

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Air**

##### **1. Pengertian air**

Air merupakan salah satu kebutuhan hidup dan merupakan dasar bagi perikehidupan di bumi. Tanpa air, berbagai proses kehidupan tidak dapat berlangsung. Oleh karena itu, penyedia air merupakan salah satu kebutuhan utama bagi manusia untuk kelangsungan hidup dan menjadi faktor penentu dalam kesehatan dan kesejahteraan manusia (Sumantri,2015). Sumber daya air harus tetap dilindungi agar dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana, dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang maupun generasi mendatang. Aspek penghematan dan pelestarian sumber daya air harus ditanamkan pada segenap pengguna air (Effendi, 2007)

Air adalah elemen yang sangat penting bagi kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Ketahanan tubuh manusia akan menurun apabila tidak minum air. Hal itu dikarenakan manusia membutuhkan air sebagai pelarut dan proses biokimia di dalam tubuhnya. Pada tubuh manusia, air merupakan bagian terbesar, dimana hampir semua reaksi di dalam tubuh manusia memerlukan cairan. Agar metabolisme tubuh berjalan dengan baik, dibutuhkan masukan cairan setiap harinya untuk mengganti cairan yang hilang (Kumalasari, 2011).

## 2. Sumber air

Air merupakan zat yang paling dibutuhkan bagi kehidupan manusia. Air yang dimaksud adalah air tawar atau air bersih yang akan secara langsung dapat dipakai di kehidupan. Batasan air bersih dalam air yang dapat digunakan oleh manusia untuk keperluan sehari-harinya yang memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Air bersih dapat berasal dari air hujan, air permukaan, air tanah, dan air mata air (Kumalasari, 2011).

### a. Air hujan

Air hujan berasal dari air permukaan bumi yang diuapkan oleh sinar matahari. Air permukaan tersebut berupa air sungai, air danau, dan air laut. Sinar matahari menguapkan air permukaan tanpa membawa kotoran yang terdapat di dalam air. Setelah proses penguapan, air mengalami kondensasi, dimana air yang menguap tersebut berubah menjadi air. Hingga terbentuknya awan. Lama-kelamaan, awan tersebut menjadi jenuh dan turunlah titik-titik air hujan (Kumalasari, 2011).

Keunggulan air hujan jika dibandingkan dengan sumber air yang lainnya yaitu relatif tidak terkontaminasi dan metode pengumpulannya sederhana. Namun, kelemahan dari sumber air ini adalah tidak tersedia secara terus menerus. Hanya pada musim hujan saja bisa didapatkan, jika musim kemarau air hujan tidak akan turun (Kumalasari, 2011).

### b. Air permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang turun di permukaan bumi dan terkumpul di suatu tempat yang relatif rendah seperti sungai, danau, dan laut. Air permukaan biasanya dimanfaatkan adalah air sungai, dimana lebih dari 40.000

kilometer kubik air segar diperoleh dari sungai-sungai di dunia. Untuk itu kebersihan air sungai sangat penting dijaga. Beberapa desa yang masih memiliki hutan pedalaman terdapat air yang dapat langsung diminum tanpa dimasak terlebih dahulu. Misalnya hutan Sesaot di Lombok, Nusa Tenggara Barat (Kumalasari, 2011).

Kualitas air sungai dapat menurun pada saat mengalir dari hulu ke hilir. Selama mengalir dari hulu ke hilir, air sungai banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk keperluan sehari-hari seperti untuk usaha pertanian, peternakan, perikanan, keperluan rumah tangga, transportasi, dan keperluan industri kecil (Kumalasari, 2011).

Jumlah air permukaan dipengaruhi oleh kondisi geografis, musim dan aktivitas manusia. Daerah yang secara geografis diawali oleh sungai mudah menjangkau sumber air. Oleh sebab itu, pada zaman dahulu sungai dijadikan sebagai pusat peradaban. Faktor selanjutnya adalah musim. Pada musim hujan, sungai-sungai meluap, bahkan bisa menyebabkan banjir. Namun pada musim kemarau, sungai-sungai yang sumber airnya berasal dari hujan banyak yang kering (Kumalasari, 2011).

#### c. Air tanah

Air tanah adalah air yang berada di dalam tanah. Air tanah dibagi menjadi dua, air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal merupakan air tanah yang berasal dari air hujan yang diikat oleh akar pohon. Air tanah ini terletak tidak jauh dari permukaan tanah serta berada di atas lapisan kedap air. Sedangkan air tanah dalam adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah lebih dalam lagi melalui proses adsorpsi serta filtrasi oleh batuan dan mineral dalam tanah. Sehingga

berdasarkan prosesnya air tanah dalam lebih jernih dari air tanah dangkal. Air tanah ini bisa di dapatkan dengan cara membuat sumur (Kumalasari, 2011).

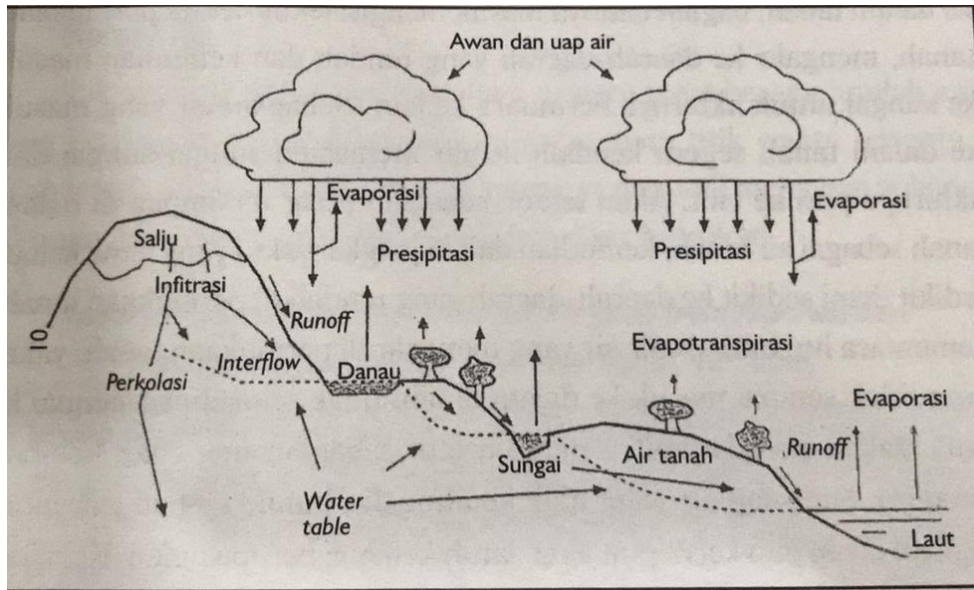
Secara alami, air mengalir dari permukaan tinggi ke permukaan rendah. Hal itu menyebabkan di dataran tinggi (daerah pegunungan) untuk mendapatkan air tanah harus menggali dengan kedalaman yang cukup dalam. Faktor yang kedua adalah musim. Pada musim penghujan biasanya sumur-sumur warga penuh dengan air, tetapi tidak demikian dengan musim kemarau. Pada musim kemarau sumur-sumur warga banyak yang mengalami kekeringan sehingga sangat sulit untuk mendapatkan air tanah (Kumalasari, 2011).

#### d. Air mata air

Pada dasarnya air mata air adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah yang melalui proses filtrasi dan adsorpsi oleh batuan dan mineral di dalam tanah. Air mata air yang baik berasal dari pegunungan vulkanik karena mineral-mineral yang terkandung di dalamnya dapat mengabsorpsi kandungan logam dalam air dan bakteri. Selain itu, kandungan mineralnya baik untuk kesehatan tubuh, dan mengandung kandungan O<sub>2</sub> yang tinggi. Oleh karena itu, air mata air lebih segar dikonsumsi daripada air yang berasal dari sumber lainnya (Kumalasari, 2011).

Sumber mata air juga digunakan oleh perusahaan air mineral untuk di jual kepada masyarakat. Beberapa sumber mata air yang berasal dari alam akhirnya menjadi sangat mahal karena persediaan air di bumi telah hampir habis. Walaupun berasal dari sumber mata air pegunungan, namun air tersebut diolah kembali agar menjadi layak diminum sesuai dengan standar kesehatan (Kumalasari, 2011).

