

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Sampah berarti barang yang tidak memiliki nilai atau tidak bermanfaat untuk penggunaan pokok selama dalam pembuatan, penggunaan barang, bahan yang berlebih, atau yang ditolak. Menurut definisi *World Health Organization* (WHO) dalam Chandra (2012), sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak disukai, atau dibuang yang bersumber dari aktivitas manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya.

Berdasarkan Undang-Undang Nomor Peraturan Nomor 18 Tahun 2008 mengenai Pengelolaan Sampah, Sampah merupakan sisa berupa bahan organik yang dapat terurai atau anorganik yang tidak dapat terurai dalam bentuk padat atau setengah padat dari kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang dianggap tidak bermanfaat dan dibuang ke lingkungan. Dilihat dari sumbernya, sampah bersumber dari beberapa tempat, yaitu:

1. Sampah yang berasal dari perumahan penduduk umumnya diperoleh dari keluarga yang tinggal di gedung atau asrama. Jenis sampah yang diperoleh rata-rata bersifat organik, seperti sisa makanan, sampah basah, sampah kering, abu, plastik, dan lain sebagainya.
2. Sampah yang berasal dari tempat umum termasuk tempat perdagangan umum merupakan kawasan dimana banyak orang berkumpul untuk melakukan kegiatan. Kawasan tersebut berpotensi tinggi menghasilkan sampah dan termasuk kawasan perdagangan seperti pasar dan toko. Umumnya jenis sampah yang diperoleh adalah abu, kertas, makanan kaleng, plastik, sampah kering, sayuran dan buah yang membusuk, sisa makanan, dan lain sebagainya.

Jenis Sampah

1. Sampah Organik

Sampah organik merupakan sampah yang berasal dari bahan-bahan biologis yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme atau dapat terurai secara hayati. Terutama limbah rumah tangga berupa bahan organik seperti daun, kemasan (selain kertas, karet dan plastik), kulit buah, ranting, sampah dapur, sayuran, sisa makanan, dan tepung. Selain itu, pasar tradisional merupakan penyumbang dalam jumlah besar untuk sampah organik, seperti sampah buah, sayur, dan lain sebagainya.

2. Sampah Anorganik

Sampah anorganik merupakan sampah yang diperoleh dari bahan non hayati dan sebagai barang artifisial serta hasil pengolahan teknis bahan tambang. Sampah anorganik terbagi atas sampah detergen, sampah keramik kaca, sampah kertas, sampah logam dan turunannya, sampah plastik, dan lain sebagainya. Mayoritas zat anorganik tidak mampu diuraikan oleh alam atau mikroorganisme dengan seluruhnya (*non-biodegradable*).

Sumber Sampah

1. Sampah Alam

Merupakan sampah dari proses alam yang mampu di proses kembali dengan alami contohnya penguraian dedaunan kering di hutan menjadi tanah. Apabila terdapat dedaunan kering di luar satwa liar contohnya pada pemukiman penduduk, serasah ini bisa menjadi masalah.

2. Sampah Manusia

Merupakan istilah yang merujuk pada produk pencernaan manusia, seperti feces dan urin. Kotoran manusia dapat menjadi risiko kesehatan yang serius karena dapat digunakan sebagai vektor (*vector of development*) penyakit yang disebabkan oleh virus dan bakteri.

3. Sampah Konsumsi

Adalah sampah penggunaan barang rutin yang dihasilkan oleh manusia. Sampah konsumsi ini merupakan sampah umum, namun banyaknya sampah masih jauh lebih kecil dari pada yang dihasilkan oleh proses pertambangan dan industri.

4. Sampah Industri

Adalah materi berlebih yang dihasilkan sewaktu rangkaian industri. Banyaknya sampah yang dihasilkan oleh suatu industri dapat disebut sebagai sampah. Berikut merupakan representasi sampah dari beragam industri, yaitu:

- a. Limbah industri makanan (pangan), misalnya sisa makanan dari proses produksi dibuang dan dapat menimbulkan bau dan kontaminasi jika tidak ditangani dengan baik.
- b. Limbah industri kimia dan bahan bangunan, seperti industri pembuatan minyak pelumas memerlukan banyak air dalam proses produksi, sehingga menyebabkan pembuangan limbah cair dalam jumlah besar ke lingkungan sekitar. Air dari produksi ini memuat bahan kimia berbahaya yang mungkin berbahaya bagi kesehatan.

- c. Limbah industri logam dan elektronik, materi sampah asap, debu, dan serbuk besi dapat mencemari udara sekitar jika tidak ditangani dengan baik.

Karakteristik Sampah

Menurut Damanhuri (2010), Karakteristik lain yang biasa ditampilkan dalam penanganan sampah adalah karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik tersebut sangat bervariasi, tergantung pada komponen-komponen sampah. Sampah diklasifikasikan menurut karakteristiknya sebagai berikut:

1. Sifat Fisik

Ciri-ciri fisik sampah antara lain sebagai berikut:

a. Berat Jenis Sampah

Pernyataan dalam berat per satuan (kg/m^3). Saat mengukur berat jenis sampah, perlu dijelaskan di mana dan dalam keadaan apa pengambilan sampel sampah dilakukan untuk menghitung berat jenis sampah. Proporsi sampah dipengaruhi oleh letak geografis, musim dan waktu penyimpanan.

b. Kadar Kelembaban

Kadar kelembaban didefinisikan sebagai massa air per unit massa sampah basah atau sampah kering.

2. Sifat Kimia

a. Kandungan Energi

Jumlah energi yang dibutuhkan untuk membakar limbah padat semuanya hingga menjadi abu (sisa akhir), dipengaruhi oleh berat limbah padat dan kadar kelembaban didalamnya.

b. Kandungan Kimia

Kandungan kimia diperlukan untuk mengetahui bahan-bahan yang mudah terbakar dan tak mudah terbakar.

