

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Sumur Gali

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 air adalah semua air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil. Dan sumber air adalah wadah air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini akuifer, mata air, sungai, rawa, danau, situ, waduk dan muara.

Sumber air di alam terdiri atas air laut, air atmosfer (air meteorologik), air permukaan dan air tanah (Sutrisno, 2010).

a. Pengertian Sumur Gali

Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relative dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkena kontaminasi melalui rembesan (Purnama S G, 2017).

Menurut SNI 03-2916-1992 sumur gali untuk sumber air bersih adalah sarana untuk menyadap dan menampung air tanah dan akuifer yang dipergunakan sebagai sumber air sebanyak minimal 400 liter setiap hari perkeluarga, dibuat dengan cara menggali.

Keadaan konstruksi dan cara pengambilan air sumur pun bisa menjadi salah satu sumber kontaminasi, misalnya sumur yang konstruksinya terbuka serta pengambilan air menggunakan timba. Selain pengambilan dengan timba, cara lain untuk pengambilan air pada sumur dilakukan dengan menambahkan pompa mesin pada sumur. Hal tersebut dilakukan untuk mempermudah masyarakat dalam penggunaan serta pengambilan air pada sumur (Purnama S G, 2017).

b. Syarat Konstruksi Sumur Gali

Menurut Purnama, S G (2017) persyaratan konstruksi pada sumur gali meliputi dinding sumur, bibir sumur, lantai sumur dan jarak dengan sumber pencemar, yang penjelasannya sebagai berikut:

- 1) Dinding sumur berfungsi mencegah merembesnya pencemar yang berasal dari permukaan tanah maupun dari samping, serta sebagai penahan tanah agar tidak terkikis maupun longsor.
- 2) Bibir sumur berfungsi sebagai pelindung keselamatan bagi pemakai dan mencegah masuknya limbah air/pencemaran ke dalam sumur.
- 3) Lantai sumur berfungsi mencegah merembesnya air buangan ke dalam sumur serta sebagai tempat untuk melakukan aktifitas di sekitar sumur.
- 4) Saluran pembuang air limbah berfungsi menyalurkan air limbah ke tempat pembuangan yang jauh dari sumur.
- 5) Jarak dengan sumber pencemar dimaksudkan dengan jarak antara sumur dengan septic tank.

c. Kriteria Sumur Gali

Kriteria sumur yang memenuhi syarat kesehatan antara lain (Purnama S G, 2017):

- 1) Dinding sumur minimal sedalam 3 meter dari permukaan lantai/tanah, dibuat dari tembok yang bahannya kedap air dan kuat (tidak mudah retak/longsor) untuk mencegah perembesan air yang telah tercemar ke dalam sumur.
- 2) Pada kedalaman 1,5 meter dinding berikutnya dibuat dengan pasangan batu bata tanpa semen sebagai bidang perembesan, penguat dinding serta mencegah runtuhnya tanah.
- 3) Dinding tembok (bibir sumur) dengan tinggi ± 1 meter dari lantai, terbuat dari bahan yang kuat dan kedap air untuk mencegah air di sekitarnya tidak masuk ke dalam sumur serta sebagai keselamatan bagi pemakai.
- 4) Bibir sumur berada diatas tanah dengan tembok yang kedap air setinggi minimal 70 cm atau lebih tinggi dari permukaan air banjir,

untuk mencegah pengotoran dari air permukaan serta untuk aspek keselamatan.

- 5) Lantai sumur disemen/harus kedap air, mempunyai lebar di sekeliling sumur $\pm 1,5$ m dari tepi bibir sumur agar air permukaan tidak masuk, lantai sumur tidak retak/bocor, mudah dibersihkan dan tidak tergenang air, memiliki kemiringan 1-5% ke arah saluran pembuangan air limbah agar air limbah dengan mudah mengalir ke saluran air limbah.
- 6) Tanah sekitar tembok sumur atas disemen dan tanahnya dibuat miring dengan tepinya dibuat saluran, lebar semen di sekeliling sumur kira-kira 1,5 meter agar air permukaan tidak masuk.
- 7) Sebaiknya sumur diberi penutup agar air hujan dan kotoran lainnya tidak dapat masuk ke dalam sumur, serta ember yang digunakan tidak diletakkan di bawah/lantai tetapi digantung.
- 8) Saluran pembuangan air limbah dari sekitar sumur dibuat dari tembok yang kedap air dan panjangnya sekurang-kurangnya 10 m. Sumur gali yang dilengkapi pompa, pada dasarnya pembuatannya sama dengan sumur gali tanpa pompa, tapi air sumur diambil dengan mempergunakan pompa. Kelebihan jenis sumur ini adalah kemungkinan untuk terjadinya pengotoran akan lebih sedikit disebabkan kondisi sumur selalu tertutup.
- 9) Pencegahan pencemaran sumur gali oleh bakteri coliform, yang harus diperhatikan adalah jarak sumur dengan kakus, lubang galian sampah, lubang galian untuk air limbah (cesspool; seepage pit) dan sumber-sumber pengotoran lainnya. Jarak ini tergantung pada keadaan tanah dan kemiringan tanah. Pada umumnya dapat dikatakan jarak yang aman tidak kurang dari 10 meter dan diusahakan agar letaknya tidak berada di bawah tempat-tempat sumber pengotoran seperti yang disebutkan di atas.