### **3. Siklus hidrologi**



Gambar 1. Siklus Hidrologi

Sumber: Sumantri, Kesehatan Lingkungan, 2015

Siklus hidrologi merupakan suatu fenomena alam. Secara umum, pergerakan air di alam terdiri dari berbagai peristiwa, yaitu penguapan air (evaporasi), pembentukan awan (kondensasi), peristiwa jatuhnya air ke bumi/hujan (presipitasi), aliran air pada permukaan bumi dan di dalam tanah. Lingkungan air disebut hidrosfer. Lingkungan ini sangat erat berlangsung hanya bila kebutuhan air secara kualitatif dan kuantitatif dapat dipenuhi. Sekalipun air jumlahnya relative konstan tetapi air tidak dapat diam, melainkan bersirkulasi akibat pengaruh cuaca, sehingga terjadi suatu siklus yang disebut siklus hidrologi. Secara umum, siklus air dan daur hidrologi dapat diterangkan melalui proses yaitu, air di bumi mengalami sirkulasi yang terus-menerus sepanjang masa. Menguap, mengembun, dan mengalir. Air menguap ke udara dari permukaan bumi, yakni ke daratan (termasuk sungai dan danau) dan ke laut. Dari bagian yang tidak langsung menguap kembali ke udara tadi, tidak semua pula benar-benar mencapai tanah, melainkan sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan. Air yang tertahan oleh tumbuhan ini sebagian

akan menguap ke udara, sebagian sisanya jatuh atau mengalir melalui dahan – dahan ke permukaan tanah (Sumantri,2015).

Air hujan yang tiba di permukaan bumi, sebagian masuk menyusup ke dalam tanah, bagian lainnya masuk mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah, mengalir ke daerah-daerah yang rendah kemudian masuk ke sungai untuk akhirnya bermuara ke laut. Sebagian air yang masuk ke dalam tanah segera kembali keluar memasuki sungai-sungai dan akhirnya pun ke laut. Akan tetapi, sebagian besar tersimpan di dalam tanah sebagai air tanah, kemudian dalam jangka waktu yang lama keluar sedikit demi sedikit ke daerah-daerah yang rendah di permukaan tanah. Sementara itu, butir-butir air yang mengalir di permukaan tanah, yakni yang tidak masuk ke dalam tanah, tidak seluruhnya sampai ke laut. Dalam perjalanan menuju ke laut sebagian menguap kembali ke udara. Uap-uap air yang masuk ke atmosfer bumi kembali terbentuk menjadi awan dan kelak pun akan jatuh kembali berupa hujan. Kegiatan ini berlangsung terus-menerus sepanjang masa tanpa pernah berhenti (Sumantri,2015).

Secara keseluruhan sirkulasi air yang berlangsung di bumi ini mencakup semua proses tadi disebut siklus hidrologi. Siklus hidrologi merupakan aspek penting untuk menyuplai daerah daratan dengan air. Selain itu juga siklus hidrologi merupakan salah satu proses alami untuk membersihkan air dari pencemaran, dengan syarat bahwa kualitas air sudah cukup bersih (Sumantri,2015).

#### **4. Persyaratan air bersih**

Air bersih berbeda dengan air minum. Menurut Departemen Kesehatan RI, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila dimasak, sedangkan air minum adalah air yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Persyaratan untuk air minum diatur oleh peraturan menteri kesehatan RI nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang syarat-syarat pengawasan kualitas air minum, sedangkan air bersih diatur oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416 Tahun 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air. Air bersih memiliki beberapa persyaratan kimiawi, fisik, dan bakteriologis sebagai berikut:

a. Persyaratan kimiawi:

- 1) Derjadi keasaam (pH) antara 6,5 - 9,2 (Budiman & Suyono, 2014).
- 2) Tidak boleh ada zat kimia berbahaya (beracun), walaupun ada jumlahnya harus sedikit sekali. Bahan kimia yang dilarang/tidak diizinkan berada dalam air bersih karena berbahaya diantaranya gas H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> agresif, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>. Dalam air apabila nitrit di konsumsi bayi akan mengakibatkan penyakit *blue baby disease* (Budiman & Suyono, 2014).
- 3) Unsur kimia yang diizinkan tidak boleh melebihi standar yang telah ditentukan. Bahan kimia yang masih diizinkan ada dalam air bersih dengan jumlah yang dibatasi sesuai dengan standar air minum. Bahan kimia ini terutama logam berat antara lain Hg, Pb, Se, dll. Dalam jumlah diatas standar akan mengakibatkan keracunan. Sebagai contoh kejadian di Minamata Jepang dan Teluk Buyat di Sulawesi Utara, akibat mengonsumsi air yang tercemar merkuri (Hg) (Budiman & Suyono, 2014).
- 4) Unsur kimia yang disyaratkan mutlak harus ada dalam air karena sangat

diperlukan dalam metabolisme tubuh antara lain mineral F, Ca, Na, Cu, dll (Budiman & Suyono, 2014).

b. Persyaratan fisika:

1) Tidak berbau

Air yang memiliki kualitas baik tidak berbau karena air yang berbau merupakan air yang memiliki penurunan kualitas. Bau air berasal dari hasil pembusukan benda organik (sampah, sisa makanan, bangkai tumbuhan), buangan industri, limbah rumah tangga yang terlarut dalam air (Budiman & Suyono, 2014).

2) Tidak berwarna

Air yang memiliki kualitas baik tidak berwarna karena air yang berwarna merupakan air yang memiliki penurunan kualitas. Warna air terbagi dalam 2 jenis yaitu warna asli (true color) yaitu akibat pembusukan atau pelarutan bagian dari tumbuhan. Selain itu sebagai hasil dari kegiatan industri tekstil, sablon, pabrik cat, dll. Warna asli tidak dapat dihilangkan dengan penyaringan sederhana, harus ada intervensi bahan lain (Budiman & Suyono, 2014).

3) Tidak berasa

Air bersih harus tidak berasa (netral). Rasa air berasal dari kandungan zat kimia yang terlarut dalam air (asam, asin, manis, pahit, payau). pH air yang rendah dapat mengakibatkan rasa air menjadi asam/kesat. Air asin atau sadah tidak dapat digunakan dalam berbagai aktivitas karena sabun sulit berbusa meskipun telah menggunakan air dengan volume yang banyak. Air yang terasa pahit disebabkan karena pH yang rendah atau ada bahan kimia yang bersifat toksik terlarut dalam air (Budiman & Suyono, 2014).

c. Persyaratan bakteriologis



1) Tidak ada bakteri/virus pathogen

Untuk mengetahui adanya bakteri/virus pathogen di dalam air karena memerlukan peralatan khusus dan memerlukan waktu (Budiman & Suyono, 2014).

2) *Coliform bacteria* harus negatif

Bakteri coliform dapat dijadikan indikator pencemaran air, artinya apabila ditemukan bakteri coliform dalam air maka patut dicurigai air tersebut tercemar tinja sehingga dugaan selanjutnya adalah kemungkinan ada bakteri atau virus lain dalam air tersebut (Budiman & Suyono, 2014).

## **5. Parameter kualitas air**

Beberapa parameter atau tolak ukur yang dapat menentukan kualitas air antara lain :

a. Warna, bau, dan rasa

Bahan kimia yang ada dalam air dapat mempengaruhi warna air, misalnya warna air yang mengandung garam-garam besi berbeda dengan warna air yang mengandung lumpur. Rasa air yang tidak disenangi disebabkan oleh adanya bahan-bahan kimia tertentu atau oleh adanya plankton, ganggang, tumbuh-tumbuhan atau hewan lain yang mati atau hidup di dalam air tersebut (Sumardjo, 2009).

b. Keasamaan

Keasamaan suatu larutan encer dapat diukur berdasarkan nilai pH larutan tersebut. Nilai pH murni adalah 7 dan nilai pH air bersih adalah sekitar netral yaitu antara 6 sampai 8. Nilai pH air limbah, yaitu air yang terpolusi tidak ditentukan bergantung pada asal air limbah tersebut. Sebagai contoh air limbah atau air buangan dari pabrik bir mempunyai pH 5,3 – 7,8, sedangkan air limbah pabrik

kertas memiliki pH 7,6 - 9,5. Perubahan keasamaan air limbah, baik ke arah asam (pH menurun) atau ke arah alkali (pH meningkat) dapat mengganggu kehidupan ikan-ikan atau hewan dalam air tersebut (Sumardjo, 2009).

c. Suhu

Suhu dapat mempengaruhi kelarutan zat-zat yang ada dalam air. Peningkatan suhu air akan menambah kelarutan zat-zat padat terlarut, tetapi menurunkan kelarutan gas-gas yang ada dalam air. Karena suhu air meningkat, kelarutan oksigen menurun. Akibatnya, kelestarian organisme yang hidup di dalam air terganggu. Suhu air danau atau air sungai yang relatif tinggi dapat ditandai dengan munculnya ikan-ikan di permukaan untuk mencari oksigen (Sumardjo, 2009).