Komposisi Sampah

Komposisi sampah merupakan gambaran dari masing-masing komponen yang terdapat pada sampah dan distribusinya dan dinyatakan dalam persentase berat (% berat):

1. Sampah basah (*garbage*), merupakan sampah yang dihasilkan oleh pabrik olahan makanan. Rata-rata sampah ini gampang terurai dengan cepat dan mudah yang bersumber dari hotel, restoran, rumah tangga, dan lain sebagainya.

2. Sampah kering (*rubbish*), merupakan sampah dari perdagangan, perkantoran, baik yang mudah terbakar seperti plastik, karton, kertas, dan lain-lain maupun tidak mudah terbakar, seperti gelas, kaleng bekas, klip, pecahan kaca, dan lain sebagainya.
3. Abu (*ashes*), adalah sampah sisa pembakaran bahan bakar, termasuk jelaga.
4. Sampah jalan (*street cleaning*), adalah sampah yang dihasilkan oleh pembersih jalan, yang merupakan gabungan dari berbagai sampah besi, debu, dedaunan, kertas, pecahan kaca, plastik, dan lain sebagainya.
5. Hewan mati (*dead animals*), yaitu hewan mati yang mati secara alami, tertabrak kendaraan atau dicampakkan manusia.
6. Rongsokan kendaraan (*abandoned vehicles*), merupakan mobil, sepeda, sepeda motor, dan lain sebagainya yang tidak dapat digunakan kembali.
7. Sampah industri (*industrial wastes*), merupakan sampah dari industri atau pabrik. Sampah ini tergantung dari jenis industrinya, seperti bahan berbahaya, bahan kimia beracun, kertas.
8. Sampah pembangunan (*demolition wastes*), merupakan sampah berupa bangunan yang hancur, beton, puing-puing, serpihan bambu, serpihan kayu, dan lainnya yang dihasilkan selama proses pembangunan gedung, rumah, dan lain sebagainya.
9. Sampah berbahaya (*hazardous wastes*), mengacu pada bahan kimia beracun, pestisida, pupuk, limbah radioaktif dari rumah sakit dan pusat kesehatan yang mampu mencelakakan manusia.
10. Sampah pengolahan air minum atau air kotor (*water treatment residu*), adalah sampah berwujud lumpur dari perusahaan air minum atau instalasi pengolahan limbah dan dapat dipisahkan secara terpisah.

Pengelolaan Sampah

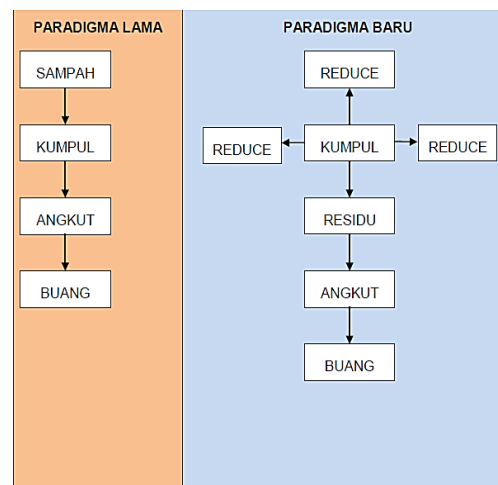
Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah, Pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah.

Pengelolaan Sampah Paradigma Lama

Dalam paradigma lama pengelolaan sampah secara konvensional yang bertumpu pada proses pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan akhir tanpa adanya tanggapan serta langkah lain yang dapat dilakukan selanjutnya.

Pengelolaan Sampah Paradigma Baru

Pengelolaan sampah dilakukan dengan pendekatan yang komprehensif dari hulu, sejak sebelum dihasilkan dari produk yang berpotensi menjadi sampah, sampai ke hilir yaitu pada fase produk sesudah digunakan sehingga menjadi sampah, yang kemudian dikembalikan secara aman ke media lingkungan. Pola pengelolaan sampah beralih ke pola pengurangan dan pemanfaatan sampah sejak dari sumbernya, sehingga volume sampah yang dibuang ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sudah sangat berkurang.



Gambar 1. Paradigma Pengelolaan Sampah

Sumber : Firmanti, 2010

Berdasarkan SNI 19-2454-2002 mengenai Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, teknologi pengolahan sampah secara umum terbagi sebagai 3 metode, yaitu:

1. Metode *open dumping*, merupakan metode penggarapan sampah dimana sampah dibuang begitu saja atau disimpan di suatu tempat tanpa penanganan khusus, sehingga metode ini sering mendatangkan pencemaran lingkungan.
2. Metode *controlled landfill* (penimbunan terkendali), merupakan pembaharuan dari metode *open dumping*, yaitu metode modifikasi antara *sanitary landfill* dan *open dumping* dengan proses setelah Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) benar-benar dipadatkan atau mencapai jangka waktu tertentu digunakan lapisan tanah untuk menutupi sampah.
3. Metode *sanitary landfill* (lahan urug saniter), merupakan metode pemrosesan akhir dimana sampah dipadatkan lalu disebar tanah sebagai lapisan penutup. Pekerjaan stratifikasi *overlay* dilaksanakan setiap hari pada akhir jam kerja.

2.2 Pengolahan Lindi (*Leachate*)

Instrumen utama bagi lingkungan selama penanganan dan pengoperasian Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) adalah timbulnya cairan yang menyimpan polutan dengan konsentrasi tinggi yang diketahui sebagai *leachate*. Adanya lindi ini ketika air merembes melewati tumpukan sampah yang telah mengalami proses dekomposisi. Lindi memasuki air baik, air sungai maupun air tanah memicu penurunan kualitas air secara langsung.

