BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Air dalam Kehidupan Manusia

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia itu sendiri. Menurut Notoadmojo (2003), sekitar 55-60% berat badan orang dewasa terdiri dari air, untuk anak-anak sekitar 65%, dan untuk bayi sekitar 80% (Mulia, 2005).

Air dibutuhkan manusia untuk minum, memasak, mandi, mencuci, dan keperluan kebersihan lain. Air diperlukan dalam sosial kemasyarakatan untuk pertanian, perikanan, pariwisata, perekonomian dan lain-lain. Begitu banyak manfaat air bagi kehidupan manusia. Namun air juga bisa menimbulkan gangguan bila tidak dikelola dengan baik dan benar.

Air yang digunakan harus memenuhi syarat dari segi kualitas maupun kuantitasnya. 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 alam sehingga diperlukan upaya perbaikan secara sederhana maupun modern (Kusnaedi, 2005).

2. Persyaratan Kualitas Air

Ada beberapa persyaratan yang perlu diketahui mengenai kualitas air baik secara fisik, kimia, mikrobiologi dan juga radioaktif sesuai Permenkes RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

a. Syarat fisik

1) Kekeruhan

Menurut standar kualitas air, kekeruhan ditetapkan sebesar 5-25 NTU.

Menurut Slamet (2002), air yang baik idealnya harus jernih. Air yang keruh mengandung partikel padat tersuspensi yang dapat berupa zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan. Disamping itu air yang keruh sulit didesinfeksi, karena mikroba pathogen dapat terlindung oleh partikel tersebut (Mulia, 2005).

2) Warna

Menurut standar kualitas air, warna ditetapkan sebesar 15-50 CTU.

Hal yang dapat disimpulkan dari tinjauan tentang unsur warna sebagai satu standar persyaratan kualitas air minum. Hal ini mengingat bahwa (Sutrisno, 2006):

a) Air yang berwarna dalam tingkatan tertentu akan mengurangi segi estetika, dan tidak diterima oleh masyarakat.

b) Tidak diterimanya air minum yang berasal dari penyediaan air untuk minum, akan menimbulkan kekhawatiran bahwa masyarakat akan mencari sumber air lainnya yang mungkin kurang “safe”.

c) Dengan ditetapkannya standar warna sebagai salah satu persyaratan kualitas, diharapkan bahwa semua air minum yang akan diberikan kepada masyarakat akan dapat langsung diterima oleh masyarakat.

3) Rasa dan Bau

Menurut standar kualitas air, air yang baik tidak berasa dan tidak berbau.

Seperti halnya pada unsur warna, adanya bau dan rasa pada air minum akan mengurangi penerimaan masyarakat terhadap air tersebut. Bau dan rasa biasanya terjadi bersama-samadan biasanya disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk, tipe-tipe tertentu organisme mikroskopik, serta persenyawaan-persenyawaan kimia seperti phenol. Bahan-bahan yang menyebabkan bau dan rasa ini berasal dari berbagai sumber. Intensitas bau dan rasa dapat meningkat, bila terhadap air dilakukan klorinasi. Karena pengukuran bau dan rasa tergantung pada reaksi individual, maka hasil yang dilaporkan adalah tidak mutlak. Intensitas bau dilaporkan sebagai berbanding berbalik dengan ratio pencemaran bau sampai pada keadaan yang nyata tidak berbau (Sutrisno, 2006).

4) Suhu

Air yang baik harus memiliki temperatur sama dengan temperatur udara (20-26°C). Air yang secara mencolok mempunyai temperatur di atas atau di bawah temperatur udara berarti mengndung zat-zat tertentu (misalnya fenol yang terlarut dalam air cukup banyak) atau sedang terjadi proses tertentu (proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan energi) yang mengeluarkan atau menyerap energi dalam air (Kusnaedi, 2010).

b. Syarat kimia

1) pH netral

pH yang baik dalam air berkisar antara 6,5–9,0. Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari pada penyimpangan standar kualitas air minum dalam hal pH ini yakni bahwa pH yang lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar dari 9,2 akan dapat menyebabkan korosi pada pipa-pipa air, dan dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang mengganggu kesehatan (Sutrisno, 2006).

2) Tidak mengandung bahan kimia beracun

Air yang berkualitas baik tidak mengandung bahan kimia beracun seperti *Sianida sulfida* dan felonik (Kusnaedi, 2010).