d. Oksigen terlarut (*dissolved oxygen*)

Oksigen terlarut adalah jumlah oksigen yang dapat larut dalam air. Gas ini berasal dari oksigen yang ada di udara yang masuk ke dalam air secara difusi atau dari proses fotosintesis tumbuhan air. Kelarutan oksigen semakin menurun jika suhu air semakin meningkat. Ada banyak bakteri yang menggunakan sampah oksigen untuk menguraikan sampah organik non plastik yang ada dalam air. Kualitas air semakin baik apabila kandungan oksigen terlarutnya semakin besar. Harga oksigen terlarut yang rendah di dalam air dapat mengganggu atau bahkan menyebabkan kematian binatang-binatang air yang hidupnya membutuhkan oksigen. Industri-industri perlu memperhatikan kelarutan oksigen di dalam air karena air yang memiliki kandungan oksigen yang tinggi akan mempermudah pengaliran alat-alat pabrik yang terbuat dari logam (Sumardjo, 2009).

e. Kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemical oxygen demand*)

Mikroorganisme aerobik yang hidup di dalam air membutuhkan oksigen untuk hidupnya. Oksigen tersebut diperlukan untuk proses biokimiawi yaitu untuk mengoksidasi bahan organik, sintesis sel, dan oksidasi komponen sel. Jumlah oksigen terlarut dalam satuan ppm yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi atau memecah zat-zat organik pada suhu 20 °C selama lima hari disebut kebutuhan oksigen biokimia. Semakin besar harga kebutuhan oksigen biokimia, semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk penguraian sehingga kualitas air semakin menurun (Sumardjo, 2009).

f. Zat padat dalam air

Banyaknya zat dalam bentuk padat baik organik maupun anorganik larut di dalam air. Padatan yang terlarut ini dapat berasal dari berbagai sumber. Bila jumlah dan macam zat padat yang terlarut masih sesuai dengan kriteria yang ditentukan, air tersebut masih aman dikonsumsi. Air yang terlalu banyak mengandung padatan terlarut berasal dari limbah domestik atau limbah industri memiliki kualitas yang rendah atau sudah tercemar sehingga memiliki kualitas yang rendah atau sudah tercemar sehingga tidak baik untuk kesehatan lingkungan. Sifat kesadahan air meningkat ketika air-air tersebut mengandung garam-garam kalsium dan magnesium. Air yang kesadahannya tinggi ini menyebabkan sabun sukar berbusa ketika dipakai untuk mencuci, akibatnya pemakaian sabun menjadi boros.

Padatan terendap juga dikenal dengan sidemen pada umumnya terbentuk dari hancuran tanah karena proses mekanis atau kimiawi. Partikel-partikel dengan ukuran yang sedikit besar ini dapat mengendap dalam air yang tenang. Selain padatan terendap, dalam air juga kemungkinan terdapat padatan tersuspensi, yaitu padatan yang memiliki ukuran partikel sedikit lebih kecil daripada partikel padatan

terendap. Banyaknya padatan terendap dan padatan tersuspensi menunjukkan derajat pengotor air. Air ini akan mengurangi penetrasi sinar matahari yang masuk sehingga mengurangi kecepatan fotosintesis tumbuhan (Sumardjo, 2009).

## **6. Sumber pencemaran air**

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 20/1990 pencemaran air didefinisikan sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak lagi dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Sumber pencemaran air yang disebabkan oleh limbah dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu:

### **a. Limbah Pertanian**

Dalam bidang pertanian, banyak digunakan zat kimia untuk memelihara dan menyuburkan pertanian. Misalnya penggunaan senyawa organoklor yang difungsikan sebagai insektisida (pembasmi serangga hama), penggunaan fungisida, dan penggunaan herbisida. Penggunaan insektisida yang berlebihan apabila larut dalam air kolam, parit irigasi, dan air sungai akan mengakibatkan katak dan bakteri yang hidup di air mati. Hal itu berdampak dengan terputusnya siklus rantai kehidupan pada ekosistem di daerah tersebut (Kumalasari, 2011).

### **b. Limbah Industri**

Limbah industri jika tidak diolah terlebih dahulu dapat merusak lingkungan. Beberapa limbah industri yang cukup berbahaya bagi manusia adalah pencemaran merkuri. Pencemaran merkuri dan senyawanya digunakan di dalam industri pembuatan  $Cl_2$  dan soda api dari larutan  $NaCl$ . Gas klor banyak digunakan untuk

zat pemutih pada industri kertas, kain, pencuci hama, dan sebagainya. Senyawa  $\text{HgCl}_2$ . Digunakan sebagai katalis di dalam proses industri polimer polivinil klorida (PVC). Limbah industri tersebut dibuang ke laut dan aliran sungai, tanpa melalui pengolahan secara aman terlebih dahulu, sehingga Hg yang terbawa aliran sungai dan tenggelam di dasar laut atau sungai, dimana berat jenis Hg dan senyawanya lebih besar daripada berat jenis air laut dan air sungai (Kumalasari, 2011).

Selain disebabkan oleh senyawa Hg, pencemaran industri juga disebabkan oleh minyak yang berasal dari kapal. Sebagian besar minyak pencemar berasal dari cara kerja kapal. Kapal atau tanker yang minyaknya sudah dipompa keluar saat berlabuh menjadikannya dalam keadaan tidak stabil dan tidak seimbang. Untuk mencapai kestabilan kembali, air laut dipompa kembali kedalam tangki minyak yang kosong, dimana air laut akan bercampur dengan sisa minyak dalam tangki tersebut. Akibat dari peristiwa tersebut, minyak yang berat jenisnya lebih kecil dari berat jenis air laut akan mengapung dan menutupi permukaan air laut. Keadaan demikian tidak menguntungkan bagi kehidupan di dalam laut, karena lapisan tipis minyak akan mengurangi daya serap gas oksigen serta karbondioksida dari udara, bahkan menghalangi sinar matahari yang akan masuk ke dalam air laut (Kumalasari, 2011).

#### c. Limbah rumah tangga

Limbah rumah tangga yang banyak mencemari lingkungan adalah sampah jenis plastik dan detergen. Limbah sampah plastik tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme seperti halnya sampah organik. Apabila berkumpul diselokan dapat menyumbat saluran air, dimana ketika musim hujan datang, sampah pada

selokan akan menjadi penyumbat aliran air, sehingga mengakibatkan genangan air dan menjadi banjir (Kumalasari, 2011).

## **7. Pencemaran air oleh bahan-bahan kimia**

Air yang bersih bersifat tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan mengandung senyawa-senyawa kimia dengan komposisi tertentu. Perubahan komposisi karena masuknya zat-zat kimia dari limbah pemukiman, limbah pertanian, dan limbah industri akan menimbulkan gangguan keseimbangan yang telah terbentuk sehingga air kurang berfungsi sebagaimana mestinya sebagai bagian dari lingkungan hidup. Penambahan zat-zat yang tidak diinginkan dapat menurunkan kualitas air sehingga dapat membahayakan keberadaan makhluk hidup. Beberapa zat-zat kimia yang tidak diinginkan dapat menyebabkan pencemaran air yaitu:

### **a. Pencemaran peptisida**

Peptisida dapat memasuki air permukaan atau air tanah melalui beberapa cara. Sebagai contoh, peptisida dapat mengalir ke dalam aliran air melalui penyemprotan hama terhadap permukaan air, pembuangan sedikit atau banyak sampah rumah tangga yang mengandung peptisida ke dalam selokan atau sungai, pembuangan sampah industri dari pabrik peptisida, pembuangan peptisida secara tidak bertanggung jawab diatas aliran air, pembuangan limbah pabrik makanan kalengan atau sampah yang mengandung residu peptisida ke dalam air, dan kecelakaan pengangkutan peptisida melalui transportasi air (Sumardjo, 2009).

Peptisida memasuki air permukaan atau air tanah secara tidak langsung dapat melalui pengaliran atau penapisan tanah pertanian yang telah mendapatkan pestisida, pembersihan rumput di jalan raya/jalan kereta/tepiian saluran irigasi

dengan mempergunakan herbisida, operasi pemberantasan hama di tanah-tanah hutan dan program pengurangan nyamuk dan lalat (Sumardjo, 2009).

b. Pencemaran nitrat dan fosfat berasal dari pupuk

Pupuk alam dan pupuk buatan yang mempunyai peranan penting untuk meningkatkan hasil pertanian di negara agraris juga merupakan bahan kimia yang dapat mencemari air apabila pemakaiannya berlebihan. Berdasarkan unsur yang menjadi intinya, pupuk buatan dibedakan atas pupuk buatan yang mengandung nitrogen, pupuk buatan yang mengandung fosfor, dan pupuk buatan yang mengandung kalium. Pupuk sebagai bahan kimia ditambahkan pada tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah, menggantikan unsur-unsur yang hilang karena hanyut dalam air, dan menggantikan unsur-unsur yang hilang karena hanyut dalam air, dan menggantikan unsur-unsur yang terbawa dalam panen (Sumardjo, 2009).