Berdasarkan SNI 03-2916-1992 kriteria lokasi penempatan sumur antara lain:

- 1) Ditempatkan pada lapisan tanah yang mengandung air berkesinambungan.
- 2) Jarak horizontal sumur ke arah hulu dari aliran air tanah atau sumber pengotoran (bidang resapan/tangki septic) > 11 m.
- 3) Jarak sumur (untuk komunal) terhadap perumahan < 50 m.

2. Bakteri Coliform

Coliform didefinisikan sebagai kelompok bakteri Gramnegatif, berbentuk batang, oksidase-negatif, aerob sampai anaerob fakultatif, tidak membentuk spora, mampu tumbuh secara aerobik pada media agar yang mengandung garamempedu, dan mampu memfermentasikan laktosa dengan membentuk gas dan asam dalam waktu 48 jam pada suhu 37°C (Suriawiria, 2008).

Jumlah coliform yang diperoleh dari inkubasi pada suhu 37°C tersebut biasanya dinyatakan sebagai total coliform. Sementara faecal coliform merupakan bagian dari coliform total dan dipresentasikan oleh total bakteri coliform toleran panas yang mampu tumbuh pada suhu 44,0°C dengan memfermentasikan laktosa dan memproduksi asam dan gas (Jawetz, 2013).

Golongan bakteri Coliform adalah *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia coli*, dan *Klebsiella*. Bakteri Coliform adalah golongan bakteri intestinal yaitu hidup di dalam saluran pencernaan manusia. Penggolongan bakteri Coliform dan sifat-sifatnya, dibagi menjadi dua yaitu Coliform fekal diantaranya bakteri *Escherichia coli* berasal dari tinja manusia. Coliform non fekal diantaranya *Aerobacter* dan *Klebsiella* yang bukan berasal dari tinja manusia, melainkan berasal dari hewan/tanaman yang sudah mati (Jawetz, 2013).

Bakteri Coliform dapat dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu Coliform fekal, contoh : *Escherichia coli*, merupakan bakteri yang berasal dari kotoran hewan dan manusia. Adanya *Escherichia coli* dalam air minum, hal ini menunjukkan bahwa air minum yang dikonsumsi telah terkontaminasi oleh feses manusia, oleh karena itu standar air minum

mensyaratkan *Escherichia coli* harus 0/100 ml. Dan Coliform non fekal misalnya : Enterobakter aerogenes (Suriawira, 2008).

Escherichia coli termasuk famili Enterobacteriaceae, berbentuk batang, gram negatif, tidak membentuk spora, hidup dalam suasana fakultatif anaerob, oksidase negatif, katalase positif. *Escherichia coli* mempunyai enzim β galaktosidase & β -galaktoside permiase, untuk memfermentasi macam-macam karbohidrat, menghasilkan asam dan gas (Jawetz, 2013).

Bakteri Coliform termasuk flora normal usus besar manusia dan hewan berdarah panas, tidak berbahaya namun ada beberapa strain yang patogen pada manusia maupun hewan. *Escherichia coli* dapat dijumpai pada air, makanan, tanah yang terkontaminasi oleh tinja. Adanya bakteri Coliform dalam air menunjukkan air terkontaminasi oleh tinja bersifat patogen di dalam usus, sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Bakteri Coliform merupakan indikator pencemaran di dalam air (Suriawiria, 2008).

Berdasarkan Permenkes No. 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan hygiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua dan pemandian umum pada standar jumlah coliform yang diperbolehkan maksimum adalah 50 CFU/100 ml dan standar *E.coli* yang diperbolehkan maksimum 0 CFU/100 ml.

3. Most Probable Number

Perhitungan jumlah mikroba dapat dilakukan dengan uji hitung jumlah bakteri dengan beberapa metode : Metode Plate Count, Penentuan volume total, Metode turbidometri, Metode MPN (Most Probable Number), Metode perhitungan cawan (Suriawiria, 2008).

Salah satu pengujian yang digunakan adalah dengan metode MPN dilakukan dengan menggunakan medium cair di dalam tabung reaksi yang berisi tabung durham, selanjutnya perhitungan dilakukan dengan melihat jumlah tabung positif yang ditunjukkan dengan terbentuknya gas atau timbulnya kekeruhan di dalam tabung durham (Soemarno, 2000).

MPN (Most Probable Number) merupakan uji yang mendeteksi sifat fermentatif Coliform dalam sampel, MPN terdiri dari tiga tahap, yaitu uji

pendugaan (Presumptive test), uji konfirmasi (Confirmed test), dan uji kelengkapan (Completed test). Dalam uji tahap pertama, keberadaan Coliform masih dalam tingkat probabilitas rendah, masih dalam dugaan (Suriawiria, 2008).