Sumber air yang menimbulkan lindi, selain cairan yang terkandung dalam sampah biasanya berasal dari air hujan yang menyerap ke tempat pembuangan sampah. Ketika air menyerap ke dalam tumpukan sampah terjadi proses reaksi kimia dan biologi dengan sampah. Tergantung pada tahapan dekomposisi yang ada dan ketersediaan oksigen, proses biologis akan terus terjadi di timbunan sampah dalam jangka waktu yang lama. Hasil dari proses kimia dan biologi ini akan meningkatkan tingkat polutan di dalam air yang dilintasinya.

Pengolahan lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) bertujuan untuk menangani lindi yang terakumulasi sehingga dapat dilepaskan ke perairan penerima tanpa mencemari lingkungan sekitarnya, sungai dan air tanah dengan aman.

Sifat kimia lindi bergantung pada kondisi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), karakteristik sampah, serta komposisi sampah, seperti kedalaman Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), kelembaban, suhu, tahap dekomposisi, dan lain sebagainya. Desain dan metode pengolahan lindi juga secara langsung akan mempengaruhi kualitas lindi yang dihasilkan. Saat merencanakan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), wajib memperhitungkan kuantitas lindi yang akan dihasilkan terutama saat merencanakan fasilitas pengolahan.

Secara umum, kuantitas lindi tergantung pada beberapa faktor, seperti:

1. Air jatuh di tumpukan sampah sewaktu Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) beroperasi.
2. Air bergerak dari lingkungan sekitar ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).
3. Air yang tersimpan di dalam sampah.
4. Air menyerap melewati lapisan tanah penutup.
5. Air merembes ke dinding Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).
6. Air mengalir dari air tanah ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).

Ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam lindi yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) disebut sebagai baku mutu lindi.

Tabel 1. Baku Mutu Lindi

Parameter	Kadar Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
pH	6-9	-
BOD	150	mg/L
COD	300	mg/L
TSS	100	mg/L
N Total	60	mg/L
Merkuri	0,005	mg/L
Kadmium	0,1	mg/L

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 59 Tahun 2016.

2.3 Tanah

Tanah merupakan wadah kontinuitas dalam memproduksi, berkembang, serta bertahan hidup bagi tumbuhan dan kelanjutan hidup bagi manusia. Tanah selaku fasilitator unsur hara dan penunjang pertumbuhan tanaman perlu dikelola dengan baik agar potensi lahan tidak berkurang.

Pengertian tanah menurut Brady (1999), tanah merupakan campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis unsur-unsur sebagai berikut:

1. Berangkal (*boulder*) adalah potongan batuan batu besar, biasanya lebih besar dari 200-300 mm dan untuk kisaran ukuran-ukuran 150-250 mm, batuan ini disebut kerakal (*cobbles* atau *pebbles*).
2. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm – 5 mm, yang berkisar dari kasar (3 mm – 5 mm) sampai halus (< 1 mm).
3. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm – 0,074 mm.
4. Lempung (*clay*) adalah partikel yang berukuran lebih dari 0,002 mm, partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi dari tanah yang kohesif.
5. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam, berukuran lebih dari 0,01 mm.

Klasifikasi Tanah

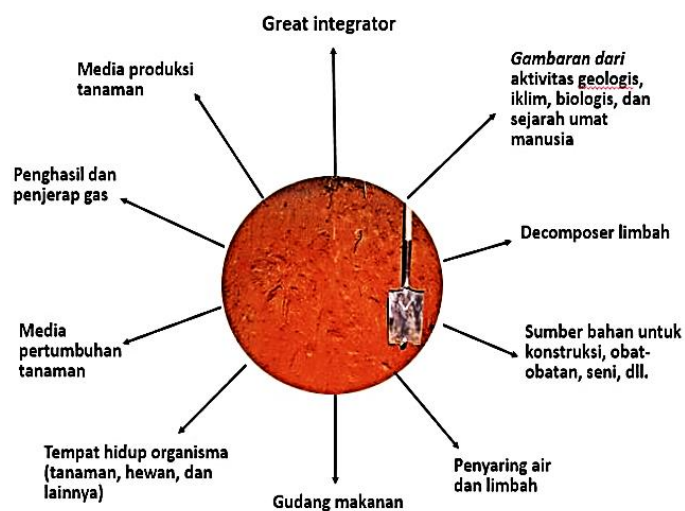
Klasifikasi tanah berpengaruh dalam mengendalikan pengelolaan tanah. Dalam pengelolaan tanah dengan karakter tertentu wajib dilaksanakan dengan kaidah khusus agar sesuai dengan pertumbuhan tanaman. Contohnya, tanah berpasir membutuhkan pengelolaan yang

berbeda dari tanah liat. Pengelompokan tanah pada dasarnya terbagi atas dua jenis:

1. Klasifikasi alami, yaitu klasifikasi tanah menurut sifat tanah yang dimiliki tanpa mengaitkannya dengan peruntukan penggunaan tanah yang bersangkutan. Klasifikasi ini memberikan gambaran dasar tentang sifat fisik, kimia dan mineralogi dari setiap kategori tanah. Karakteristik ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengelolaan lahan yang relevan.
2. Klasifikasi teknis, yaitu pengklasifikasian tanah menurut sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kemampuan tanah untuk digunakan untuk tujuan tertentu. Contoh: Klasifikasi tanah untuk lahan yang cocok untuk bercocok tanam.