Pemakaian pupuk yang tidak tepat dan boros dapat menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan antara lain pencemaran air. Hal ini karena kelebihan pupuk akan terbawa oleh air masuk ke kolam, sungai, waduk, danau. Sebagai contoh kelebihan pupuk buatan yang mengandung banyak fosfat dan nitrat dalam danau dapat memacu pertumbuhan ganggang. Ganggang yang tumbuh dengan hebat tersebut akan mati pada musim gugur dan sisanya yang membusuk dihancurkan oleh mikroorganisme. Oksigen yang diperlukan dalam proses pembusukan berasal dari air sehingga organisme-organisme lain yang ada di dalam air mati dapat mati karena kekurangan oksigen. Akhirnya lapisan ganggang dan ikan yang mati yang berlendir dan berbau busuk mengapung di danau yang sebelumnya merupakan sumber air minum, tempat menangkap ikan, dan tempat berenang (Sumardjo, 2009).

Kedua nutrient, yakni fosfat dan nitrat, yang dalam jumlah tertentu dapat mencemari air ini sebenarnya tidak hanya berasal dari pupuk, tetapi dapat juga berasal dari detergen yang banyak dipakai oleh ibu-ibu rumah tangga, dari kotoran manusia, atau dari sampah-sampah kota. Kandungan nitrat yang berlebihan dalam air, misalnya 8-9 ppm, sudah bersifat toksik untuk hewan dan manusia (Sumardjo, 2009).

c. Pencemaran detergen

Sabun telah ribuan tahun dimanfaatkan untuk kepentingan manusia terutama sebagai bahan pencuci. Akan tetapi, sejak tahun 1950 dominasi sabun ternyata dapat didesak oleh detergen. Produk samping industri petrokimia ini dalam beberapa hal memang lebih menguntungkan daripada sabun. Akan tetapi, beberapa jenis detergen ternyata menimbulkan masalah baru dalam lingkungan yang tidak pernah diduga sebelumnya. Keuntungan detergen dibandingkan dengan sabun ialah detergen dapat dipergunakan dalam air sadah, yakni air yang mengandung ion-ion kalsium atau ion-ion magnesium. Keuntungan lain, detergen memiliki daya cuci lebih baik dibandingkan dengan sabun (Sumardjo, 2009).

Walaupun detergen lebih menguntungkan dalam proses pencucian dibandingkan dengan sabun, detergen dapat menimbulkan pengotoran. Walaupun dalam jumlah kecil (0,5 ppm), detergen sudah dapat membentuk busa dalam air dan banyak jenis detergen sukar sekali diuraikan oleh enzim-enzim bakteri pengurai, sehingga akan tetap utuh dan berbusa. Selain itu, detergen dalam air buangan dapat meresap ke air tanah atau sumur-sumur masyarakat. Pada akhir tahun 1950 dan awal tahun 1960, sebelum detergen yang dapat dibiodegradasikan muncul di pasaran, hampir setiap sungai dan danau di negara maju yang banyak menggunakan



detergen penuh dengan busa detergen. Banyak penduduk di beberapa negara bagian Amerika Serikat mengeluh karena detergen telah muncul di keran air minum mereka. Detergen itu sendiri adalah campuran dari beberapa bahan kimia, yaitu zat pembersih utama yang dikenal sebagai surfaktan (*surface active agent*), bahan pengawet busa yang dikenal sebagai *builder*, bahan pemutih, atau bahan pengelantang, bahan pewarna, bahan pengisi, dan bahan-bahan yang dapat menghalangi kotoran masuk lagi ke dalam barang-barang yang sudah dibersihkan. Surfaktan pada detergen adalah natrium alkil benzen sulfonat atau natrium alkil hydrogen sulfat. Bahan yang dipakai sebagai *builder* adalah natrium tripolifosfat atau tetranatrium pirofosfat. Pada kandungan tertentu, surfaktan pada detergen mempunyai pengaruh yang tidak menguntungkan dan bahkan dapat membunuh beberapa organisme yang hidup di air (Sumardjo, 2009).

d. Pencemaran logam-logam berat

Pencemaran yang diakibatkan oleh logam-logam berat dalam air juga sangat penting diperhatikan. Beberapa logam berat sangat toksik untuk manusia dan hewan. Logam-logam tersebut bersifat sangat tahan lama dan akibat keracunannya juga dapat bertahan dalam waktu yang sangat lama (Sumardjo, 2009).

Beberapa sumber logam yang dapat mencemari air antara lain industri logam, industri bahan tambang, pemakaian logam, pemakaian senyawa-senyawa logam, ekskresi manusia atau hewan, dan sampah padat. Sebaliknya, faktor yang menunjang sukar hilangnya logam-logam berat dalam air adalah logam-logam berat tidak dapat mengalami pemecahan secara biologis seperti halnya pencemaran organik non plastik. Selain itu, logam berat cenderung mengedap di dasar perairan, yaitu dengan mengadakan persekutuan bersama senyawa-senyawa organik (Sumardjo, 2009).

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh logam-logam berat sesungguhnya baru mendapat perhatian yang serius setelah banyak nelayan jepang dari teluk Minamata dan penduduk sekitar Sungai Jimtsu menderita keracunan merkuri, yang berasal dari Pabrik Chisoo, Pabrik Mi memproduksi asetaldehida. Sebagian limbah pabrik tersebut yang mengandung merkuri dibuang ke teluk Minamata. Melalui rantai makanan atau melalui proses absorpsi secara langsung, logam-logam merkuri tersebut masuk ke dalam tubuh ikan yang hidup di dalam air tersebut dan semakin lama semakin baik (Sumardjo, 2009).

Logam berat dalam air umumnya berpengaruh buruk terhadap proses biologis. Kematian ikan dan organisme perairan akibat logam berat dapat terjadi karena keracunan atau kation logam berat dengan fraksi tertentu yang berakibat organisme menjadi mati. Timah, seng, tembaga umumnya menyebabkan kematian pada organisme perairan (Sumardjo, 2009).

#### e. Pencemaran sampah

Sampah baik yang berasal dari jalan, toko, halaman, pasar, kota, pedesaan, pabrik, rumah tangga, sawah, lading, perkebunan, ataupun yang berasal dari tempat lain sebenarnya merupakan suatu bahan kimia. Secara kimia, sampah dibedakan atas sampah organik dan sampah anorganik sampah anorganik tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme, sedangkan sampah organik atau yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme, tetapi ada juga yang sukar diuraikan oleh mikroorganisme. Baik sampah alami maupun sampah hasil kegiatan manusia dapat berbentuk padat, cair, maupun gas. Plastik adalah persenyawaan organik yang dewasa ini menjadi bahan yang serbaguna karena banyak jenis barang yang dapat terbuat dari plastik (Sumardjo, 2009).

Barang-barang plastik tersebut banyak disukai karena selain bersifat inert, senyawa organik ini tidak merapuh seperti kayu dan tidak berkarat seperti logam. Namun demikian, seperti halnya bahan-bahan kebutuhan lain, bahan-bahan dari plastik pun, setelah tidak dipergunakan, pada akhirnya menjadi sampah. Sampah plastik banyak menimbulkan masalah sebab plastik tidak dapat dihancurkan oleh mikroorganisme. Jalan pintas untuk menghilangkan sampah plastik adalah dengan cara dibakar. Pembakaran sampah plastik, seperti halnya pembakaran sampah yang lain, ditempat terbuka akan mencemari udara sekitarnya. Bahkan beberapa plastik, seperti PVC, akan menghasilkan gas yang berbau tidak enak (Sumardjo, 2009).

