

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Air

Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan No 32 tahun 2017, pengertian air adalah air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, Solus Per Aqua, dan pemandian umum. Air untuk keperluan higiene sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum.

Air yang digunakan harus memenuhi syarat dari segi kualitas maupun kuantitas. Secara kualitas, air harus tersedia pada kondisi yang memenuhi syarat kesehatan. Kualitas air dapat ditinjau dari segi fisik, kimia, dan biologi. Air yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari harus memenuhi standar baku air untuk rumah tangga. Kualitas air yang baik ini tidak selamanya tersedia di alam. Adanya perkembangan industri dan pemukiman dapat mengancam kelestarian air bersih. Bahkan, di daerah – daerah tertentu, air yang tersedia tidak memenuhi syarat kesehatan secara alami sehingga diperlukan upaya perbaikan secara sederhana maupun modern (Kusnaedi, 2010).

Salah satu penyebab kesehatan jangka panjang dari air yaitu terdapatnya kadar besi (Fe), yang apabila dikonsumsi manusia dalam jumlah besar akan mengakibatkan timbunan di dalam hati dan ginjal. Masalah zat besi di dalam air minum lebih sering terjadi jika sumber air baku yang digunakan berasal dari air tanah (Asmadi dkk, 2011). Kadar Fe yang tinggi di dalam air juga akan menimbulkan noda-noda pada peralatan

dan bahan-bahan yang berwarna putih, serta Fe ini dapat pula menimbulkan bau dan warna pada air minum, dan warna koloid pada air (Sutrisno, 2010).

Air terbentuk melalui proses daur hidrologi. Daur hidrologi terdiri dari tiga fase, yaitu fase presipitasi (air angkasa), fase air larian (*runoff*), dan fase *evapotranspirasi*. Air turun dari angkasa sebagai hujan, hujan es, atau salju (fase presipitasi) ke permukaan bumi. Sampai di permukaan bumi berbentuk air larian (*runoff*), ada yang meresap ke dalam tanah, mengalir sebagai sungai, membentuk air permukaan seperti danau, rawa, dan sebagainya, dan akhirnya ke laut. Di berbagai tempat kemudian air menguap (*evaporasi*). Uap air di udara akan berkumpul membentuk awan dan menjadi titik-titik air hujan (presipitasi) yang akhirnya jatuh ke permukaan bumi dalam bentuk hujan atau salju, dan seterusnya. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah kemudian meresap (*infiltrasi*) ke dalamnya, dan apabila air tertahan oleh lapisan batuan kedap air maka terbentuklah deposit air tanah (*aquifer*). Deposit air tanah inilah yang banyak bermanfaat dalam kehidupan lebih-lebih pada musim kemarau, karena dikelola sebagai sumber air untuk berbagai macam keperluan, seperti sumur, atau keluar permukaan bumi membentuk mata air yang mengalir membentuk sumber ataupun hulu air (Sarudji, 2010)

B. Sumber Air Bersih

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang disebut

sumber air adalah wadah air yang terdapat diatas dan dibawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini akuifer, mata air, sungai, rawa, danau, situ, waduk, dan muara. Berikut sumber air dikelompokkan menjadi:

1. Air Laut

Air laut adalah air dari laut atau samudera. Air laut memiliki kadar garam NaCl 3%, sehingga air laut memiliki sifat asin. Dengan keadaan ini air laut jarang digunakan sebagai air baku untuk keperluan air minum karena tidak memenuhi syarat untuk air minum (Sutrisno, 2006).

2. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya. Beberapa pengotoran untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda, tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteri. Setelah mengalami suatu pengotoran, pada suatu saat air permukaan itu akan mengalami suatu proses pembersihan sendiri. Udara yang mengandung oksigen atau gas O_2 akan membantu mengalami proses pembusukan yang terjadi pada air permukaan yang telah mengalami pengotoran, karena selama dalam perjalanan O_2 akan meresap ke dalam air permukaan (Sutrisno, 2006).
Air permukaan ada dua macam yaitu:

a. Air sungai

Dalam penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi sekali. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air minum pada umumnya dapat mencukupi (Sutrisno, 2006).

b. Air rawa/danau

Kebanyakan air rawa ini berwarna hitam atau kuning kecoklat, hal ini disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, misalnya asam humus yang terlarut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat.

Dengan adanya pembusukan kadar zat organis tinggi, maka umumnya kadar Fe dan Mn akan tinggi pula dan dalam keadaan kelarutan O₂ kurang sekali (anaerob), maka unsur-unsur Fe dan Mn ini terlarut. Pada permukaan air akan tumbuh algae (lumut) karena adanya sinar matahari dan O₂ (Sutrisno, 2006).

3. Air Tanah

Air tanah adalah air yang tersimpan atau terperangkap di dalam lapisan batuan yang mengalami penambahan secara terus menerus oleh alam dan merupakan sumber air yang utama dalam pemenuhan kebutuhan air bagi manusia (Sarudji, 2010).

Air tanah berasal dari air hujan dan air permukaan, yang meresap mula-mula ke zona tak jenuh dan kemudian meresap makin dalam hingga mencapai zona jenuh air dan menjadi air tanah. Dengan proses perkolasi atau penyerapan dan filtrasi atau penyaringan.