3) Tidak mengandung garam atau ion-ion logam

Air yang berkualitas baik tidak mengandung garam atau ion logam seperti Fe, Mg, Ca, K, Hg, Zn, Mn, D dan Cr (Kusnaedi, 2010).

4) Kesadahan rendah

Kesadahan maksimal yang diperbolehkan dalam air bersih adalah 500 mg/l.

Kesadahan perairan berasal dari kontak air tanah dan bebatuan. Air hujan sebenarnya tidak memiliki kemampuan untuk melarutkan ion-ion penyusun kesadahan yang banyak terikat di dalam tanah dan bebatuan kapur (*limestone*), meskipun memiliki kadar karbondioksida yang relatif tinggi. Larutnya ion-ion yang dapat meningkatkan nilai kesadahan tersebut lebih banyak disebabkan oleh aktivitas bakteri di dalam tanah, yang banyak mengeluarkan karbondioksida (Effendi, 2003).

5) Tidak mengandung bahan organik

Kandungan bahan organik dapat terurai menjadi zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan. Bahan-bahan organik itu seperti NH_4, H_2S, SO_4^{2-}, dan NO_3 (Kusnaedi, 2010).

c. Syarat bakteorologis

Dalam persyaratan bakteorologis ditentukan batasan tentang jumlah bakteri, pada umumnya bakteri atau kuman yang dapat menimbulkan penyakit, seperti bakteri golongan *Coli*. Batasan jumlah bakteri golongan *Coli* menurut Permenkes RI No.416/Menkes/Per/XI/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air :

1) *Coliform* tinja tidak boleh ada dalam 100 ml air minum.
2) Total *coliform* tidak boleh ada dalam 100 ml air minum dan 95% sampel yang diperiksa selama satu tahun, kadang-kadang boleh ada 3/100 ml air tetapi tidak boleh berturut-turut.

3) Kadar maksimal total *coliform* yang diperbolehkan 50 MPN/100 ml air sampel.

d. Syarat radioaktif

1) Dalam air bersih kadar maksimum aktivitas alpha yang diperbolehkan adalah 0,1 Bq/l.

2) Dalam air bersih kadar maksimum aktivitas beta yang diperbolehkan adalah 1,0 Bq/l.

3. Hubungan air dengan kesehatan

Air sangat erat hubungannya dengan kehidupan manusia, yang berarti besar sekali peranannya dalam kesehatan manusia. Air harus memenuhi syarat-syarat fisik, kimia, mikrobiologi dan radioaktif (Sanropie, 1984).

Penggunaan air yang tidak memenuhi syarat dapat menimbulkan terjadinya gangguan kesehatan. Gangguan kesehatan tersebut dapat berupa penyakit menular maupun penyakit tidak menular. Penyakit menular umumnya disebabkan oleh makhluk hidup, sedangkan penyakit tidak menular umumnya bukan disebabkan oleh makhluk hidup.

Peran air dalam terjadinya penyakit menular dapat bermacam-macam sebagai berikut (Soemirat, 2007) :

a. Air sebagai penyebar mikroba pathogen.

b. Air sebagai sarang insekta penyebar penyakit.

c. Jumlah air bersih yang tersedia tidak mencukupi, sehingga orang tidak dapat membersihkan dirinya dengan baik.

d. Air sebagai sarang hospes sementara penyakit.

Dalam hal memindahkan penyakit, air berperan melalui empat cara (Kusnoputranto, 2000) yaitu :

a. Cara *Water Borne*

   Cara *water borne* merupakan penularan penyakit dimana air sebagai medianya. Kuman pathogen berada di dalam air minum untuk manusia dan hewan. Penyakit yang dihantarkan melalui air ini antara lain; penyakit Kolera, Typhoid, Hepatitis dan Disentri basiler.

b. Cara *Water Washed*

   Cara *water washed* merupakan penularan penyakit berhubungan dengan air yang digunakan untuk kebersihan. penyakit-penyakit tertentu dapat dikurangi penularannya pada manusia dengan terjaminnya kebersihan karena tersedianya air yang cukup. Penyakit karena kurangnya air untuk kebersihan seseorang ini antara lain; infeksi kulit dan selaput lendir, infeksi oleh insekta parasit pada kulit.

