1993).

2.3. Teknik Pengambilan Sampel

Effendi (2003) mengemukakan bahwa beberapa hal yang menyangkut teknik pengambilan sampel air dikemukakan dalam Kumpulan Standar Nasional Indonesia Bidang Pekerjaan Umum mengenai Kualitas Air (1990).

2.3.1. Pertimbangan dalam Pemilihan Lokasi Pengambilan Sampel

Pertimbangan-pertimbangan yang digunakan dalam pemilihan lokasi pengambilan sampel adalah sebagai berikut.

- a. Sampel air limbah harus diambil pada lokasi yang mewakili seluruh karakteristik limbah dan kemungkinan pencemaran yang akan ditimbulkannya.
- b. Sampel air dari badan air harus diambil dari lokasi yang dapat menggambarkan karakteristik keseluruhan badan air. Oleh karena itu, sampel air perlu diambil dari beberapa lokasi dengan debit air yang harus diketahui.
- c. Sampel pencemar yang mencemari badan air yang dipantau harus diketahui; berupa sumber pencemar setempat (*point source*) atau sumber pencemar tersebar (*disperse source*).
- d. Jenis bahan baku dan bahan kimia yang digunakan dalam proses industri perlu diketahui.

2.3.2. Lokasi Pengambilan Sampel Air

Pada dasarnya, pengambilan sampel air dapat dilakukan terhadap air permukaan maupun air tanah.

a) Air Permukaan

Air permukaan meliputi air sungai, danau, waduk, rawa, dan genangan air lainnya. Pengambilan sampel di sungai yang dekat dengan muara atau laut yang dipengaruhi oleh air pasang harus dilakukan agak jauh dari muara. Adapun pengambilan sampel air sungai dapat dilakukan di lokasi-lokasi sebagai berikut.

- a. Sumber alamiah, yaitu lokasi yang belum pernah atau masih sedikit mengalami pencemaran.
- b. Sumber air tercemar, yaitu lokasi yang telah mengalami perubahan atau di bagian hilir dari sumber pencemar.

- c. Sumber air yang dimanfaatkan, yaitu lokasi penyadapan/pemanfaatan sumber air.

Pengambilan sampel air danau atau waduk dapat dilakukan di tempat masuknya air (*inlet*), di tengah danau atau waduk, di lokasi penyadapan air untuk pemanfaatan, ataupun di tempat keluarnya air (*outlet*).

- b) Air Tanah

Air tanah dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu air tanah tidak tertekan (bebas) dan air tanah tertekan. Air tanah bebas adalah air dari akifer yang hanya sebagian terisi air, terletak pada suatu dasar yang kedap air, dan mempunyai permukaan bebas. Pengambilan sampel yang berupa air tanah bebas dapat dilakukan di tempat-tempat sebagai berikut:

- a. Bagian hulu dan hilir dari lokasi penimbunan/pembuangan sampah kota industri;
- b. Bagian hilir daerah pertanian yang diperlakukan dengan pestisida dan pupuk kimia secara intensif;
- c. Daerah pantai yang mengalami intrusi air laut; dan
- d. Tempat-tempat lain yang dianggap perlu.

Air tanah tertekan adalah air dari akifer yang sepenuhnya jenuh air, dengan bagian atas dan bawah dibatasi oleh lapisan yang kedap air. Pengambilan sampel yang berupa air tanah tertekan dapat dilakukan di tempat-tempat sebagai berikut:

- a. Sumur produksi air tanah untuk pemenuhan kebutuhan perkotaan, pedesaan, pertanian, dan industri;
- b. Sumur produksi air tanah PAM maupun sarana umum;
- c. Sumur pemantauan kualitas air tanah;
- d. Lokasi kawasan industri;

- e. Sumur observasi bagi pengawasan imbuhan;
- f. Sumur observasi air tanah di suatu cekungan air tanah artesis, misalnya cekungan artesis Bandung;
- g. Sumur observasi di wilayah pesisir yang mengalami penyusupan air laut;
- h. Sumur observasi penimbunan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3); dan
- i. Sumur lain yang dianggap perlu.