Air tanah berinteraksi dengan air permukaan serta komponen-komponen lain seperti jenis batuan penutup, penggunaan lahan, serta manusia yang di permukaan. Air tanah terbagi menjadi tiga macam yaitu:

a. Air tanah dangkal

Air tanah dangkal adalah air tanah yang memiliki kedalaman ± 15 meter sebagai sumber air minum. Ditinjau dari segi kualitasnya air tanah dangkal memiliki kualitas yang baik. Namun mudah terkontaminasi dengan sumber pencemar akibat dari aktivitas manusia dikarenakan jarak dengan permukaan tidak terlalu dalam sehingga hasil penyaringan oleh lapisan tanah tidak sebaik air tanah dalam. Sedangkan segi kuantitas kurang cukup karena tergantung dengan musim (Sutrisno, 2006).

b. Air tanah dalam

Air tanah dalam memiliki kedalaman antara 100-300 meter dan terdapat lapisan rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamannya sehingga

dalam suatu kedalaman akan didapat satu lapis air. Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur ke luar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut dengan sumur artesis atau sumur bor. Jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air. Kualitas air tanah dalam pada umumnya lebih baik dibanding dengan air tanah dangkal (Sutrisno, 2006).

c. Mata air

Air tanah dapat mencapai permukaan tanah melalui celah bebatuan karena adanya perbedaan tekanan yang disebut mata air. Mata air bisa berasal dari deposit air tanah yang memiliki tekanan tertentu dan keluar melalui dasar permukaan tanah melalui celah bebatuan. Air dari mata air ini mempunyai beberapa karakteristik seperti air tanah yaitu bebas bakteri patogen bila cara pengambilannya baik, dapat langsung diminum tanpa pengolahan khusus, dan banyak mengandung mineral. Di dalam pengelolaan mata air sebagai sumber air bersih, perlindungan mata air dari pencemaran sangat penting, demikian pula cara pendistribusiannya (Sarudji, 2010).

C. Sumur Gali

Sumur gali adalah salah satu tempat yang digali tanah untuk mendapatkan sumber air, yang digunakan untuk keperluan hidup

manusia. Sumber gali juga merupakan salah satu sarana penyediaan air bersih yang banyak terdapat di daerah pedesaan karena mudah dalam pembuatannya dan dapat dilaksanakan oleh masyarakat itu sendiri dengan melakukan perawatan sederhana dan dengan biaya yang relatif murah, sumur gali yang dibuat oleh masyarakat dengan diameter 1 - 2 meter dengan kedalaman biasanya sekitar 5 meter. Sumur gali ini pada umumnya dibuat untuk mengambil air tanah bebas untuk kebutuhan sehari-hari sehingga sangat dipengaruhi oleh musim juga besar kemungkinannya untuk mendapatkan pencemaran serta menyebabkan kekeruhan air serta berwarna apabila konstruksinya tidak memenuhi standar yang ditentukan. Mengingat bahwa air sumur ini sangat banyak dimiliki oleh masyarakat maka usaha penyempurnaan perlu dilakukan agar memenuhi syarat kesehatan dan tidak menimbulkan gangguan terhadap kesehatan yang salah satunya yaitu dengan membuat konstruksinya dengan baik dan sempurna (Chandra, 2007).

D. Persyaratan Air Bersih

Persyaratan air bersih yang harus dipenuhi dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar aman saat dikonsumsi sebagai berikut :

1. Syarat Kuantitatif

Air bersih ditinjau dari segi kuantitasnya yaitu air bersih harus selalu tersedia secara terus menerus di sumbernya dan mudah didapatkan oleh masyarakat atau jumlah minimal air bersih yang harus tersedia di

sumbernya untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang digunakan sehari-hari secara layak. Sehingga masyarakat tidak mengalami kelangkaan atau krisis air bersih dalam memenuhi kebutuhan air bersih (Sutrisno, 2006).

2. Syarat Kualitatif

Kondisi air antara satu daerah dengan daerah lainnya tidaklah sama karena dipengaruhi oleh berbagai faktor. Secara kualitatif, air bersih harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

a. Syarat fisik

Air yang baik seharusnya jernih, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Parameter fisik ini selain penting efeknya terhadap kesehatan, juga sering berguna bagi masyarakat umum untuk membedakan kualitas air tanpa uji laboratorium sehingga orang mudah mengetahui kualitas air dan sifat fisiknya saja (Sutrisno, 2006).

b. Syarat kimia

Air bersih tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang telah ditentukan (Sutrisno, 2006). Air bersih yang baik biasanya memiliki derajat keasaman (pH) yang netral, kesadahan rendah, tidak mengandung bahan kimia beracun seperti sianida sulfide, fenolik, tidak mengandung bahan organik, dan tidak

mengandung garam atau ion-ion logam seperti Fe, Mg, Ca, K, Hg, Zn, Mn, dan Cr (Kusnaedi, 2010). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No 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 yaitu pada Fe dengan batas maksimum yang diperbolehkan yaitu 1 mg/L.

E. Tinjauan Umum Tanah

Tanah adalah tubuh alam yang bebas memiliki ciri morfologi tertentu sebagai hasil interaksi antara iklim, organisme, bahan induk, relief, dan waktu. Tanah adalah campuran dari beberapa komponen seperti mineral, senyawa organik, senyawa anorganik dan air (Sitomorang, 2017). Melalui ruang pori, tanah juga dapat menyerap air hujan, menahannya dalam pori tanah atau meneruskannya ke akuifer (air bawah tanah). Melalui kemampuannya dalam menahan air, tanah dapat mengkonservasi air dan memanfaatkan air tersedia untuk pertumbuhannya. Tanah yang dalam dapat menyimpan air lebih banyak dari pada tanah dangkal.