Fungsi Tanah

Tanah menyangkal manfaat istimewa selaku tempat tumbuh dan berkembangnya akar, fasilitator kebutuhan primer tanaman (unsur hara, udara, dan air), fasilitator kebutuhan sekunder tanaman (zat pemacu berkembang seperti antibiotik dan anti hama racun, enzim yang meningkatkan ketersediaan nutrisi, hormon, vitamin dan asam organik). Fungsi lingkungan yang berfungsi sebagai biota tanah antara lain yang terkena pengaruh positif karena secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam penyediaan kebutuhan primer dan sekunder tanaman tersebut dan yang terkena penyediaan negatif karena merupakan hama tanaman. Rincian dari empat fungsi lahan ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Fungsi Tanah di Alam

Sumber : Gusmara, 2016

Klasifikasi Pencemaran Tanah

Apabila diklasifikasikan maka pencemaran tanah dapat terjadi karena hal-hal di bawah ini, yaitu:

1. Pencemaran langsung: Pencemaran ini misalnya terjadi karena penggunaan pupuk secara berlebihan, pemberian pestisida, dan pembuangan limbah yang tidak dapat diuraikan seperti plastik, kaleng, botol, dan lain-lainnya.
2. Pencemaran melalui air: Air yang tercemar (mengandung bahan pencemar atau polutan) akan mengubah susunan kimia tanah sehingga mengganggu jasad yang hidup di dalam atau di permukaan tanah.
3. Pencemaran melalui udara: Udara yang tercemar akan menurunkan hujan yang mengandung bahan pencemar yang mengakibatkan tanah tercemar.

2.4 Air Tanah

Air merupakan zat alami yang penting bagi makhluk hidup demi kelanjutan hidup menjadi sarana transportasi zat makanan juga menjadi pengantar energi untuk keperluan lainnya (Sasongko et al., 2014). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2008 mengenai Air Tanah, air tanah merupakan air yang terkandung dalam batuan di bawah permukaan tanah atau lapisan tanah.

Air tanah (*ground water*) adalah air yang terdapat dan terkandung dalam batuan permeabel di bawah permukaan tanah selama jangka waktu yang bergantung pada kondisi geologis. Air tanah mampu diklasifikasikan sebagai air bersih apabila diamati dari sudut pandang mikrobiologi, namun kandungan kimia air tanah tergantung pada keadaan komposisi litosfer yang dilewatinya serta tingkat pencemaran lingkungan sekitarnya (Harling, 2018). Air tanah merupakan bagian vital dari daur hidrologi global dengan dimanfaatkan demi memenuhi keperluan domestik serta pasokan industri dan irigasi di alam semesta (Dohare et al., 2014).

Terdapat sebagian jumlah jenis air tanah yang diklasifikasikan menurut letak dan keadaannya dalam lapisan tanah. Jenis air tanah terbagi atas (Herlambang, 2005):

1. Air tanah freatis, adalah air tanah dangkal yang ditemukan sekitar lapisan kedap air (*impermeable layer*) dan air permukaan.
2. Air tanah artesis, yaitu air tanah dalam yang ditemukan sekitar formasi batuan kedap air (*confined aquifers*) dan akuifer.
3. Air tanah meteorit, yaitu air tanah yang bersumber dari reaksi presipitasi awan (air hujan) bersatu dan terkondensasi dengan debu meteorit.

4. Air tanah baru (*juvenil*), yaitu air tanah yang tercipta dari dalam perut bumi akibat intrusi magma. Air tanah dapat diperoleh dalam bentuk *geyser*.
5. Air fosil (konat), adalah air tanah yang terperangkap dalam formasi batuan purba.

Sumber Air Tanah

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 mengenai Pedoman Status Mutu Air, sumber air merupakan media air yang terletak di atas dan di bawah permukaan bumi meliputi waduk, telaga, sungai, rawa, muara, mata air, danau, dan akuifer.

Air tanah terbagi atas air tanah dangkal, air tanah dalam, dan mata air. Air tanah diperoleh dengan menemukan titik akuifer yang beraliran lambat, yang apabila terkontaminasi dapat mengakibatkan kondisi air tanah yang sulit dipulihkan. Selanjutnya merupakan pengelompokan air tanah dangkal, air tanah dalam, dan mata air (Nurraini, 2011):

1. Air Tanah Dangkal

Air yang bertempat di atas komponen utama pada lapisan kedap air serta sensitif kepada kontaminasi. Air tanah pada kawasan padat penduduk dapat terkontaminasi oleh saluran irigasi dan limbah rumah tangga seperti *septic tank*. Sementara itu, status kualitas air lebih baik pada kawasan kepadatan penduduk rendah.

Air tanah dangkal muncul akibat reaksi resapan air dari permukaan tanah, maka lumpur tertahan dan air tanah jernih namun mempunyai jumlah muatan kimia yang tinggi. Lapisan tanah mempunyai peran menjadi filter. Kumpulan air saat lapisan rapat air membuat air tanah dangkal dapat digunakan untuk sumber air minum.

2. Air Tanah Dalam

Air yang terdapat tepat di bawah lapisan kedap pertama (akuifer). Mutu air tanah dalam tidak tergantung atas kegiatan lingkungan di permukaan. Pengambilan air tanah dalam sukar dilakukan dengan memakai mata bor yang dimasukkan ke dalam pipa pada intensitas khusus seperti 100 meter hingga 300 meter. Mutu air tanah dalam lebih baik dari pada air tanah dangkal sebab proses filtrasinya lebih baik serta tidak mengandung bakteri.