2.3.3. Penentuan Titik Pengambilan Sampel

Effendi (2003) mengemukakan bahwa penentuan titik pengambilan sampel pada kolom air bertujuan agar pada saat pengambilan sampel, benda yang terapung di permukaan air dan endapan yang mungkin tergerus dari dasar sungai tidak ikut terambil. Titik pengambilan sampel air yang berupa air permukaan dan air tanah ditetapkan dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut.

a) Titik Pengambilan Sampel Air Permukaan

Pengambilan sampel air permukaan dapat dilakukan terhadap air sungai dan air waduk atau danau.

1. Titik pengambilan sampel air danau atau waduk ditetapkan menurut ketentuan-ketentuan sebagai berikut.
 - 1) Pada danau atau waduk dengan kedalaman kurang dari 10 m, sampel air diambil dari dua titik, yaitu di permukaan dan di dasar danau/waduk.
 - 2) Pada danau atau waduk dengan kedalaman antara 10 m – 30 m, sampel diambil pada tiga titik, yaitu di permukaan, lapisan termoklin, dan dasar danau.

- 3) Pada danau atau waduk dengan kedalaman antara 30 m – 100 m, sampel diambil pada empat titik, yaitu permukaan, lapisan termoklin (*metalimnion*), di atas lapisan *hipolimnion*, dan dasar danau/waduk.
- 4) Pada danau atau waduk dengan kedalaman lebih dari 100 m, titik pengambilan sampel air dapat diperbanyak sesuai dengan keperluan.

b) Titik Pengambilan Sampel Air Tanah

Sampel air tanah dapat berupa sampel air tanah bebas dan sampel air tertekan.

1. Titik pengambilan sampel air tanah bebas ditetapkan menurut ketentuan-ketentuan sebagai berikut.
 - 1) Pada sumur gali, sampel diambil pada kedalaman 20 cm di bawah permukaan air. Pengambilan sampel sebaiknya dilakukan pada pagi hari.
 2. Pada sumur bor dengan pompa tangan atau mesin, sampel diambil dari kran/mulut pompa (tempat keluarnya air). Pengambilan sampel dilakukan kira-kira lima menit setelah air mulai dibuang (dikeluarkan).
 3. Titik pengambilan sampel air tanah tertekan ditetapkan menurut ketentuan-ketentuan sebagai berikut.
 - 1) Pada sumur bor eksplorasi, sampel diambil pada titik yang telah ditentukan sesuai dengan keperluan eksplorasi.
 - 2) Pada sumur observasi, sampel diambil pada dasar sumur, setelah air dalam sumur bor/pipa dibuang sampai habis (dikuras) sebanyak tiga kali.
 - 3) Pada sumur produksi, sampel diambil pada kran/mulut pompa (tempat keluarnya air).

2.3.4. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air dapat dilakukan melalui langkah-langkah kerja sebagai berikut.

- 1) Disiapkan alat pengambil sampel yang sesuai dengan keadaan sumber air.
- 2) Alat-alat tersebut dibilas sebanyak tiga kali dengan sampel air yang akan diambil.
- 3) Dilakukan pengambilan sampel sesuai dengan keperluan; sampel yang diperoleh dicampur secara merata di dalam penampung sementara.
- 4) Jika pengambilan sampel dilakukan pada beberapa titik maka volume sampel dari setiap titik harus sama.

Dalam pengambilan sampel, sebaiknya digunakan wadah yang baru. Jika terpaksa menggunakan wadah bekas, wadah diperlakukan dengan perlakuan tertentu terlebih dahulu, yang dapat menjamin bahwa wadah tersebut bebas dari pengaruh sampel sebelumnya. Selain itu, wadah atau peralatan yang dapat bereaksi dengan limbah cair harus dihindarkan, misalnya wadah atau peralatan yang terbuat dari logam yang dapat mengalami korosi oleh air yang bersifat asam.