Definisi Bahan induk adalah bahan pemula tanah, yang tersusun dari bahan organik dan atau mineral. Bahan induk dapat berasal dari bahan tanah yang diendapkan dari tempat lain sebagai akibat proses transportasi oleh angin dan air. Menurut Jenny (1941) bahan induk adalah keadaan tanah pada waktu nol (time zero) dari proses pembentukan tanah. Melalui proses

pelapukan, batuan berubah menjadi bahan induk, dan dengan adanya proses pelapukan lebih lanjut serta proses-proses pembentukan tanah lain, bahan induk berubah menjadi tanah dalam waktu yang lama.

Dalam ilmu tanah, bahan induk merupakan bahan geologi yang mendasari (umumnya batuan dasar atau deposito atau drift dangkal) di mana tanah cakrawala bentuk. Tanah biasanya mewarisi banyak struktur dan mineral dari bahan induk mereka, dan dengan demikian, seringkali digolongkan berdasarkan isi bahan mineral konsolidasi atau tidak dikonsolidasi yang telah mengalami tingkat pelapukan fisik atau kimia dan mode dimana bahan yang paling baru diangkut

Tidak seperti mineral, tanaman, dan hewan, tanah tidak memiliki batas yang jelas dan tidak dapat didefinisikan dengan tegas. Tanah kemungkinan dideskripsikan sebagai fenomena batas permukaan bumi dan termasuk dalam pedosfer, litosfer, hidrosfer, dan biosfer tumpang tindih dan berinteraksi satu dengan yang lain (Rachman, 2005).

Tanah merupakan hasil transformasi zat-zat mineral dan organik di permukaan daratan bumi. Tanah terbentuk dibawah pengaruh faktor-faktor lingkungan yang bekerja dalam masa yang sangat panjang. Tanah memiliki organisasi dan morfologi. Tanah merupakan media bagi tumbuhan tingkat tinggi dan pangkalan hidup bagi hewan dan manusia. Tanah merupakan system ruang-waktu, bermatra empat (Rachman, 2005).

Tanah merupakan tempat atau lapisan yang berfungsi untuk menyediakan kebutuhan air dan udara, dan menyuplai kebutuhan mineral

yang diperlukan oleh tumbuhan dalam proses tumbuh dan berkembang. Tersedianya mineral atau unsur-unsur esensial di dalam tanah meliputi (senyawa organik dan anorganik sederhana dan unsur-unsur esensial seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B, Cl dan lain-lain). Berbagai unsur kimiawi baik yang terkandung didalam tanah dan sebagai unsur esensial hara tanaman dan paling mendominasi pada lithosfer, yaitu O 44,6%, Si 27,7 %, Al 8,13%, Ca 3,59%, Mg 2,09 %, Fe 5% (Kemas, 2004).

Tanah tidak selalu berasal dari batuan kukuh, tetapi dapat berasal dari bahan-bahan lunak seperti bahan alluvial, bahan marin, bahan volkan dan lain-lain. Tanah menutupi permukaan bumi sebagai suatu rangkaian (kontinum), kecuali di atas batuan gundul, di daerah yang membeku abadi, di perairan dalam, atau di gletser yang gersang. Dalam hal ini, tanah memiliki ketebalan yang ditentukan oleh kedalaman perakaran tumbuhan. Tanah dapat memiliki tebal beberapa sentimeter, atau bahkan hingga beberapa puluh meter dalamnya (Mochtar, 2017).

Oleh karena tanah dapat mencakup kedalaman beberapa meter dibawah permukaan tanah atau tanah dapat berada di bawah permukaan air, maka perlu ditetapkan batas tanah yang akan diklasifikasikan agar setiap orang mampu memiliki persepsi yang sama. Batas tanah dalam hal ini mengacu pada *soil survey staff* yaitu batas atas tanah, batas lateral tanah, dan batas bawah tanah (Mochtar, 2017).

Komponen tanah (mineral, organik, air, dan udara) tersusun antara yang satu dengan yang lain membentuk tubuh tanah. Tubuh tanah dibedakan

atas horizon-horizon yang kurang lebih sejajar dengan permukaan tanah sebagai hasil proses pedogenesis. Berbagai macam jenis tanah yang berbentuk merupakan refleksi kondisi lingkungan yang berbeda (Rachman, 2005).

F. Jenis Bahan Induk Tanah

Dalam proses pembentukan tanah terdapat bahan induk yang menyusun pembentukan tanah. Jenis-jenis bahan induk tersebut adalah sebagai berikut:

1. Batuan

Batuan dapat didefinisikan sebagai bahan padat yang terjadi didalam membentuk kerak bumi, batuan pada umumnya tersusun atas dua mineral atau lebih. Berdasarkan cara terbentuknya batuan dapat dibedakan menjadi 3 jenis batuan, yaitu beku, batuan endapan dan batuan malihan.

a. Batuan Beku : Batuan beku atau batuan vulkanik terbentuk oleh magma yang berasal dari letusan gunung berapi, batuan beku atau batuan vulkanik terdiri dari mineral yang tinggi dan banyak mengandung unsur hara tanaman. Di Indonesia batuan vulkanik memegang peranan yang lebih penting, hal ini disebabkan karena gunung berapi tersebar mana-mana, dan karena letusan gunung berapi yang menghasilkan batuan vulkanik yang menyebabkan

kesuburan tanah. Selain atas dasar terjadinya batuan vulkanik juga dapat dibagi atas dasar kandungan kadar Si O₂ nya menjadi tiga golongan, yaitu, batuan asam yang berkadar Si O₂ lebih dari 65%, batuan intermedier yang kadar Si O₂ antar 52% s/d 65% dan batuan basis yang berkadar Si O₂ kurang dari 52%.