3. Mata Air

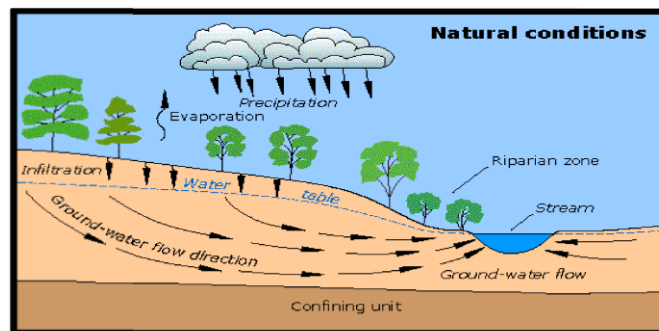
Volume air tanah muncul secara alami serta mengalir ke permukaan. Sumber mata air dari bagian tanah dalam tidak

berpengaruh terhadap musim juga mempunyai mutu dan kuantitas yang seragam. Curahan air tanah alami mempunyai mutu baik, oleh karena itu mata air menjadi alternatif sumber air bersih. Jumlah air yang tersedia pada suatu kawasan dipengaruhi oleh 3 faktor utama, seperti:

- Diperoleh sumber air yang layak.
- Adanya kelembagaan dan kebijakan yang sesuai guna mengendalikan sumber daya air.
- Ketersediaan infrastruktur bagi penyediaan air.

Aliran Air Tanah

Air tanah mengalir dari daerah yang memiliki tekanan lebih tinggi menuju ke daerah yang memiliki tekanan lebih rendah dan dengan akhir perjalanannya menuju ke laut atau sungai.



Gambar 3. Arah Aliran Air Tanah

Sumber : Nurraini, 2011

Dalam gambar 3, daerah yang lebih tinggi merupakan daerah tangkapan atau pengisian (*recharge area*) dan daerah yang lebih rendah merupakan daerah pelepasan (*discharger area*). Pada gambar tersebut daerah pelepasan merupakan daerah aliran sungai. Daerah tangkapan diartikan sebagai bagian dari suatu daerah aliran (*watershed* atau *catchment area*) dimana aliran air tanah (*saturated*) menjauhi muka air tanah. Sedangkan daerah pengeluaran diartikan sebagai bagian dari suatu daerah aliran (*watershed* atau *catchment area*) dimana aliran air tanah (*saturated*) menuju muka air tanah (Freze dan Cherry, 1979).

Aliran air dipengaruhi gaya gravitasi akan menarik secara vertikal ke bawah, tekanan tanah bergerak ke seluruh arah dalam keadaan tanah lembap dan kering. Jika tanah yang kering, terkena hujan, kandungan air tanah lapisan permukaan meningkat mencapai kapasitas lapangan, kemudian air tanah berpindah ke lapisan yang lebih dalam.

Akuifer

Lapisan yang mudah dilalui oleh aliran air tanah disebut lapisan *permeable*, seperti lapisan pasir ataupun kerikil. Sedangkan lapisan yang sulit di lalui aliran air tanah disebut dengan lapisan *impermeable*, seperti lapisan lempung atau batuan padat. Suatu lapisan, formasi atau kelompok formasi satuan geologi yang *permeable* dengan kondisi jenuh air dan mempunyai suatu besaran konduktivitas hidraulik sehingga dapat membawa air dengan kuantitas yang ekonomis disebut dengan akuifer.

Secara umum tipe akuifer ada dua macam, yakni akuifer tertekan (*confined aquifer*) dan akuifer tidak tertekan atau bebas (*unconfined aquifer*). Namun oleh para ahli, kedua tipe akuifer tersebut masih dapat diklasifikasikan atas beberapa jenis. Macam-macam akuifer dalam (Darwis, 2018), yaitu:

1. Akuifer Bebas (*Unconfined Aquifer*)

Lapisan tembus air terletak di atas lapisan kedap air serta yang terisi hanya sebagian dengan air. Permukaan air yang memiliki tekanan hidrostatik yang sama dengan atmosfer pada permukaan tanah akuifer ini dinamakan preatik level (*water table*).

2. Akuifer Tertekan (*Confined Aquifer*)

Akuifer yang semua volumenya dikelilingi oleh lapisan kedap air atas dan bawah serta memiliki tekanan saturasi lebih besar dari tekanan atmosfer.

3. Akuifer Semi tertekan (*Semi Confined Aquifer*)

Akuifer yang semuanya jenuh air dibatasi oleh lapisan semi permeabel di bagian atas dan lapisan kedap air di bagian bawah.

4. Akuifer semi bebas (*semi unconfined aquifer*)

Akuifer ini merupakan transisi dari akuifer bebas dan akuifer semi tertekan. Pada bagian bawah lapisan kedap air, bagian atas bahan berbutir halus, serta lapisan penutup masih memungkinkan air mengalir melalui akuifer.

Permasalahan Air Tanah

Banyak masalah air tanah terjadi karena aktivitas manusia yang tidak tepat yang menyebabkan masalah langsung atau tidak langsung dengan air tanah. Dalam beberapa kasus, penyebabnya adalah fenomena alam, seperti gempa bumi yang meretakkan lapisan tanah, atau perubahan iklim yang menyebabkan kenaikan muka air laut (Darwis, 2018). Beberapa masalah penting muncul di air tanah pada umumnya, seperti:

1. Degradasi air tanah (*degradation of groundwater*)

Degradasi air tanah dapat berupa berkurangnya debit dari mata air di kawasan pelepasan akuifer terbatas atau penurunan muka air tanah.

2. Hilangnya Air Tanah (*loose of groundwater*)

Kehilangan air tanah dapat terjadi pada akuifer tertekan (*confining aqiufer*) atau akuifer bebas (*unconfining aquifer*). Hilangnya air dari akuifer tertekan (*confining aqiufer*) terjadi akibat kerusakan zona pengganti oleh berbagai bentuk aktivitas manusia. Peristiwa ini diidentifikasi atas hilangnya mata air di daerah pembuangan.