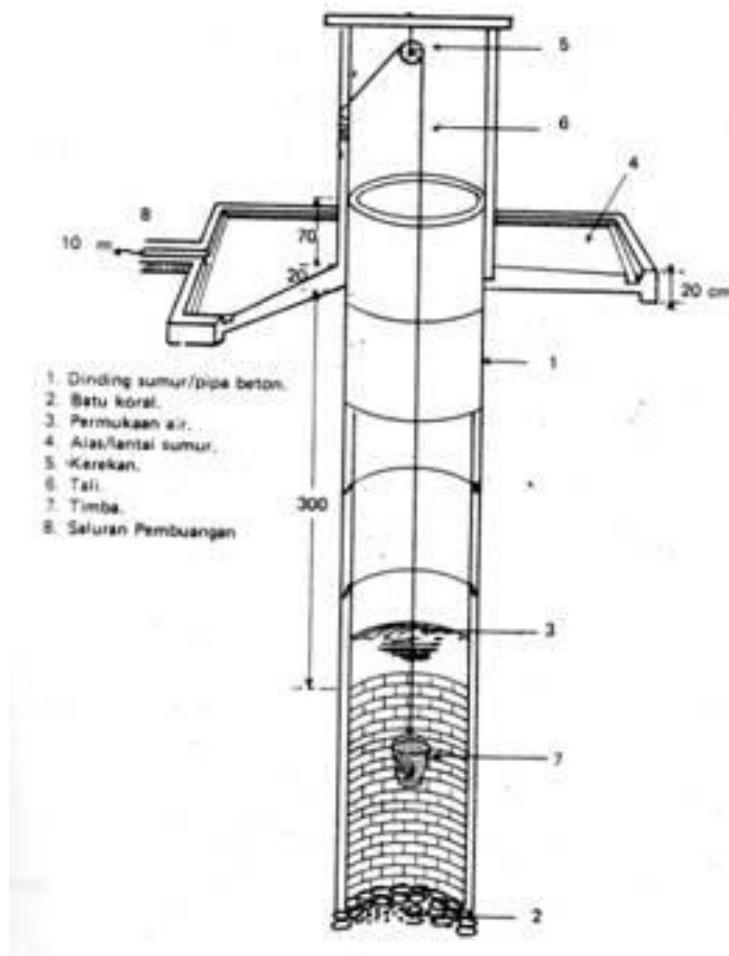
Saat ini, masalah sampah sudah menjadi masalah yang sangat meresahkan di negara manapun di dunia ini, lebih-lebih di negara maju. Barang-barang yang pada awalnya menjadi teman karena diperlukan untuk berbagai kebutuhan sehari-hari, dalam waktu singkat berubah menjadi musuh yang sangat menjengkelkan. Di beberapa daerah, banyak sampah yang dibuang ke sungai, parit, atau sawah. Hal ini menyebabkan bau tidak enak yang dibawa oleh angin sampai puluhan meter seperti halnya ganggang mati yang ada di danau sebagaimana sampah ini akan dirombak oleh mikroorganisme, perombakan sampah tersebut menyebabkan air kekurangan oksigen. Kurangnya oksigen dalam air dapat mengganggu bahkan dapat mematikan organisme yang hidup di dalam air tersebut (Sumardjo, 2009).

## **B. Sumur Gali**

### **1. Persyaratan Kondisi Fisik Sumur Gali**

Sumur gali (*dug well*) merupakan cara mengambil air yang banyak dipakai di Indonesia. Sumur hendaknya terletak yang aliran air tanahnya tidak tercemar.

Bila disekeliling sumur terdapat sumber pencemaran air tanah, hendaknya sumur ini berada di hulu aliran air tanah dan sedikitnya berjarak 10-15 meter dan sumber pencemaran tersebut.



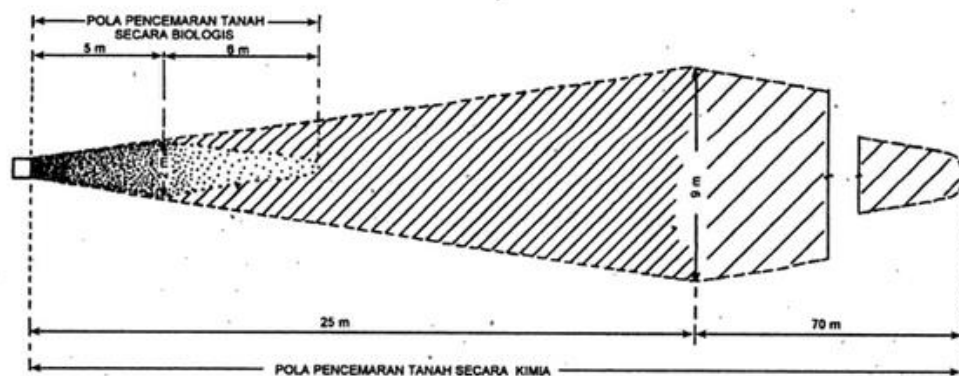
Gambar 2. Persyaratan fisik sumur gali  
 Sumber: Entjang, Ilmu Kesehatan Lingkungan, 2000

Adapun persyaratan yang perlu diperhatikan pada pembuatan sumur gali ini adalah :

- a. Harus diperkirakan dahulu apakah di dalam tanah ini ada sumbernya atau adanya lapisan batuan keras, jangan sampai terjadi setelah digali dalam-dalam ternyata tidak ada airnya
- b. Harus diteliti dahulu apakah tanah di daerahnya adalah tanah asli artinya bukan bekas timbunan sampah, rawa dan lainnya atau bekas sumur yang ditimbun.
- c. Radius jarak 10 meter dari titik penggalian harus bebas dari sumber pencemar (sampah, septi tank). Radius 85 meter harus bebas dari sumber pencemar kimiawi.
- d. Tinggi bibir sumur minimal 80 cm dari lantai yang dibuat dari bahan kuat dan kedap air. Tinggi bibir sumur ini digunakan untuk melindungi sumur dari pencemar sekitar sumur dan menjaga keamanan saat pengambilan
- e. Setiap kedalaman tertentu hendaknya selalu di cek apakah mengandung gas berbahaya atau tidak dan apakah oksigen didalamnya masih cukup, caranya dengan memasukkan lilin menyala ke dalam sumur dengan terlebih dahulu si penggali keluar dari lubang bila tetap menyala berarti kondisi aman, namun apabila mati berarti kandungan oksigennya kurang cukup dan mungkin ada gas berbahaya dalam sumur tersebut. Hati-hati terhadap kemungkinan terjadi ledakan akibat adanya gas berbahaya dalam lubang sumur.
- f. Harus diteliti dulu apakah lapisan tanah dan batuan yang ada dalam tanah tersebut bukan tipe tanah atau lapisan kapur gamping yang mudah retak/runtuh
- g. Dinding sumur harus cukup kuat tidak mudah runtuh dan 3 meter dari permukaan tanah harus kedap air untuk mencegah pencemaran bakteriologis.

- h. Pada bagian atas/bibir sumur diberi dinding kedap air dan ditutup untuk mencegah pencemaran dari luar.
- i. Pengambilan airnya sebaiknya menggunakan pompa tangan atau pompa listrik. Tidak dianjurkan menggunakan kerekan timba karena disamping mengeruhkan air juga terjadi pencemaran dari tangan serta pencemaran akibat sumur tidak ditutup
- j. Setelah selesai penggalian dan mendapatkan air yang cukup segera dilakukan penyemenan dan lantai sumur minimal selebar garis tengah 2 meter untuk mencegah pencemaran dari sekeliling sumur. Sebelum digunakan agar air di dalam sumur tersebut setelah dikuras, didesinfeksi terlebih dahulu (Budiman & Suyono, 2014).

## 2. Pola pencemaran air sumur gali secara bakteriologis dan kimiawi



Gambar 2. Pola Pencemaran Air Tanah

Sumber : Soeparman dan Suparmin, Pembuangan Tinja dan Limbah Cair, 2002

Pada tanah kering gerakan bahan kimia dan bakteri relatif sedikit sehingga pencemaran air tanah dapat diminimalisir, sedangkan pada tanah yang basah gerakan bahan kimia dan bakteri relatif tinggi sehingga memudahkan terjadinya pencemaran air. Semakin banyak sumber pencemar yang berada dalam jarak

maksimal 10 meter, semakin besar pengaruhnya terhadap penurunan kualitas bakteriologis air sumur gali. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya bakteri yang mampu meresap ke dalam sumur. Syarat minimum jarak pencemaran bakteriologis adalah 10 meter dari sumber pencemaran, sedangkan proses pencemaran kimiawi yaitu 95 meter dari sumber pencemaran. Pola pencemaran secara kimiawi sama bentuknya dengan pencemaran secara bakteriologis, hanya saja jarak jangkauannya lebih jauh. Dari sudut pandang sanitasi yang penting diperhatikan adalah jarak perpindahan maksimum dari bahan pencemar dan kenyataan bahwa arah perpindahan selalu searah dengan arah aliran air tanah. Dalam penempatan sumur, harus diingat bahwa air yang berada dalam lingkaran pengaruh sumur akan mengalir menuju ke sumur itu. Tidak boleh ada bagian daerah kontaminasi kimiawi ataupun bakteriologis yang berada dalam jarak jangkauan lingkaran pengaruh sumur (Soeparman dan Suparmin, 2002).