c. Cara *Water Based*

   Cara *water based* merupakan penularan penyakit melalui pejamu (host) di air. Contoh penyakit yang ditularkan melalui *water based* adalah Schistomiasis. Pejamu (host) perantara ini hidup di air contohnya siput air. Larva Schistomiasis hidup dalam siput air hingga berubah bentuk menjadi cercaria dan menembus kulit (kaki) manusia yang berada dalam air tersebut. Penyakit ini disebut Schistomiasis (demam keong).

d. Cara *Water Related Insecta Vector*

   Cara *water related insecta vector* merupakan penularan penyakit melalui vektor yang menggunakan air sebagai tempat

berkembangbiaknya. Contoh penyakit yang ditularkan melalui vektor yang hidupnya bergantung pada air ini seperti malaria oleh vektor nyamuk *Anopheles*, demam berdarah oleh vektor nyamuk *Aedes aegypti.*

4. Sumur Gali

Sumur gali adalah sarana penyediaan air bersih yang cara mengambil atau memanfaatkan air dengan mengambil air menggunakan tangan sampai mendapatkan air bersih (Depkes RI, 1991).

Persyaratan konstruksi sumur gali sebagai persyaratan air bersih antara lain sebagai berikut (Sanropie, 1984) :

a. Kedalaman sumur mencapai lapisan tanah yang mengandung air.
b. Aliran air harus cukup banyak walaupun di musim kemarau.
c. Dinding sumur kedap air sedalam minimal 3 m di bawah permukaan tanah.
d. Dinding sumur dibuat keras agar tanah tidak longsor.
e. Bibir sumur setinggi kurang lebih 70 cm di atas permukaan tanah.
f. Lantai sumur dibuat cukup luas minimal 1 m dari dinding sumur.
g. Bentuk sumur gali dapat dibuat bulat dengan diameter 80-90 cm.
h. Permukaan tanah sekitar bangunan dibuat miring untuk memudahkan pengeringan.
i. Saluran drainase harus ada untuk pembuangan air kotor dan lainnya.

5. *Chlorine Diffuser* (Dinkes DIY, 2005)

Metode *chlorin diffuser* telah digunakan petugas Puskesmas dalam mencegah maupun menanggulangi pencemar bakteri dengan indikator *E. Coli* baik Coli tinja (Coliform). *Chlorine diffuser* menggunakan

bahan pipa pvc ½-¾ inch. Ukuran bahan pengisi *chlorine*/kaporit $Ca(OCl)_2$ dengan pasir pengisi antara 1:4 sampai 1:8, ukuran 1:4 digunakan untuk mengurangi cemaran akibat bakteri *Coli* dengan jumlah cukup tinggi dan ukuran 1:6 sampai 1:8 digunakan untuk menjaga cemaran bakteri atau proses pemulihan air dari cemaran bakteri *Coli*. Prinsip kerja *chlorine diffuser* adalah:

a. Pembubuhan kaporit secara perlahan pada sarana air bersih.
b. Terjadinya difusi (pencampuran) kaporit dalam tabung dengan air secara perlahan.
c. Pengaturan kadar chlor yang keluar sesuai kebutuhan.

Cara kerja *chlorine diffuser* pada dasarnya merupakan susunan dua pipa atau dua tabung yaitu tabung luar dan tabung dalam yang berukuran besar dan kecil yang diisi dengan kaporit yang dicampur dengan pasir, kedua tabung ini diberi lubang yang jumlah dan besarnya tergantung pada kebutuhan.

Chlorine diffuser sederhana dapat dibuat dari pipa PVC diameter 2” sekaligus tabung besar pipa PVC 1,25” sebagai tabung kecil dan campuran pasir dengan kaporit. Pipa PVC tabung diberi lubang yang berdiameter 1,5-2 mm, dengan jumlah yang sama antara lubang besar dan kecil. Pada dop pipa masing-masing diberi lubang 3 buah, lubang-lubang ini berfungsi sebagai difusi kaporit kedalam air dan sebagai pengatur keseimbangan tekanan dari kedua ujung tabung. Pasir yang digunakan umumnya berdiameter 2-3 mm dan berfungsi mencegah terjadinya penggumpalan kaporit karena air.