Setelah pengambilan sampel, air sampel sebaiknya segera dianalisis. Jika terpaksa harus disimpan, setiap parameter kualitas air memerlukan perlakuan tertentu terhadap sampel. Selain perlakuan dengan bahan kimia, pengawetan yang paling umum dilakukan adalah pendinginan pada suhu 4° C selama transportasi dan penyimpanan. Pada suhu tersebut, aktivitas bakteri terhambat.

2.3.5. Frekuensi Pengambilan Sampel

Menurut Kep. No. 51/MenLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, pemantauan kualitas limbah cair industri dilakukan sekurang-kurangnya sekali dalam sebulan. Hasil pemeriksaan kualitas limbah cair tersebut harus dilaporkan kepada instansi yang bertanggung jawab dalam pemantauan lingkungan. Adapun frekuensi pengambilan sampel air tergantung pada beberapa faktor, yaitu perubahan beban pencemaran dan debit air, tujuan pemantauan kualitas air, dan kemampuan analisis (Effendi, 2003).

2.4. Spektrofotometer

Spektrofotometer sesuai dengan namanya adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Kelebihan spektrofotometer dibandingkan 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, sinar dengan panjang gelombang yang diinginkan diperoleh dengan berbagai filter dari berbagai warna yang mempunyai spesifikasi melewatkan trayek panjang gelombang tertentu. 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 spektrum tampak yang kontinu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blangko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blangko ataupun pembanding.

1. *Sumber*: sumber yang biasa digunakan pada spektroskopi absorpsi adalah lampu wolfram. Arus cahaya tergantung pada tegangan lampu. Lampu hidrogen atau lampu deuterium digunakan untuk sumber pada daerah UV. Kebaikan lampu wolfram adalah energi radiasi yang dibebaskan tidak bervariasi pada berbagai panjang gelombang. Untuk memperoleh tegangan yang stabil dapat digunakan transformator.
2. *Monokromator*: digunakan untuk memperoleh sumber, sinar yang monokromatis. Alatnya dapat berupa prisma ataupun grating. Untuk mengarahkan sinar monokromatis yang diinginkan dari hasil penguraian ini dapat digunakan celah.
3. *Sel absorpsi*: pada pengukuran di daerah tampak kuvet kaca atau kuvet kaca corex dapat digunakan, tetapi untuk pengukuran pada daerah UV kita harus menggunakan sel kuarsa karena gelas tidak tembus cahaya. Umumnya tebal kuvetnya adalah 10 mm, tetapi yang lebih kecil ataupun yang lebih besar dapat digunakan. Sel yang biasa digunakan berbentuk persegi tetapi bentuk silinder dapat juga digunakan. Kita harus menggunakan kuvet yang bertutup untuk pelarut organik. Sel yang baik adalah kuarsa atau gelas hasil leburan serta seragam keseluruhannya.
4. *Detektor*: peranan detektor penerima adalah memberikan respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang.

2.4.1. Cara Kerja Spektrofotometer

Cara kerja spektrofotometer secara singkat adalah; tempatkan larutan pembanding, misalnya blangko dalam sel pertama sedangkan larutan yang akan dianalisis pada sel kedua. Kemudian pilih fotosel yang cocok 200 nm-650 nm (650-1100 nm) agar daerah λ yang diperlukan dapat terliputi. Dengan ruang fotosel dalam keadaan tertutup “nol” galvanometer dengan menggunakan tombol *dark-current*. Pilih yang diinginkan, buka fotosel dan lewatkan berkas cahaya pada blangko dan “nol” galvanometer didapat dengan memutar tombol sensitivitas. Dengan menggunakan tombol transmitansi, kemudian atur besarnya pada 100%. Lewatkan berkas cahaya pada larutan sampel yang akan di analisis. Skala absorbansi menunjukkan absorbansi larutan sampel (Khopkar, 2008).