Pola pencemaran air sumur gali terhadap bahan kimia dan bakteri disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

a. Aliran air

Di dalam siklus hidrologi maka air tanah secara alami mengalir oleh karena adanya perbedaan tekanan dan letak ketinggian lapisan tanah. Air akan mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Oleh karena itu apabila letak sumur gali berada di bagian bawah dari letak sumber pencemaran maka bahan pencemar bersama aliran air tanah akan mengalir untuk kemudian mencapai sumur gali. Penentuan lokasi pembuatan sumur yang jauh dari sumber pencemar merupakan usaha untuk mencegah dan mengurangi resiko terhadap pencemaran (Pujiastuty, 2016).

## b. Penurunan permukaan air tanah

Pada lapisan tanah yang mencapai lapisan ketinggian yang relative sama dan landai, maka secara relatif pula tempat tersebut tidak terjadi aliran air tanah. Jika dilakukan pemompaan atau penimbaan atau pengambilan air tanah pada sumur, maka akan terjadi draw down yaitu penurunan dari permukaan air tanah. Oleh karena adanya draw down ini maka pada sumber itu tekanannya menjadi lebih rendah dari air tanah di sekitarnya dan mengalir air tanah di sekitar menuju ke sumur gali tersebut hingga permukaan air sumur gali tersebut menjadi sama dengan permukaan air tanah di sekitarnya. Jika air tanah di sekitarnya telah tercemar oleh bahan-bahan pencemar akan sampai ke dalam air sumur gali. Hal ini dapat terjadi dari sumur yang satu ke sumur yang lain yang jangkauannya semakin jauh (Pujiastuty, 2016).

## C. Sampah

### 1. Pengertian sampah

Sampah diartikan sebagai sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang, yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. Komposisi sampah sangat bervariasi tergantung dari sumbernya, dari yang berbentuk sangat padat (seperti besi) hingga yang berbentuk seperti busa/gabus. Selain itu, volume sampah juga bervariasi dari yang besar seperti bangkai kendaraan hingga yang berbentuk debu (Sumantri, 2015).

### 2. Jenis-jenis sampah

Sampah padat dapat dibagi menjadi beberapa kategori, seperti berikut:

#### a. Berdasarkan zat kimia yang terkandung di dalamnya

- 1) Organik, misalnya sisa makanan, daun, sayur, dan buah



- 2) Anorganik, misalnya logam, pecah belah, abu, dan lain-lain
- b. Berdasarkan dapat atau tidaknya di bakar
    - 1) Mudah terbakar, misalnya kertas, plastik, daun kering, daun kayu
    - 2) Tidak mudah terbakar, misalnya kaleng, besi, gelas, dan lain-lain
  - c. Berdasarkan dapat atau tidaknya membusuk
    - 1) Mudah membusuk, misalnya sisa makanan, potongan daging, dan sebagainya
    - 2) Sulit membusuk, misalnya plastic, karet, kaleng, dan lain sebagainya
  - d. Berdasarkan ciri atau karakteristik sampah
    - 1) Garbage, terdiri atas zat-zat yang mudah membusuk dan dapat terurai dengan cepat, khususnya jika cuaca panas. Proses pembusukan sering kali menimbulkan bau busuk. Sampah jenis ini ditemukan di tempat pemukiman, rumah makan, rumah sakit, pasar, dan sebagainya
    - 2) Rubbish, terbagi menjadi dua yaitu rubbish yang mudah terbakar terdiri atas zat-zat organik seperti kertas, kayu, daun kering, dan sebagainya. Rubbish tidak mudah terbakar terdiri atas zat-zat anorganik misalnya kaca, kaleng, dan sebagainya
    - 3) Ashes, semua sisa pembakaran dari industri
    - 4) Street sweeping, sampah dari jalan atau trotoar akibat aktivitas mesin atau manusia
    - 5) Dead animal, bangkai binatang besar (anjing, kucing, dan sebagainya) yang mati akibat kecelakaan atau secara alami
    - 6) House hold refuse, atau sampah campuran yang berasal dari perumahan
    - 7) Abando vechicle, berasal dari bangkai kendaraan
    - 8) Demolision waste, berasal dari hasil sisa-sisa pembangunan gedung

- 9) Sampah industri, berasal dari pertanian, perkebunan, dan industri
- 10) Santage solid, terdiri atas benda-benda solid atau kasar yang biasanya berupa zat organik, pada pintu masuk pusat pengolahan limbah cair
- 11) Sampah khusus, atau sampah yang memerlukan penanganan khusus seperti kaleng dan zat radioaktif (Sumantri, 2015).

### **3. Faktor yang mempengaruhi jumlah sampah**

#### **a. Jumlah penduduk**

Jumlah penduduk bergantung pada aktivitas dan kepadatan penduduk. Semakin padat penduduk, sampah semakin menumpuk karena tempat atau ruang untuk menampung sampah kurang. Semakin meningkat aktivitas penduduk, sampah yang dihasilkan semakin banyak, misalnya pada industri, pembangunan, perdagangan, dan sebagainya.

#### **b. Sistem pengumpulan atau pembuangan sampah yang dipakai**

Pengumpulan sampah dengan menggunakan gerobak lebih lambat jika dibandingkan dengan truk

#### **c. Pengambilan bahan-bahan yang ada pada sampah untuk dipakai kembali**

Metode itu dilakukan karena bahan tersebut masih memiliki nilai ekonomi bagi golongan tertentu. Frekuensi pengambilan dipengaruhi oleh keadaan, jika harganya tinggi, sampah yang tertinggal sedikit.

#### **d. Faktor geografis**

Lokasi tempat pembuangan apakah di daerah pegunungan, lembah, pantai, atau dataran rendah

#### **e. Faktor waktu**

Bergantung pada faktor harian, mingguan, bulanan, atau tahunan. Jumlah sampah per hari bervariasi menurut waktu. Contoh jumlah sampah pada siang hari lebih banyak daripada pagi hari, sedangkan sampah di pedesaan tidak begitu tergantung faktor waktu.

f. Faktor sosial ekonomi dan budaya

Contoh, adat istiadat, taraf hidup dan mental masyarakat

g. Faktor musim

Pada musim hujan sampah mungkin akan tersangkut di selokan pintu air atau penyaringan air limbah

h. Kebiasaan masyarakat

Contoh, jika seseorang suka mengonsumsi satu jenis makanan maka sampah makanan itu akan meningkat

i. Kemajuan teknologi

Akibat kemajuan teknologi jumlah sampah dapat meningkat. Contoh plastik, kardus, rongsokan, AC, TV, kulkas, dan sebagainya

j. Jenis sampah

Makin maju tingkat kebudayaan suatu masyarakat, maka semakin kompleks pula macam dan jenis sampahnya (Sumantri, 2015).

#### **4. Cara pengelolaan sampah**

Ada beberapa tahapan di dalam pengelolaan sampah padat yang baik, di antara tahap pengumpulan dan penyimpanan di tempat sumber, tahap pengangkutan, dan tahap pemusnahan.

a. Tahap pengumpulan dan penyimpanan di tempat sumber

Sampah yang ada di lokasi sumber (kantor, rumah tangga, hotel, dan sebagainya) ditempatkan dalam tempat penyimpanan sementara, dalam hal ini tempat sampah. Sampah basah dan sampah kering sebaiknya di kumpulkan dalam tempat yang terpisah untuk memudahkan pemusnahannya. Dari tempat ini, sampah dikumpulkan kemudian dimasukkan ke dalam bak sampah untuk menampung sampah, kemudia pengelolaannya dapat diserahkan pada pihak pemerintah (Sumantri, 2015).

b. Tahap pengangkutan

Dari dipo, sampah diangkut ke tempat pembuangan akhir atau pemusnahan sampah dengan menggunakan truk pengangkut sampah yang disediakan oleh Dinas Kebersihan Kota (Sumantri, 2015).

c. Tahap pemusnahan

Di dalam tahap pemusnahan sampah ini, terdapat beberapa metode yang digunakan antara lain:

1) *Sanitary landfill*

Sanitary landfill adalah sistem pemusnahan sampah yang paling baik. Dalam metode ini, pemusnahan sampah yang digunakan dengan cara menimbun sampah dengan tanah yang dilakukan selapis demi selapis. Dengan demikian, sampah tidak berada di ruang terbuka dan tentunya tidak menimbulkan bau atau menjadi sarang binatang pengerat. Lokasi *sanitary landfill* yang lama dan sudah tidak dipakai lagi dapat dimanfaatkan sebagai tempat pemukiman, perkantoran, dan sebagainya.