3. Intrusi air laut menyebabkan peningkatan salinitas air tanah

Tingkat salinitas air tanah dapat meningkat karena berbagai pemicu, yang dapat menyebabkan air tanah kurang dimanfaatkan, terutama untuk kebutuhan manusia, tumbuhan, dan hewan tertentu.

4. Rembesan limbah industri ke dalam air tanah, dan pencemaran air tanah oleh limbah padat yang terlarut dalam air permukaan

Air tanah yang tercemar limbah industri yang tidak dapat dinetralkan oleh alam akan menjadi air tercemar yang tidak dapat digunakan untuk kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya. Sekalipun alam memiliki kemampuan untuk memperbaiki dirinya sendiri (*self puriefication*), akan tetap memiliki dependensi.

2.5 Kualitas Air Tanah

Dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum, meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan.

Parameter Fisika

Parameter fisik adalah keadaan atau kehadiran air yang boleh diamati dengan atau tanpa mata telanjang. Parameter fisik meliputi bau, kekeruhan, rasa, suhu, dan lain sebagainya.

1. Bau

Dengan cara kimiawi, air tanah menyimpan beberapa bahan organik, gas alam, dan mineral. Pemeriksaan parameter bau dapat dilaksanakan langsung dengan penciuman dan andaikan tidak ada berbau dari jarak dekat maupun jauh maka dapat digolongkan tidak berbau, serta menandakan air tersebut dapat diminum dan aman (Sari et al, 2019). Apabila air mempunyai warna dan rasa khusus yang disebabkan oleh adanya mikroorganisme di dalam air pada keadaan

anaerobik. Di keadaan suhu tinggi, mikroorganisme bakal musnah maka mengakibatkan bahan organik di dalam air gagal terurai (Fajarini, 2014).

2. Kekeruhan

Kekeruhan menggambarkan indeks degradasi mutu air yang diakibatkan oleh pencemaran. Peningkatan kadar bahan organik dalam air dapat menghambat proses purifikasi. Salah satu faktor yang mempengaruhi peningkatan kekeruhan badan air adalah air limbah domestik yang merembes ke permukaan tanah (Fajarini, 2014).

3. Rasa

Air dirasakan melalui indra perasa, apabila air terasa pahit, manis, asin atau asam menandakan mutu air kurang baik. Air yang tidak berasa tawar menandakan adanya beberapa zat yang berbahaya bagi kesehatan (Fajarini, 2014).

4. Suhu

Suhu wilayah perairan melambangkan komponen wajib untuk kelangsungan hidup organisme perairan. Suhu air mempunyai fungsi saat mengoperasikan keadaan ekosistem perairan. Kenaikan suhu akan menyebabkan peningkatan penguraian bahan organik oleh mikroorganisme (Hamuna et al., 2018). Suhu berpengaruh pada status air dalam laju reaksi kimia, baik di lingkungan luar maupun di dalam organisme hidup. Suhu ekosistem perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pertukaran panas sekitar, kondisi udara, intensitas sinar matahari serta ketinggian geografis.

Parameter Biologi

Parameter mikroba adalah muatan mikroorganisme pada air, seperti mikroorganisme patogen, bakteri dan virus. Air yang mengandung *Escherichia coli* diduga telah terkontaminasi kotoran manusia (Fajarini, 2014). Kriteria standar air minum adalah tidak terdeteksi *fecal coliform* dalam sampel 100 mL dan 95% dari sampel 100 mL tidak boleh menunjukkan adanya *coliform* (Twort et al., 2000).

Parameter Kimia

Parameter kimia menggambarkan muatan senyawa atau unsur kimia pada air, seperti derajat keasaman (pH), dan sebagainya.

1. Derajat Keasaman (pH)

Dalam Twort et al. (2000), pH merupakan parameter keasaman air yang mempunyai standar kualitas serta satu diantara pengukuran

konsentrasi kimia air yang wajib sebab banyak proses pengolahan air bergantung pada konsentrasi pH.

Tabel 2. Baku Mutu Air Bersih untuk Parameter Wajib

No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1. Parameter yang langsung berhubungan dengan kesehatan			
a. Parameter mikrobiologi			
	1) Total Bakteri <i>Coliform</i>	CFU / 100 ml	50
	2) <i>Escherichia coli</i>	CFU / 100 ml	0
b. Kimia an-organik			
	1) Air raksa (Hg)	mg/L	0,001
	2) Arsen (As)	mg/L	0,05
	3) Kadmium (Cd)	mg/L	0,005
	4) Kromium (Cr)	mg/L	0,05
	5) Selenium (Se)	mg/L	0,01
	6) Seng (Zn)	mg/L	15
	7) Sulfat (SO_4^{2-})	mg/L	400
	8) Timbal (Pb)	mg/L	0,05
	9) Benzene (C_6H_6)	mg/L	0,01
	10) Zat Organik (KMNO_4)	mg/L	10
2. Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan			
a. Parameter Fisik			
	1) Warna	TCU	50
	2) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1000
	3) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	4) Rasa		Tidak berasa
	5) Kekkeruhan	NTU	25
	6) Bau		Tidak berbau
b. Parameter Kimiawi			
	1) Besi (Fe)	mg/L	1
	2) Deterjen	mg/L	0,05
	3) Fluorida (F^-)	mg/L	1,5
	4) Kesadahan (CaCO_3)	mg/L	500
	5) Mangan (Mn)	mg/L	0,5
	6) Nitrat (NO_3^-)	mg/L	10
	7) Nitrit (NO_2^-)	mg/L	1
	8) Pestisida Total	mg/L	0,1
	9) Derajat Keasaman (pH)		6,5-8,5
	10) Sianida (CN^-)	mg/L	0,1