- b. Batuan Sedimen : Batuan endapan terjadi karena proses pengendapan bahan yang diangkut oleh air atau udara dalam waktu yang lama. Ciri untuk membedakan batuan endapan dan batuan lainnya yaitu, batuan endapan biasanya berlapis, mengandung jasad (fosil) atau bekas-bekasnya dan adanya keseragaman yang nyata dari bagian-bagian berbentuk bulat yang menyusun. Adanya lapisan dalam batuan ini disebabkan karena timbunan lapisan pengendapan yang masing-masing berbeda bahan, tekstur, warna dan tebalnya. Perbedaan ini terutama di sebabkan oleh karena perbedaan waktu pengendapan dan bahan yang diendapkannya. jika bahan yang diendapkannya seragam maka ciri akan terlihat kurang jelas. Batuan endapan dari bahan-bahan yang diendapkan dari hasil pecahan batuan yang telah ada sebelumnya. Proses pelapukan batuan endapan dapat terjadi melalui gerakan bumi, seperti gempa bumi, patahan, timbunan, bahkan lipatan, dan tekanan

akibat temperatur, juga bisa diakibatkan oleh tenaga makhluk hidup seperti akar dan hewan, maupun gaya kimia yang di sebabkan oleh gaya kimia seperti CO₂, O₂ asam organik dan sebagainya.

- c. Batuan Malihan : Batuan malihan terbentuk dari batuan beku atau batuan endapan atau juga dapat terbentuk dari batuan malihan lainnya yang mengalami proses perubahan susunan dan bentuknya yang diakibatkan oleh pengaruh panas, tekanan atau gaya kimia. Batuan malihan adalah batuan yang memiliki sifat-sifat akibat telah malihnya batuan semula baik batuan beku maupun endapan. Yang dinamakan proses malihan adalah jumlah proses yang bekerja dalam zone pelapukan dan menyebabkan pengkristalan kembali bahan induk. Adapun syarat terjadinya proses malihan yaitu di sebabkan oleh temperatur tinggi, tekanan kuat, dan waktu lama.

2. Bahan organik

Bahan organik merupakan bahan induk yang berasal dari proses akumulasi penimbunan hutan rawa / vegetasi rawa dan hewan. Bahan ini merupakan sisa yang dinamis mengalami pelapukan oleh jasad-jasad renik tanah. Karena itu bahan ini merupakan bahan transisi tanah dan harus terus diperbaharui

dengan penambahan atau sisa tumbuhan atau bahan organik lainnya.

Bahan organik berperan terhadap kesuburan tanah dan berpengaruh juga ketahanan agregat tanah. Juga bahan organik mempunyai pengaruh terhadap warna tanah yang menjadikan warna tanah coklat kehitaman serta terhadap ketersediaan hara dalam tanah.

G. Jenis Tanah

Pada dasarnya jenis tanah dibedakan menjadi dua yaitu tanah organik dan tanah anorganik. Tanah dikatakan organik karena bahan induknya berasal dari sisa-sisa bahan organik tanah ini sering disebut sebagai tanah gambut. Sisa-sisa bahan organik tersebut dapat berupa batang, dahan kayu, daun dan sisa-sisa hewan yang mati. Yang kedua, tanah dikatakan anorganik yang bahan induknya berasal dari bahan anorganik, tanah ini sering disebut tanah mineral dan berasal dari batuan pelapukan.

Tanah anorganik dapat dibedakan menjadi dua yaitu tanah anorganik yang belum berkembang dan yang sudah berkembang. Tanah anorganik yang belum berkembang termasuk golongan tanah muda artinya belum mengalami banyak perkembangan, sebagai contoh dari jenis tanah ini adalah latosol, alluvial, dan regosol. Sedangkan golongan tanah yang termasuk dalam tanah anorganik yang sudah berkembang yaitu golongan tanah yang sudah membentuk lapisan-lapisan (horizon). Yang termasuk

jenis tanah ini antara lain latosol, mediteran, laterit, pedzolik, andosol, dan grumusol.

Perbedaan jenis tanah disebabkan oleh perbedaan batuan induk, curah hujan, intensitas penyinaran matahari, relief, dan tumbuhan penutup tanah (Munawir, 2006). Salah satu jenis tanah yang ada dan tersebar luas di Indonesia yaitu tanah dengan jenis vulkanik, hal ini dikarenakan banyaknya jumlah gunung api di Indonesia membuat Indonesia kaya akan tanah yang jenis tersebut. Secara umum abu atau material dari letusan gunung berapi mengandung oksida beberapa unsur logam seperti Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, dan K serta Belerang, dan mungkin beberapa logam berat berbahaya seperti timbal, cadmium, dan arsen (Cas and Wright, 1998; Smith, *et al*, 1983; Christenson, 2000; dalam Endang, 2012). Abu material gunung berapi yang mengandung belerang dapat memberikan sifat asam pada tanah maupun air yang ada di sekitar. Sifat masa mini bersifat korosif yang dapat merusak benda-benda berbahan logam, mengganggu kesehatan, dan menurunkan kesuburan tanah (Endang, 2012).