Umumnya untuk setiap pengenceran digunakan 3 atau 5 seri tabung. Makin banyak tabung yang digunakan dalam perhitungan nilai MPN, akan menunjukkan tingkat ketelitian yang lebih tinggi. Metode MPN biasanya dilakukan untuk menghitung jumlah bakteri di dalam contoh berbentuk cair, meskipun dapat pula digunakan untuk contoh berbentuk padat dengan terlebih dahulu disuspensikan dengan perbandingan 1 : 10 dari contoh tersebut dalam buffer (Suriawiria, 2008).

Prinsip utama metode ini adalah mengencerkan sampel sampai tingkat tertentu sehingga didapatkan konsentrasi mikroorganisme yang sesuai dan jika ditanam dalam tabung menghasilkan frekuensi pertumbuhan tabung positif. Semakin besar jumlah sampel yang dimasukkan (semakin rendah pengenceran yang dilakukan) maka semakin “sering” tabung positif yang muncul. Semakin kecil jumlah sampel yang ditambahkan (semakin tinggi pengenceran) maka semakin “jarang” tabung positif yang muncul (Soemarno, 2000).

Ada 3 macam ragam yang digunakan dalam metode MPN yaitu :

1. Ragam I : 5 x 10 ml, 1 x 1 ml, 1 x 0,1 ml. Untuk spesimen yang sudah diolah atau angka kumannya diperkirakan rendah.
2. Ragam II : 5 x 10 ml, 5 x 1 ml, 5 x 0,1 ml. Untuk spesimen yang belum diolah atau yang angka kumannya diperkirakan tinggi. Kalau perlu penanaman dapat dilanjutkan dengan 5 x 0,01 ml dan seterusnya.
3. Ragam III : 3 x 10 ml, 3 x 1 ml, 3 x 0,1 ml. Adalah ragam alternatif untuk ragam II, apabila jumlah tabung terbatas begitu pula persediaan media juga terbatas, cara pelaksanaannya seperti ragam II (Soemarno, 2000).

Tahapan uji kualitatif Coliform secara lengkap terdiri dari tiga tahap yaitu:

a. Tes Pendugaan (*Presumptive Test*)

Merupakan test pendahuluan tentang ada atau tidaknya kehadiran bakteri *coliform* berdasarkan terbentuknya asam dan gas disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan *coli*. Media yang digunakan adalah media Lactose Broth (LB) yang berfungsi sebagai media untuk mendeteksi kehadiran bakteri coliform dalam air, makanan dan produk susu (Napitupulu, Romauli Juliana, 2018).



Sumber: Sunardi, 2014

Gambar 2.1 Hasil Positif Tes Pendugaan pada Media Lactose Broth.

Media LB (lactose broth) yang digunakan ada dua tipe yaitu double strength dan single strength. Komposisi dari media Lactose Broth yaitu 0,3% ekstrak beef, 0,5% pepton dan 0,5% laktosa, dengan pepton dan ekstrak beef menyediakan nutrient penting untuk metabolisme bakteri, serta laktosa menyediakan sumber karbohidrat yang dapat difermentasi oleh bakteri Coliform (Napitupulu, Romauli Juliana, 2018).

b. Tes Penegasan (*Confirmed Test*)

Uji penegasan dilakukan untuk menegaskan bahwa gas yang terbentuk disebabkan oleh bakteri *Coliform*. Uji positif pada uji penegasan menghasilkan angka indeks, angka ini disesuaikan dengan

tabel MPN untuk menentukan jumlah *Coliform* dalam sampel. Media yang secara umum digunakan pada uji ini adalah Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLBB 2%) (Napitupulu, Romauli Juliana, 2018).

Media ini merupakan media yang digunakan untuk membedakan bakteri yang dapat memfermentasi antara bakteri Coliform dengan bakteri fermentasi lain. Media ini memiliki kandungan seperti pepton untuk menyediakan nitrogen, mineral, vitamin dan asam amino, laktosa untuk menyediakan karbohidrat saat fermentasi, serta oxbill dan brilliant green untuk menghambat bakteri gram positif dan negative selain bakteri Coliform (Soemarno, 2000).



Sumber: Sunardi, 2014

Gambar 2.2 Hasil Negatif Tes Penegasan pada Media BGLBB

c. Tes Pelengkap (*Completed Test*)

Uji pelengkap dilakukan untuk mengidentifikasi jenis bakteri Coliform dalam sampel yang menunjukkan tabung positif pada uji penguat. Tabung yang menunjukkan hasil positif diambil 1 ose biakan dan digoreskan di atas media endo agar dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Jika hasil uji pelengkap menunjukkan terbentuknya koloni hijau metalik pada media endo agar, hasil tersebut menyatakan bahwa terdapat bakteri *Escherichia coli* pada sampel. Jika hasil uji pelengkap menunjukkan terbentuknya koloni berwarna merah tanpa kilap hijau metalik, hasil tersebut menyatakan bahwa bakteri Coliform yang terkandung dalam sampel bukan *Escherichia coli* tetapi

kemungkinan jenis lain dari bakteri Coliform seperti *Enterobacter aerogenesis* (Yusmaniar; Wardiyah; Nida K, 2017).

B. Kerangka Konsep