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017

2.6 Siklus Hidrologi

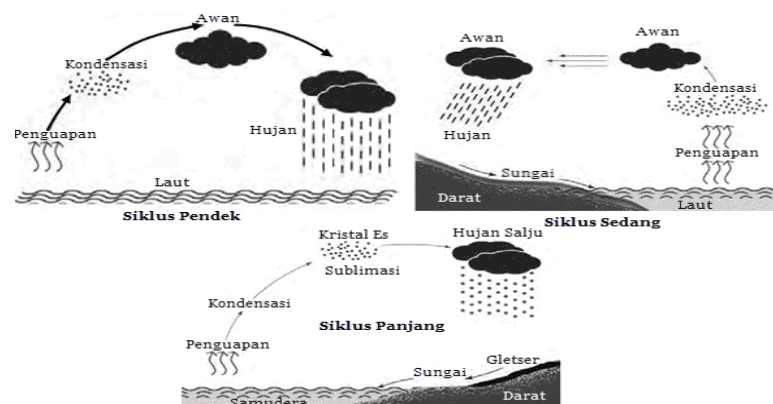
Hidrologi merupakan bidang yang mengkaji sifat-sifat, kuantitas dan kualitas air di bumi ditinjau dari ruang dan waktu. Prosedur hidrologi meliputi mobilitas, pengedaran, sirkulasi, penyimpanan, penyelidikan, hingga tingkat peningkatan dan pengelolaan (Singh, 1992).

Dalam *The American Heritage* (2002), siklus hidrologi merupakan metode berkesinambungan yang mana air bersirkulasi di seluruh bumi dan atmosfernya. Air menembus atmosfer dengan penguapan dari badan air dan permukaan. Hewan dan tumbuhan memberi humiditas ke udara melalui transpirasi.

Jenis-Jenis Siklus Hidrologi

Berdasarkan bentuk lintasan perpindahan dan perubahan bentuk yang terjadi selama siklus hidrologi dapat terbagi atas 3 macam, yaitu:

1. Siklus hidrologi pendek (*short cycle*), adalah insiden air laut menguap karena suhu tinggi. Air menguap ke langit membentuk awan lalu menetes ke permukaan laut sebagai hujan.
2. Siklus hidrologi sedang (*medium cycle*), adalah insiden air permukaan menguap dan beralih sebagai awan. Dampak tiupan angin, awan di laut berpindah ke daratan lalu menetes ke daratan yang berupa hujan. Air hujan yang jatuh di daratan mengalir melalui sungai dan kembali ke laut.
3. Siklus hidrologi panjang (*long cycle*), adalah insiden dimana air laut menguap sebagai uap gas akibat suhu tinggi, lalu uap air menyublim dan membentuk awan yang berisi kristal es dan meluruh berupa salju, selanjutnya membentuk gletser, gletser meleleh membentuk sungai-sungai yang kembali ke laut.



Gambar 4. Siklus Hidrologi

Sumber : Darwis, 2018

Tahapan Siklus Hidrologi

Dalam Darwis (2018) siklus hidrologi terjadi beberapa tahapan proses perpindahan tempat dan wujud dari air yang berjalan secara terus menerus (*sirkulasi*), diantaranya:

1. Evaporasi, merupakan proses penguapan dari pada cairan (*liquid*) dengan penambahan panas.
2. Transpirasi, merupakan proses yang mengubah air yang berwujud cair dari jaringan makhluk hidup tersebut menjadi uap air. Uap air ini juga akan terbawa ke atas, yakni ke atmosfer. Namun, biasanya penguapan yang terjadi karena transpirasi ini jumlahnya lebih sedikit atau lebih kecil dari pada penguapan yang terjadi karena evaporasi.
3. Evapotranspirasi, adalah penguapan air secara totalitas, baik yang ada di permukaan bumi (tanah dan air), maupun penguapan dari jaringan makhluk hidup.
4. Sublimasi, adalah reaksi perubahan es menjadi uap air tanpa melewati sifat cair. Reaksi sublimasi berlangsung di fase siklus hidrologi yang panjang.
5. Pengembunan (kondensasi), adalah reaksi peralihan zat gas menjadi zat cair kemudian menjadi padat (partikel es). Perubahan bentuk ini terjadi karena pengaruh titik suhu udara terendah pada ketinggian. Partikel es yang terbentuk akan bergerak mendekat satu sama lain dan bergabung membentuk awan. Semakin banyak butiran es yang saling menempel, semakin tebal dan gelap awan yang dihasilkan.
6. Adveksi, adalah reaksi gerakan horizontal awan dengan mula perpindahan di setiap titik karena angin atau perbedaan tekanan udara di atmosfer. Proses adveksi menyebabkan awan menyebar dan berpindah dari atmosfer samudra ke atmosfer terestrial. Fase advektif tidak selalu terjadi pada semua proses hidrologi, dan fase ini tidak terjadi pada siklus hidrologi pendek.
7. Presipitasi, adalah reaksi uap air di atmosfer yang menjadi hujan akibat proses kondensasi. Jika presipitasi terjadi di daerah yang suhu atmosfernya terlalu dingin atau di bawah 0°C, maka presipitasi akan mengakibatkan hujan salju.
8. Intersepsi, adalah reaksi menahan air hujan di permukaan tanaman atau vegetasi sebelum menguap kembali ke atmosfer.
9. Limpasan (*Run off*), adalah reaksi air mengalir dari bagian bumi yang lebih tinggi ke bagian yang lebih rendah. Pergerakan air dapat melewati saluran, danau, sungai, muara, dan mencapai laut.