Tanah vulkanik yaitu tanah yang terbentuk akibat letusan gunung berapi sehingga tanah tersebut sangat subur dan memiliki zat hara yang banyak, Tanah vulkanik terdiri atas dua jenis yang berbeda yaitu tanah vulkanik regosol dan tanah vulkanik latosol. Tanah vulkanik regosol adalah tanah yang berasal dari material gunung berapi, dengan jenis tanah yang masih muda, tekstur pasir, struktur berbukit tunggal, konsistensi lepas-lepas, pH umumnya netral, kesuburan sedang dan persebarannya di daerah

lereng vulkanik muda dan di daerah beting pantai dan gumuk-gumuk pasir pantai. Oleh karena itu, jenis tanah tersebut dapat dimanfaatkan untuk menanam buah – buahan, palawija dan tembakau. Sedangkan tanah latosol memiliki ciri morfologi yaitu tekstur lempung, struktur remah hingga gumpal, konsistensi gembur hingga agak teguh, warna coklat merah hingga kuning. Penyebarannya di daerah beriklim basah, curah hujan lebih dari 300-1000 meter, batuan induk dari tuff, material vulkanik, dan breksi batuan beku intrusi (Sugiharyanto, 2009).

Jenis tanah yang terdapat di Kabupaten Bantul yaitu grumusol, kambisol, latosol, mediteran, dan regosol. Grumusol termasuk jenis tanah berwarna kehitaman dengan bahan asal pelapukan batu gamping atau napal (campuran gamping dan lempung), tanah liat, dan vulkanik. Sifatnya tekstur lempung dalam bentuk yang mencirikan, tanpa horizon alluvial, struktur lapisan atas granuler, sering berbentuk seperti bunga kubis, lapisan bawah gumpal atau pejal, mengandung kapur, bahan induk berkapur dan berlempung, dan warna kelam. Jenis tanah kambisol adalah tanah yang berkembang di atas batu gamping dan berasal dari batuan induk breksi. Jenis tanah ini ditemukan di dataran tinggi batu gamping dan daerah sekitar erosi. Tanah ini memiliki horizon A berwarna merah gelap hingga coklat gelap kemerahan dengan tekstur lempung sampai geluh, tekstur remah sampai gumpal, warna tanah merah tergantung dari susunan mineralogi, bahan induk, drainase, umur tanah dan keadaan iklim. Jenis tanah latosol dianggap sebagai tanah yang paling muda, jenis tanah ini tersebar hampir diseluruh

Indonesia terutama di daerah pegunungan karst (kapur). Warna dari tanah latosol adalah merah, coklat sampai kekuning-kuningan. pH 4,5-6,5 yaitu dari asam sampai agak asam, tekstur tanah ini umumnya adalah liat, sedangkan teksturnya remah dengan konsistensi adalah gembur. Pada umumnya tanah latosol ini kadar unsur hara dan organiknya cukup rendah, sedangkan produktivitas tanahnya dari sedang sampai tinggi. Tanah mediteran kebanyakan berwarna kemerahan, bahan induk dari tanah ini berasal dari batu kapur. Biasanya terdapat pada daerah dengan topografi berbukit sampai pegunungan. Tanah regosol banyak mengandung pasir, dan belum mengalami perkembangan yang baik. Pada umumnya jenis tanah ini belum membentuk gumpalan sehingga sangat cepat meloloskan air. Jenis tanah ini sering dijumpai di daerah gunung berapi. Tanah regosol terbentuk akibat pelapukan batuan yang mengandung abu vulkanik, pasir pantai, dan napal. Tanah ini memiliki sifat rentan terhadap erosi dan memiliki produktivitas rendah sampai tinggi (Kurniawan, 2013).

Penggolongan komponen tanah terpenting yaitu dibagi menjadi tiga komponen yaitu bahan padat yang tersusun dari partikel anorganik yang merupakan turunan dari batuan dan mineral. Partikel ini memiliki ukuran dan komposisi yang berbeda dan hal ini refleksi dari tipe batuan induk asal dari tanah tersebut. Selain partikel anorganik juga terdapat partikel organik yang berasal dari akar tumbuhan dan hewan. Yang kedua yaitu komponen air dan udara, komponen padatan penyusun tanah memiliki lubang atau berpori sehingga ada berbagai macam tekstur tanah. Rongga antarpartikel

itu dapat diisi oleh air atau udara, atau air dan udara. Air yang ada di dalam tanah ini mengandung bahan kimia terlarut yang dapat berupa mineral ataupun nutrisi yang sangat diperlukan pada proses biokimia di tanah (Sucipto, 2016).

Karakter atau sifat fisik tanah tergantung pada jumlah, ukuran, bentuk, susunan, dan komposisi mineral dari partikel tanah, jumlah dan macam bahan organik, bentuk pori-porinya, volume serta perbandingan air dan udara yang menempati pori-pori pada waktu tertentu. Beberapa karakter fisik berikut ini yang dijelaskan satu per satu, yaitu tekstur, struktur, densitas atau kepadatan, konsistensi, warna, porositas, dan suhu (Sucipto, 2016).

H. Fe (Besi) Dalam Air Tanah

Banyak sumber daya air yang dapat dimanfaatkan di permukaan bumi ini, baik air permukaan berupa sungai, waduk danau, telaga, dan rawa atau reservoir lainnya maupun air bawah permukaan berupa air tanah dan mata air. Di antara berbagai sumber daya air tersebut yang paling banyak dimanfaatkan sebagai sumber air bersih adalah airtanah (*groundwater*). Airtanah adalah air yang menempati pori-pori batuan di bawah permukaan tanah pada zona jenuh air (*saturated zone*) (Walton, 1970; Todd, 1980; Fetter, 1994; dalam Langgeng, 2014).

Airtanah terdapat dalam beberapa tipe geologi, dan salah satu yang terpenting adalah akuifer, yaitu formasi batuan yang dapat menyimpan dan melalukan air dalam jumlah yang cukup (Todd, 1980 dan Fetter, 1994).