## 2) *Incineration*

*Incineration* merupakan suatu metode pemusnahan sampah dengan cara membakar sampah secara besar-besaran dengan menggunakan fasilitas pabrik. Manfaat sistem ini antara lain volume sampah dapat diperkecil hingga sepertiganya, tidak memerlukan ruang yang luas, panas yang dihasilkan dapat dipakai sebagai sumber uap, dan pengelolaannya dapat dilakukan secara terpusat dengan jadwal jam kerja yang dapat diukur dengan kebutuhan.

## 3) *Composting*

*Composting* merupakan teknik pemusnahan sampah dengan cara memanfaatkan proses dekomposisi zat organik oleh kuman-kumna pembusuk pada kondisi tertentu. Proses ini menghasilkan bahan berupa kompos atau pupuk.

## 4) *Hot feeding*

Pemberian sejenis garbage kepada hewan ternak, perlu diingatkan bahwa sampah basah tersebut harus diolah lebih dahulu (dimasak atau direbus) untuk mencegah penularan penyakit cacing dan trichinosis ke hewan ternak.

## 5) *Discharger to servers*

Sampah dihaluskan kemudian dimasukkan ke dalam sistem pembuangan air limbah. Metode ini dapat efektif asalkan sistem pembuangan air limbah memang baik

## 6) *Open dumping*

Sampah di buang atau dilekatakkan begitu saja di tanah lapangan, jurang, atau tempat sampah

7) *Individual incenaration*

Pembakaran sampah secara perorangan ini biasa dilakukan oleh penduduk terutama di daerah pedesaan

8) *Recycling*

Pengelolaan kembali bagian-bagian dari sampah yang masih dapat dipakai atau di daur ulang

9) *Salvaging*

Pemanfaatan sampah yang dapat dipakai kembali misalnya kertas bekas. Bahayanya adalah bahwa metode ini dapat menularkan penyakit (Sumantri, 2015).

## **5. Tempat pembuangan akhir**

Tempat pembuangan akhir atau TPA adalah suatu areal yang menampung sampah dari hasil pengangkutan dari tempat pembuangan sementara maupun langsung dari sumbernya (bak/tong sampah) dengan tujuan mengurangi permasalahan kapasitas/timbunan sampah yang ada di masyarakat umumnya. Sebenarnya begitu sampah sampai di TPA dapat mengurangi permasalahan yang ada di masyarakat, namun permasalahan yang baru akan terjadi justru di TPA ini yang pada akhirnya justru akan merugikan masyarakat juga. Permasalahan akan terjadi apabila proses yang ada di TPA ini dianggap sudah selesai sampai disitu hanya dengan cara *open dumping* (diletakkan di aeral terbuka dan dibiarkan berproses sendiri) tanpa ada proses lebih lanjut. Terbukti bahwa justru sampah di TPA ini akan merugikan masyarakat baik dari segi estetika maupun gangguan lain seperti pencemaran lingkungan dan terjadinya gangguan kesehatan serta bencana/kecelakaan (Budiman & Suyono, 2014).

a. TPA Suwung

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah salah satunya adalah tempat pemrosesan akhir yang terletak di Kelurahan Sesetan, Denpasar Selatan yang dikenal dengan nama TPA Sampah Suwung. Tempat Pemrosesan Akhir sampah Suwung merupakan TPA sampah terbesar di Bali dengan luas lahan keseluruhan kurang lebih 32,46 hektar dan telah beroperasi sejak tahun 1986. Pengelolaan sampah di TPA suwung masih menggunakan sistem *open dumping* yang berarti sampah ditumpuk begitu saja dan dibiarkan membusuk secara alami. Teknik open dumping sangat berpotensi mencemari lingkungan di sekitarnya bahkan bisa berdampak luas. Sampah yang ditumpuk lalu dipadatkan sangat terlihat baik, akan tetapi terdapat perubahan bentuk sekunder yaitu cairan kental lindi (*leachate*). Lindi ini sangat berbahaya dalam pencemaran air karena konsentrasi zat-zat yang terdapat pada lindi sangat bersifat toksik (Jaya, Suarna, dan Aryananta, 2016).

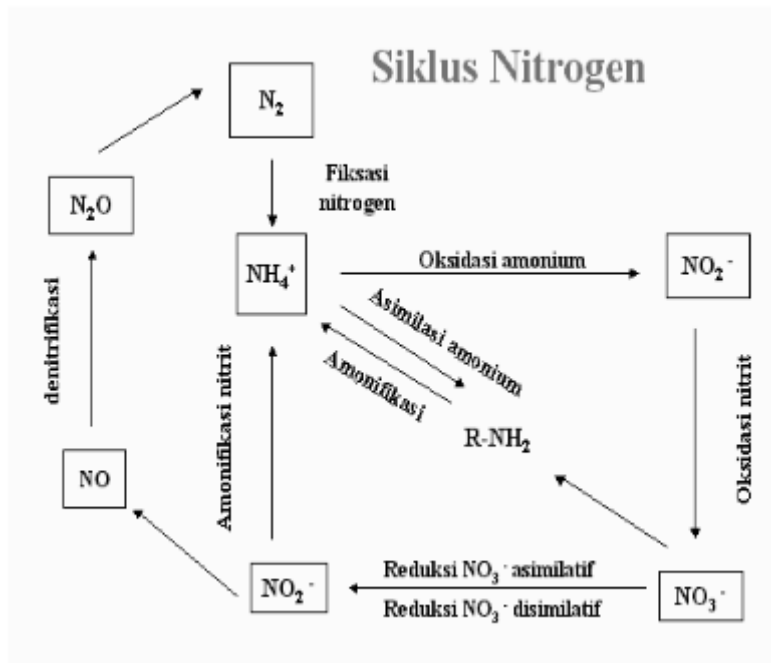
#### **D. Nitrat dan Nitrit**

##### **1. Definisi nitrat dan nitrit**

Nitrat merupakan suatu ion yang memiliki kelarutan yang sangat baik di dalam air, sehingga sangat mudah terjadi peningkatan ion tersebut di dalam tanah. Ion nitrit berasal dari ion ammonium oleh kegiatan mikroorganisme di dalam tanah, air, dan limbah ammonium diubah menjadi nitrat. Nitrat digunakan dalam kegiatan pertanian, proses makanan, dan industri sehingga akan menyebabkan akumulasi nitrat dalam lingkungan. Pada penggunaan nitrat pada pertanian yaitu pupuk dan dari peternakan yaitu nitrogen yang berasal dari sampah, akan mencemari tanah dan air. Selain itu nitrat dan nitrit digunakan pula pada proses pewarnaan dan pengawetan makanan (Mukono, 2005).

Pengaruh nitrit pada kesehatan manusia yaitu, dapat menyebabkan methamoglobinemia dan efek racun kandungan nitrit dalam air lebih besar dari 0 (nol) mg/l. Nitrit sangat berbahaya untuk tubuh manusia khususnya bagi bayi di bawah umur 3 bulan, karena dapat menyebabkan methaemoglobinemia yaitu kondisi dimana nitrit akan mengikat haemoglobin (Hb) darah sehingga menghalangi ikatan Hb dengan oksigen (Prabowo, 2013).

## 2. Siklus nitrogen



Gambar 3. Siklus Nitrogen

Sumber: Hastuti, Nitrifikasi dan Denitrifikasi di Tambak, 2011

Pada siklus biogeokimia terdapat oksidasi dan reduksi senyawa nitrogen anorganik yang satu menjadi senyawa nitrogen anorganik lain. Konsentrasi senyawa amonium dan nitrit dalam sedimen maupun perairan dipengaruhi oleh proses nitrifikasi dan denitrifikasi (Hastuti, 2011).