10. Infiltrasi, adalah reaksi penyerapan air dari permukaan tanah dan masuk ke dalam lapisan tanah melalui pori-pori tanah.
11. Perkolasi, adalah reaksi air bergerak melalui lapisan tanah di bawah gaya gravitasi. Air memasuki tanah melalui retakan dan pori-pori di tanah dan batuan di mana mengalir ke permukaan air dan membentuk cadangan air tanah.
12. Aliran air tanah, adalah reaksi mengalirnya air dari tinggi ke rendah, proses ini terjadi pada lapisan tanah berpori di bawah permukaan yang dinamakan akuifer serta aliran air tanah di dalamnya dinamakan aliran akuifer.

2.7 Bahaya Pencemaran Air Terhadap Masyarakat

Tidak hanya merugikan masyarakat di sekitarnya, tercemarnya air tanah membawa dampak negatif bagi masyarakat lainnya seperti aliran air yang mengalir dari hulu ke hilir. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Widyanti dan Fatmawati (2022), peningkatan jumlah data sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dapat menyebabkan pencemaran tanah yang signifikan.

Pencemaran ini terutama disebabkan oleh sampah yang mengandung bakteri, baik bakteri patogen maupun non-patogen, yang dapat hidup di dalam tanah. Jumlah mikroba tanah yang tinggi, yaitu sekitar 320.000-200.000.000 setiap gram tanah, memungkinkan bakteri patogen muncul dalam limbah domestik seperti diapers, pembalut, kertas tisu, makanan, dan minuman. Pencemaran lingkungan secara biologis dapat terjadi karena adanya keberadaan bakteri patogen *Escherichia coli* yang merupakan vektor penyakit.

Pencemaran ini juga dapat terjadi melalui air lindi yang merembes ke dalam tanah dan mencemari air tanah. Dampak dari pencemaran ini adalah gangguan pada lingkungan sekitarnya, baik itu lingkungan abiotik, biotik, maupun sosial. Lingkungan tersebut tidak akan berfungsi dengan baik sesuai dengan fungsinya. Pencemaran tanah ini memiliki dampak yang signifikan terhadap kesehatan lingkungan dan masyarakat di sekitarnya.

Masyarakat yang tinggal di sekitar Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) akan rentan terkena penyakit akibat adanya zat-zat berbahaya yang terdapat dalam sampah tersebut (Puspitasari, 2009). Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya yang serius untuk mengelola sampah dengan baik guna mencegah pencemaran tanah dan menjaga kesehatan lingkungan serta masyarakat di sekitarnya.

Air lindi yang mengandung polutan organik dan anorganik dapat masuk ke dalam tanah melalui gerakan air tanah yang terjadi melalui evaporasi dan drainase. Proses ini memungkinkan air lindi diserap oleh akar-akar tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh Nur (2018) menunjukkan bahwa konduktivitas

pada media air lindi meningkat seiring dengan peningkatan porositas, namun mengalami penurunan yang signifikan saat kondisi jenuh mendekati kondisi infiltrasi.

Pergerakan air tanah ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti tekstur tanah, partikel tanah, dan lain-lain. Jumlah air lindi yang dihasilkan bergantung pada jumlah air yang masuk dari luar dan faktor-faktor operasional seperti iklim, kemiringan permukaan, dan jenis tanah penutup (*overburden*) (Darmayanti et al., 2011).

Hal-hal yang menyebabkan turunnya kualitas kesehatan lingkungan sebagai berikut:

1. Terjadinya disparitas status kesehatan. Meskipun secara nasional kualitas kesehatan masyarakat telah meningkat, akan tetapi disparitas status kesehatan antar tingkat sosial ekonomi, antar kawasan dan antar perkotaan-pedesaan masih cukup rendah.
2. Terjadinya beban penyakit. Pola penyakit yang diderita oleh masyarakat sebagian besar adalah penyakit diare dan penyakit kulit.
3. Perilaku masyarakat yang kurang mendukung pola hidup bersih dan sehat.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa kualitas air tanah di sekitar *landfill* lama Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Talang Gulo Kota Jambi mengalami pencemaran. Hasil pemeriksaan parameter air tanah menunjukkan bahwa beberapa parameter telah melampaui batas mutu lingkungan yang ditetapkan, sehingga dapat dikategorikan sebagai air tercemar. Pencemaran ini disebabkan oleh air lindi yang dihasilkan dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Talang Gulo Kota Jambi.

Dampak dari pencemaran ini adalah sumur-sumur yang digunakan oleh warga sehari-hari untuk kebutuhan konsumsi juga terkontaminasi. Air sumur tersebut mengandung bakteri *Escherichia coli* yang berasal dari air lindi. Oleh karena itu, air yang dikonsumsi oleh warga di daerah tersebut tidak layak untuk dikonsumsi karena berpotensi menyebabkan penyakit diare dan disentri.

2.8 Peneliti Terdahulu

Tabel 3. Peneliti Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Mila Sari, Syukra Alhamda, dan Nova Herawati (2014)	Analisis Kualitas Fisik Dan Bakteriologi (<i>Escherichia coli</i>) Air Sumur Gali Di Jorong Koto Kaciak Kanagrian Magek Kecamatan Magek	• Pada kualitas fisik air sumur gali masyarakat (80%) memenuhi syarat baku mutu; • Kualitas biologi air sumur masyarakat belum memenuhi syarat baku mutu.
2.	Bambang Kurniawan (2006)	Analisis Kualitas Air Sumur Sekitar Wilayah Tempat Pembuangan Akhir Sampah (Studi Kasus di TPA Galuga Cibungbulang Bogor)	• Secara umum kualitas air sumur wilayah sekitar TPA tidak memenuhi syarat baku mutu.