Dinamika proses pembentukan akuifer dan karakteristik airtanah dipengaruhi oleh banyak factor, yaitu (i) genesis yang menunjukkan asal usul kronologis proses geomorfologi masa lampau yang mempengaruhi bentang lahan, (ii) lingkungan pengendapan tempat batuan dasar diendapkan, (iii) komposisi mineral batuan penyusun akuifer, (iv) proses dan pola pergerakan airtanah didalam akuifer, dan (v) lamanya airtanah tinggal dalam akuifer atau terjebak pada suatu lapisan batuan (stratigrafi) penyusun akuifer (Langgeng, 2014).

Karakteristik airtanah merupakan komposisi mineral penyusun akuifer, pelarutan mineral-mineral batuan penyusun akuifer, sehingga akan meningkatkan komposisi kimia airtanah. Semakin lama airtanah kontak dengan batuan dan semakin jauh airtanah mengalami pergerakan hidrolis maka semakin banyak mineral batuan yang terlarut di dalamnya (Hem, 1970; Tod, 1980; dan Stuyfzand, 1991; dalam Langgeng, 2014). Sedangkan mineral tanah berasal dari pelapukan bahan induk tanah berupa batuan yang terkonsolidasi maupun yang tidak terkonsolidasi (Rachman, 2005).

Secara umum, perbedaan warna tanah sangat dipengaruhi oleh empat bahan penting yang terkandung dalam partikel tanah, salah satunya yaitu persenyawaan besi (Fe) dalam tanah yang mengakibatkan warna tanah bervariasi, antara lain merah, merah kecokelatan, merah kekuning-kuningan, kuning, bahkan sampai kelabu (Bambang, 2007). Besi dan mangan merupakan komponen utama yang terdapat dalam lapisan kulit

bumi dan sangat mudah terlarut. Secara alamiah bentuk yang sangat umum ditemukan dalam air tanah adalah senyawa besi dan mangan (Abdul, 2016).

Warna tanah dipengaruhi oleh komposisinya, kondisi pengairannya dan usianya. Tanah merah biasanya disebabkan oleh residu pelapukan batuan yang banyak mengandung besi atau magnesium seperti granit, gneiss dan lain-lain. Warna merah disebabkan adanya kandungan besi oksida yang menyebar, bukan kandungan besi yang tinggi. Tanah merah selanjutnya digunakan untuk jenis tanah yang mengandung oksida besi, walaupun warnanya tidak terlalu merah sebab sudah terjadi manipulasi atau pengolahan oleh manusia atau organisme lain, termasuk adanya humus. Selain ada tanah berwarna merah, juga ada tanah yang berwarna kuning. Warna kuning ini disebabkan oleh kandungan besi hidroksida. Tanah yang tidak mengandung kedua komponen kimia ini biasanya menyebabkan tanah berwarna abu-abu (Sucipto, 2016).

Warna tanah dapat digunakan untuk menaksir banyaknya kandungan mineral, seperti warna tanah merah mengindikasikan banyaknya mineral besi (hematif), warna tanah kuning coklat mengindikasikan banyaknya besi (limonit), warna tanah pucat atau kekuning-kuningan mengindikasikan banyak nya kuarsa (Sucipto, 2016).

Besi merupakan logam berat yang dibutuhkan dimana zat ini dibutuhkan dalam proses untuk menghasilkan oksidasi enzim cytochrome dan pigmen pernafasan (hemoglobin). Logam ini akan menjadi racun apabila keadaanya terdapat konsentrasi di atas normal. Berdasarkan sudut

pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi menjadi dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun, contoh logam berat ini adalah Fe (Ika, 2012).

Kandungan besi (Fe) pada air yang diperbolehkan agar memenuhi persyaratan kualitas air bersih sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 adalah 1 mg/L. pada kadar yang lebih tinggi (1-2 mg/l) Fe dapat menyebabkan air berwarna kuning dan terasa pahit.

Perairan yang mengandung besi (Fe) juga sangat tidak diinginkan untuk keperluan rumah tangga karena menyebabkan bekas karat pada pakaian, pada porselen, dan alat-alat lainnya (Achmad, 2004). Dalam air kandungan Fe menimbulkan pengendapan pada dinding pipa, kekeruhan pada air bersih, noda pada baju, serta air berasa dan berbau besi (Tities, 2014).

Selain dari jenis tanah yang mengindikasikan kandungan mineral yang dikandungnya, beberapa tanah yang memang mengandung kadar Fe (besi) cukup tinggi yaitu tanah sawah dengan mineral primer yang sering dikenal yaitu Fayalit, Augit, Hiperstin, Homblende. Meskipun memiliki jenis tanah yang sama dengan batuan penyusun yang sama, kadar Fe disuatu wilayah dapat berbeda hal ini dikarenakan kualitas air bersih dipengaruhi oleh faktor-faktor adanya pengaruh dari material (tanah dan batuan) yang mengandung atau yang dilewati airtanah, jenis aliran, dan proses perubahan

akibat pencemaran yang berasal dari aktivitas masyarakat setempat (Asmi, 2016). Adanya pencemaran dari limbah pertanian adalah umumnya hasil dari kegiatan menggunakan pupuk dan juga insektisida.

Keberadaan permukiman juga memiliki pengaruh terhadap kualitas airtanah, hal ini dikarenakan aktivitas manusia sehari-hari, komponen pencemar air tersebut meliputi limbah industry, limbah rumah tangga (permukiman), dan limbah pertanian. Hasil limbah juga akan mengalir dan masuk kedalam lapisan tanah dan menempati lapisan kedap air, hal ini mengakibatkan kualitas air secara alami berubah baik jika dilihat dari parameter mikrobiologis, kimia, fisika, dan radiasi untuk air bersih.