2.4.2. Teori Spektrofotometri

Bila cahaya (monokromatik maupun campuran) jatuh pada suatu medium homogen, sebagian dari sinar masuk akan dipantulkan, sebagian diserap dalam medium itu, dan sisanya diteruskan. Jika intensitas sinar masuk dinyatakan oleh I_0 , I_a intensitas sinar terserap, I_t intensitas sinar diteruskan, I_r intensitas sinar terpantulkan, maka:

$$I_0 = I_a + I_t + I_r \quad (9)$$

Untuk antar muka udara-kaca sebagai akibat penggunaan sel kaca, dapatlah dinyatakan bahwa sekitar 4 persen cahaya masuk dipantulkan. I_r biasanya terhapus dengan penggunaan suatu control, seperti misalnya sel pembanding, jadi:

$$I_0 = I_a + I_r \quad (10)$$

Hukum Lambert. Hukum ini menyatakan bahwa bila cahaya monokromatik melewati medium tembus cahaya, laju berkurangnya intensitas oleh bertambahnya ketebalan, berbanding lurus dengan intensitas cahaya. Ini setara dengan menyatakan bahwa intensitas cahaya yang dipancarkan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya ketebalan medium yang menyerap. Atau dengan menyatakan bahwa lapisan mana pun dari medium itu yang tebalnya sama akan menyerap cahaya masuk kepadanya dengan fraksi yang sama. Hukum ini dapat dinyatakan oleh persamaan diferensial:

$$-\frac{dI}{dl} = kI \quad (11)$$

Dengan I ialah intensitas cahaya-masuk dengan panjang gelombang, l ialah tebalnya medium, dan k faktor kesebandingan.

$$I_t = I_0 e^{-kl} \quad (12)$$

Dengan I_0 ialah intensitas cahaya masuk yang jatuh pada suatu medium penyerap yang tebalnya l . I_t ialah intensitas cahaya yang diteruskan, dan k suatu tetapan untuk panjang gelombang dan medium yang digunakan. Dengan mengubah dasar logaritma diperoleh

$$I_t = I_0 \cdot 10^{-0.4343kl} = I_0 \cdot 10^{-Kl} \quad (13)$$

Dengan $K = k/ 2,3026$, dan biasa disebut koefisien absorpsi. Koefisien absorpsi umumnya didefinisikan sebagai kebalikan dari ketebalan (1 cm) yang diperlukan untuk mengurangi cahaya menjadi 1/10 intensitasnya.

$$I_t/I_0 = 0,1 = 10^{-Kl} \text{ atau } Kl = 1 \quad \text{dan } K = 1/l \quad (14)$$

Angka banding I_t/I_0 adalah bagian dari cahaya masuk yang diteruskan oleh medium setebal l dan disebut transmitans T . Kebalikan I_0/I_t adalah keburaman

(opasitas), dan absorbans A medium (dulu disebut rapat optis D atau ekstingsi E) diberikan oleh:

$$A = \log I_0/I_t \quad (15)$$

Jadi suatu medium dengan absorbans 1 untuk suatu panjang gelombang tertentu, meneruskan 10 persen cahaya-masuk pada panjang gelombang tersebut.

Hukum Beer. Sejauh ini telah dibahas absorpsi cahaya dan transmisi cahaya untuk cahaya monokromatik sebagai fungsi ketebalan lapisan penyerap saja. Tetapi dalam analisis kuantitatif orang terutama berurusan dengan larutan. Beer mengkaji efek konsentrasi penyusun yang berwarna dalam larutan, terhadap transmisi dan konsentrasi seperti yang ditemukan Lambert antara transmisi dan ketebalan lapisan, yakni intensitas berkas cahaya monokromatik berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi zat penyerap secara linier

(Basset, dkk. 1994).