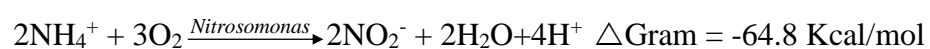
Pencemaran air sumur oleh bahan-bahan organik menyebabkan kandungan amonia dan hidrogen sulfida meningkat. Amonia larut di dalam air dan membentuk



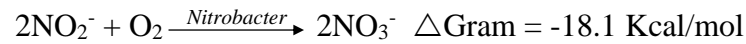
senyawa amonium yang cenderung akan mengikat oksigen. Dengan adanya mikroba *Nitrosomonas* senyawa amonium dan oksigen dapat membentuk senyawa nitrit dan dengan adanya mikroba *Nitrobakter* dapat membentuk senyawa nitrat. Siklus diawali dengan masuknya nitrogen dan amonia dari buangan domestik dan industri ke dalam badan air. Nitrogen organik mengalami reaksi hidrolisis menghasilkan amonia yang merupakan sumber makanan bakteri nitrogen. Proses oksidasi kemudian terjadi oleh bakteri *Nitrosomonas*, mengubah amonia menjadi nitrit dan selanjutnya bakteri *Nitrobacter* mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Setelah nitrit terbentuk, selanjutnya dioksidasi menjadi nitrat oleh bakteri jenis *Nitrobacter*, hal ini lazim disebut sebagai proses nitrifikasi. Selanjutnya dalam keadaan konsentrasi oksigen terlarut yang rendah terjadi reduksi nitrat menjadi nitrit diikuti lebih lanjut reduksi nitrit menjadi amonia dan gas nitrogen. Reaksi-reaksi tersebut menyediakan oksigen untuk mikroorganisme yang digunakan dalam keseimbangan materi organik tanpa mengganggu oksigen terlarut yang ada. Dalam keadaan benar-benar anaerob reaksi nitrifikasi tidak dapat berlangsung. Hal tersebut membuktikan bahwa reduksi nitrat dapat meningkat dalam kondisi oksigen terlarut yang rendah (0 hingga 2 mg/l) (Prabowo, 2013).

Proses nitrifikasi yang dilaksanakan oleh organisme autotrof dan berlangsung dalam dua tahap, yaitu :

1. Tahap nitritasi, yaitu tahap oksidasi ion ammonia ( $\text{NH}_4^+$ ) menjadi ion nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) dan dilaksanakan oleh bakteri *Nitrosomonas* dengan reaksi sebagai berikut :



2. Tahap nitratasi, yaitu tahap oksidasi ion nitrit menjadi nitrat  $\text{NO}_3^-$  dan dilakukan oleh *Nitrobacter* dengan reaksi :



Nitrit merupakan bentuk nitrogen yang hanya sebagian teroksidasi. Nitrit tidak ditemukan dalam air limbah yang segar, melainkan dalam limbah yang sudah basi atau lama. Nitrit tidak dapat bertahan lama dan merupakan keadaan sementara proses oksidasi antara amoniak dan nitrat. Nitrit bersumber dari bahan-bahan yang bersifat korosif dan banyak dipergunakan di pabrik-pabrik. Nitrit tidak tetap dan dapat berubah menjadi amoniak atau dioksidasi menjadi nitrat (Hastuti, 2011).

Denitrifikasi adalah proses reduksi nitrat menjadi gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ) secara biologis pada kondisi anoxic (tanpa oksigen). Bakteri yang bertanggung jawab dalam proses denitrifikasi adalah jenis heterotrof fakultatif. Nitrit dan nitrat sebagai akseptor elektron, sedangkan organik karbon sebagai donor elektron. Dalam hal kandungan karbon dalam air buangan rendah, biasanya ditambahkan methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) sebagai sumber karbon, sedangkan sumber energi diperoleh dari hasil reaksi anorganik. Bakteri yang melakukan proses denitrifikasi meliputi *Achromobacter*, *aerobacter*, *alcaligenes*, *bacillus*, *brevibacterium*, *flavobacterium*, *micrococcus*, *proteus*, *pseudomona* dan *spirillum*. Ada dua tahap konversi dalam proses denitrifikasi yaitu tahap nitrat menjadi nitrit dan tahap nitrit menjadi gas nitrogen (Prabowo, 2013).

### **3. Faktor – faktor yang menyebabkan tingginya nitrit dalam air sumur**

Menurut (Prabowo,2013) terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tingginya kandungan nitrit pada air sumur yaitu:

- a. Lokasi sumur gali

Kadar nitrit pada sumur gali sangat dipengaruhi oleh posisi sumur terhadap sumber sumber air permukaan seperti sawah dan sungai, kedekatan sumur terhadap lokasi persawahan berpotensi terhadap terjadinya pencemaran nitrit sebagai dampak dari pemupukan tanaman yang kurang tepat sehingga banyak mengandung senyawa-senyawa nitrogen yang berasal dari sisa pemupukan urea

b. Tingginya jumlah penduduk

Tingginya jumlah penduduk maka akan berpotensi terhadap besarnya pula buangan limbah domestik baik berupa limbah organik maupun anorganik ke badan air/selokan. Seiring semakin besar buangan limbah domestik organik maka akan semakin besar pula nitrogen organik dan amonia yang merupakan komponen pembentuk nitrit.

c. Besarnya limbah rumah tangga

Semakin besar limbah rumah tangga maka berpengaruh terhadap semakin meningkat pula kandungan nitrit pada sumur sumur resapan rumah tangga.

d. Sistem saluran pembuangan

Kandungan nitrit pada air sumur gali meningkat terlebih jika limbah rumah tangga tersebut dibuang pada saluran air/selokan yang sistem *drainase* nya kurang baik, sehingga limbah rumah tangga tersebut tidak dapat mengalir dengan baik dan hanya menggenang. Genangan air pada saluran air tersebut tentunya akan menghasilkan nitrit lebih banyak dan akan meresap ke sumur-sumur gali terdekat.

#### **4. Pemeriksaan nitrit secara spektrofotometri**

Analisis spektrofotometri menggunakan suatu sumber radiasi yang menjorok ke dalam daerah sinar ultraviolet sehingga menghasilkan spektrum warna. Dari spektrum ini dipilih panjang-panjang gelombang tertentu dengan lebar

pita kurang dari 1 nm. Proses ini memerlukan penggunaan instrumen yang lebih rumit dan karenanya lebih mahal. Instrumen yang digunakan dalam metode spektrofotometri adalah spektrofotometer, seperti yang tersirat dalam namanya, spektrofotometer terdiri dari dua instrumen dalam satu kotak yaitu sebuah spektrofotometer dan fotometer (Basset, Denny, Jeffery, 1994).

Spektrofotometer adalah sebuah instrumen yang memiliki sistem optis dapat menghasilkan sebaran (dispersi) radiasi elektromagnet yang masuk, sehingga dapat dilakukan pengukuran kuantitas radiasi yang diteruskan pada panjang gelombang terpilih. Keuntungan dari penggunaan metode spektrofotometri yaitu metode ini memberikan cara sederhana untuk menetapkan kuantitas zat yang sangat kecil (Basset, Denny, Jeffery, 1994).

Pemeriksaan nitrit dengan metode spektrofotometri didasari pada suatu reaksi diazotiasi, yang sering melibatkan bahan karsinogen seperti naftilamina. Metode ini digunakan untuk penentuan nitrit,  $\text{NO}_2\text{-N}$  dalam air dan air limbah secara spektrofotometri pada kisaran kandungan 0,01 mg/L sampai dengan 1,00 mg/L. Jika menggunakan kuvet 1 (satu) cm dalam penentuan kandungan nitrit dapat diperoleh kandungan sampai dengan 0,18 mg/L  $\text{NO}_2\text{-N}$ . Untuk meningkatkan ketelitian pembacaan dapat digunakan kuvet yang lebih panjang lintasannya (5 cm atau 10 cm). Metode ini digunakan untuk contoh uji air yang tidak berwarna. Prinsip dari pemeriksaan ini adalah nitrit dalam suasana asam pada pH 2,0 – 2,5 akan bereaksi dengan sulfanilamid (SA) dan N- (1-naphthyl) ethylene diamine dihydrochloride (NED dihydrochloride) membentuk senyawa azo yang berwarna merah keunguan. Warna yang terbentuk diukur absorbansinya secara

spektrofotometri pada panjang gelombang maksimum 543 nm (Badan Standardisasi Nasional, 2004).

## **5. Pengaruh nitrat dan nitrit terhadap kesehatan**

Nitrat dan nitrit dalam jumlah besar dapat menyebabkan gangguan GI, diare campur darah, disusul oleh konvulsi, koma dan bila tidak ditolong akan meninggal. Keracunan kronis menyebabkan depresi umum, sakit kepala, dan gangguan mental. Nitrit terutama akan bereaksi dengan hemoglobin membentuk methemoglobin (metHb) dalam jumlah melebihi normal, sehingga terjadi methemoglobinemia. Pada bayi methemoglobinemia sering dijumpai karena pembentukkan enzim untuk menguraikan metHb menjadi Hb masih belum sempurna karena hemoglobin terikat oleh nitrit, bukan oleh oksigen, maka bayi akan kekurangan oksigen, sehingga mukanya akan tampak membiru, terutama bila menangis, dan karenanya penyakit ini juga dikenal sebagai penyakit bayi biru atau *blue babies* (Soemirat, 2011)