Sumur-sumur penduduk yang letaknya cukup dekat dengan sungai memungkinkan terpengaruhi kondisinya akibat interaksi air sungai dan air sumur. Sehingga apabila air sungai tercemar maka air sumur pun ikut tercemar. Banyaknya sampah yang dibuang begitu saja ke sungai dapat menjadi salah satu sumber pencemar, bahan pencemar berbahaya yang dapat terkandung dalam sampah salah satunya adalah logam berat toksik. Logam berat yang tergolong toksik adalah Fe, Mn, Cd, Cu, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, dan Zn (Duruibe dkk., 2007 dalam Ghifari, 2011). Logam berat toksik yang terkandung dalam cairan sampah nantinya meresap melalui lapisan permeable kedalam akuifer, sehingga dapat mencemari airtanah (Pratama, 2014).

I. System Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis adalah system berbasis computer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi, serta menganalisis berbagai informasi geografis (Wahana, 2015). Kompleksitas dalam memahami fenomena penyakit dalam ruang, merupakan perencanaan wilayah dan tugas yang sangat rumit. Saat ini GIS dapat membantu mendefinisikan zona-zona dalam bentuk satuan pemetaan, memodelkan pola dan arah gerakan atau penyebaran suatu penyakit (Fridolina, 2010). Sistem informasi georgrafis pada dasarnya memiliki pengertian, yaitu sistem informasi berbasis komputer dengan memakai data digital yang berhubungan pada letak geografis di muka bumi dan terdiri dari 3 unsur pokok yaitu sistem, informasi dan geografi. Istilah informasi geografi mengandung pengertian informasi mengenai tempat-tempat yang terletak di permukaan bumi, pengetahuan mengenai posisi suatu objek dan informasi mengenai keterangan-keterangan (atribut) yang terdapat di permukaan bumi yang posisinya diketahui. Sistem informasi geografis yang terdiri dari sistem komputer, data geospasial, dan user. Sistem informasi geografis mempresentasikan real world (dunia nyata) di atas monitor komputer seperti lembaran peta yang dapat mempresentasikan dunia nyata diatas kertas, akan tetapi mempunyai kekuatan lebih dan fleksibilitas dari pada lembaran kertas (Eddy, 2001).

GIS memiliki kapabilitas dalam mengaitkan beragam data pada suatu titik yang spesifik di bumi, mengintegrasikan, mengkaji sampai dengan menggambarkan outputnya. Data yang dapat diolah oleh GIS adalah

jenis data spasial. Data yang dimaksud yakni data yang mengarah kepada kondisi geografis dan berupa lokasi yang memiliki titik koordinat yang spesifik yang dijadikan acuan (Santy, 2019).

GIS memiliki kemampuan yang sangat baik dalam memvisualisasikan data spasial berikut atribut-atributnya, memodifikasi bentuk, warna, ukuran, dan symbol. GIS dapat digunakan oleh berbagai bidang ilmu, pekerjaan, dan peristiwa. Banyak sekali masalah yang dapat ditangani oleh sistem informasi geografis, di antaranya adalah pada bidang kesehatan.

J. Analisis Overlay dan Cluster

Model data adalah kumpulan perangkat konseptual yang berfungsi untuk menggambarkan data, relasi data, semantik data dan Batasan mengenai data yang bersangkutan (Imat, 2010). Model data spasial dalam Sistem Informasi Geografis secara konseptual terdapat 2 model data spasial yaitu data raster dan model data vector. Model data raster dapat menampilkan, menempatkan dan menyimpan data spasial dengan struktur matriks atau susunan pixel yang membentuk kotak (grid). Model data vector dapat menampilkan, menempatkan dan menyimpan data spasial dengan struktur titik-titik, garis-garis, atau kurva dan polygon (Putu, 2014).

Teknik analisis overlay (tumpang susun) adalah suatu system informasi dalam bentuk grafis yang dibentuk dari penggabungan berbagai peta individu (memiliki informasi/database yang spesifik). Overlay peta

dilakukan minimal dengan 2 jenis peta yang berbeda secara teknis dikatakan harus ada polygone yang terbentuk dari 2 jenis peta yang dioverlaykan (Zazilatur, 2018).

Analisis skoring untuk menentukan kelas dengan metode *cluster* agar pada titik yang berdekatan dapat diambil satu titik yang mampu menggambarkan titik-titik yang saling berdekatan tadi dengan cara dirata-rata. Pada titik yang berdekatan dan saling bertumpuk maka perlu dilakukan pengelompokan atau *cluster* agar menjadi data yang satu tetapi terlihat menyebar pada peta. Dan nilai rata-rata tadi dimasukkan kedalam kelas kategori yang telah ditentukan dan besarnya skoring pada kelas kategori atau bobot pada kelas kategori tidak memiliki nilai mutlak.

Clustering adalah metode penganalisisan data yang sering dimasukkan sebagai salah satu metode *Data Meaning*, yang tujuannya adalah untuk mengelompokkan data dengan karakteristik yang sama ke suatu 'wilayah' yang sama dan data dengan karakteristik yang berbeda ke 'wilayah' yang lain, atau dengan kata lain untuk mendapatkan kelompok objek yang memiliki nilai/karakteristik sama (Pedrycz, 1995).

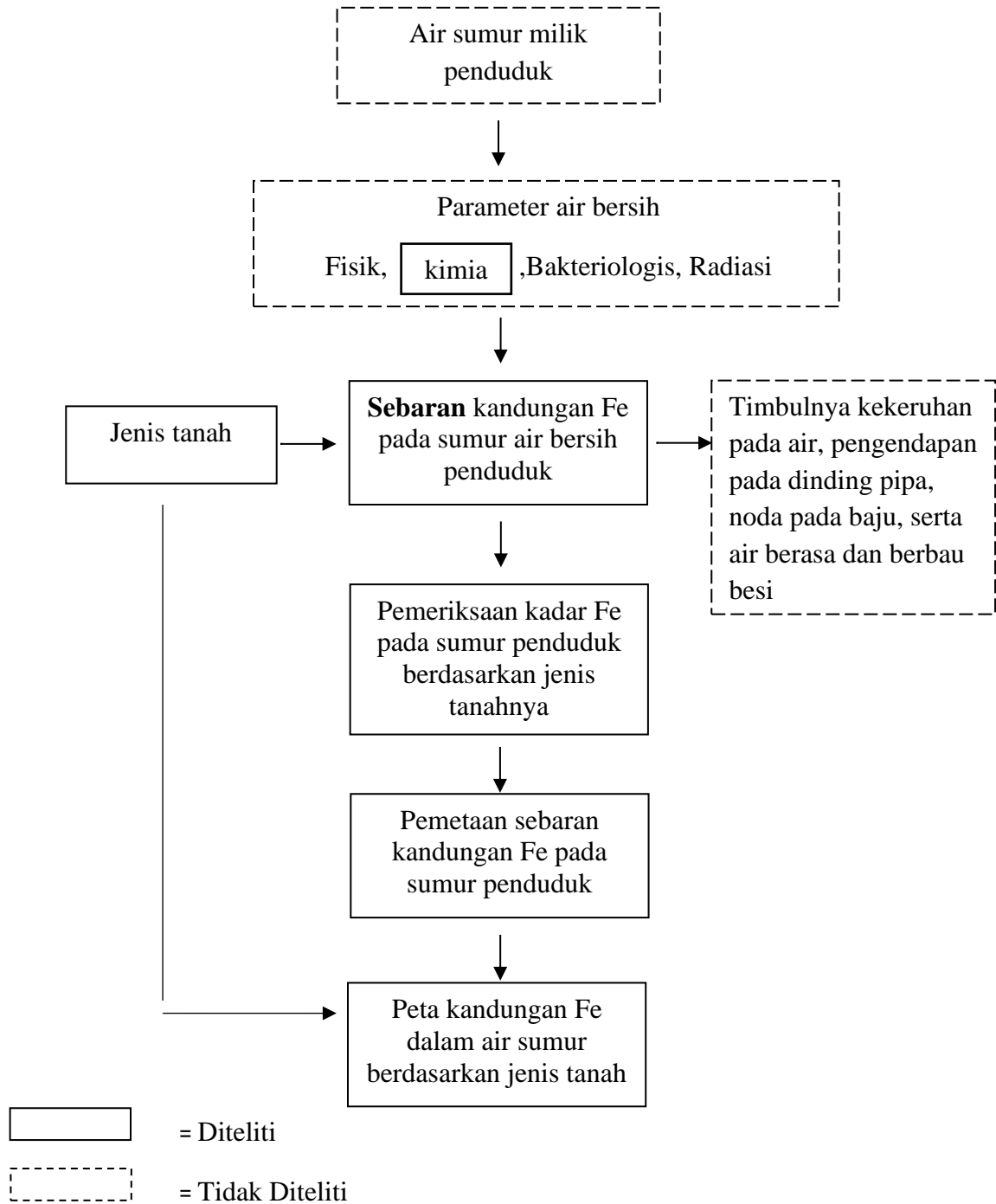
K. Manfaat GIS Bagi Bidang Kesehatan

GIS bisa dimanfaatkan sebagai penentu penyebaran penderita penyakit, termasuk pola dan model penyebarannya. Selain itu, GIS dapat dimanfaatkan dalam menentukan penyebaran unit-unit rumah sakit atau puskesmas, sarana kesehatan, termasuk jumlah tenaga medis.

WHO menyatakan bahwa di bidang kesehatan, pemanfaatan GIS antara lain sebagai penentu penyebaran geografis penyakit, penganalisis *trend* spasial dan temporal, termasuk memetakan populasi beresiko, stratifikasi factor resiko, menilai distribusi sumber daya, merencanakan dan menentukan intervensi, termasuk sebagai pemonitor penyakit (Santy,2019).

System Informasi Geografis Pemetaan Penyebaran Penyakit Berbasis Web dapat diakses cepat, mudah dan memerlukan jaringan internet serta memberikan informasi mengenai pemetaan penyebaran penyakit mencakup wilayah Indonesia. Peta pada system mampu menampilkan informasi yang meliputi wilayah kasus penyebaran penyakit, angka kasus penyebaran penyakit, dan titik kasus penyebaran penyakit. System ini menggunakan fitur *marker* untuk menandai instansi kesehatan yang terdaftar pada system, fitur *polygon* untuk menandai wilayah (provinsi, kabupaten, dan kecamatan) dan fitur *circle* untuk menandai lokasi dari korban yang terjangkit penyakit. System mampu memberikan *report* yang berupa grafik angka kasus penyebaran penyakit dan data ditampilkan menggunakan system periode (Putu, 2014).

L. Kerangka Konsep Penelitian



M. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana sebaran kadar Fe pada sumur warga berdasarkan jenis tanah di wilayah tersebut
2. Bagaimana bentuk peta sebaran Fe yang ada di sumur warga berdasarkan jenis tanah di wilayah tersebut.