Kerja *chlorin diffuser* dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu:

a. Jumlah lubang pada tabung besar dan kecil

   Semakin banyak lubang pada kedua tabung difusi kaporit semakin mudah dan banyak terjadi.

b. Diameter lubang

   Semakin besar diameter lubang pada kedua tabung difusi kaporit semakin mudah dan banyak sekali.

c. Kadar kaporit yang digunakan

   Makin banyak kaporit yang digunakan difusi kaporit semakin mudah dan banyak terjadi.

d. Perbandingan pasir dan kaporit

   Makin banyak kaporit yang digunakan, kadar sisa chlor akan makin tinggi.

e. Diameter pasir

   Diameter pasir semakin besar, difusi kaporit semakin banyak dan mudah terjadi.

f. Kepadatan pasir pengisian tabung besar dan kecil

   Semakin padat pasir untuk pengisian akan semakin sulit terjadi difusi.

Apabila *chlorine diffuser* telah digunakan selama kurang lebih 10 hari, maka harus dilakukan penggantian kaporit dengan cara :

a. Mengeluarkan pasir dari kedua pipa.
b. Mencuci pipa, dop dan pasir hingga bersih dan menjemur hingga kering.
c. Merakit kembali seperti semula.

Keuntungan menggunakan *chlorine diffuser* yaitu kualitas air lebih baik, mengurangi kemungkinan tertularnya penyakit yang ditularkan melalui air, murah, mudah dibuat dan dioperasikan, serta dapat dilakukan penggantian ulang.

6. Desinfeksi air dengan *chlorinasi* dan senyawanya

Menurut Bina Kesehatan Lingkungan, 2010 salah satu upaya meningkatkan kualitas air secara mikrobiologi adalah dengan desinfeksi. Adapun desinfeksi ini dimaksudkan untuk membunuh bakteri pathogen (penyebab penyakit) yang penyebarannya melalui air dengan cara :

a. Kimia

   Dengan penambahan bahan kimia, seperti : kaporit, Ozone.

b. Fisik

   Yaitu dengan pemanasan dan penggunaan sinar ultra violet.

Kecepatan dan keampuhan disinfektan tergantung dari beberapa faktor, yaitu (Bina Kesehatan Lingkungan, 2010) :

a. Jenis mikroorganisme mempunyai kepekaan tertentu terhadap disinfektan.
b. Jumlah mikroorganisme yang besar terutama yang pathogen akan memerlukan dosis disinfektan yang besar pula.
c. Umur mikroorganisme akan berpengaruh pula terhadap efektifitas disinfektan.
d. Penyebaran, mikroorganisme yang menyebar akan mudah ditembus oleh disinfektan.

e. Waktu kontak, untuk dapat berfungsi dengan optimal, disinfektan harus mempunyai waktu kontak yang cukup dengan air yang diproses.

Bahan kimia yang paling banyak digunakan untuk mendesinfeksi air adalah *chlor* dan senyawa *chlor* yang disebut *Chlorinasi*. *Chlorinasi* di Indonesia biasanya menggunakan kaporit ($Ca(OCl)_2$), karena murah, mudah didapat dan mudah penanganannya. Untuk memudahkan dalam membubuhkan kaporit ke dalam air maka dibuatlah suatu alat pembubuh kaporit yang disebut *chlorine diffuser* (Bina Kesehatan Lingkungan, 2010).

Chlorine yang digunakan dapat berbentuk bubuk, cairan atau tablet. Bubuk *chlorine* biasanya berisi Kalsium hipoklorit, sedangkan cairan *chlorine* berisi *Natrium hipoklorit*. Dalam bentuk cairan *chlorine* harus disimpan dalam ruangan yang gelap. Kedua bentuk *chlorine* (bubuk dan cairan) akan rusak dalam penyimpanan. Jumlah yang diperlukan untuk larutan stok biasanya tertera dalam label pembungkus atau wadahnya. Karena mudah rusak, larutan stok harus dibuat sesegera mungkin yaitu setiap seminggu sekali. Sangat perlu diperhatikan bahwa air yang diklorinasi harus dibiarkan selama 30 menit sebelum digunakan *chlorine* dalam bentuk tablet, biasanya mengandung sebanyak 4,6 gram *chlorine*, karena sangat lambat daya desinfeksinya, air yang diklorinasi dengan tablet tersebut dibiarkan sampai 60 menit sebelum digunakan (Winarno, 1986).

Pada proses klorinasi, sebelum berperan sebagai desinfektan, klorin yang ditambahkan akan berperan sebagai oksidator, seperti persamaan reaksi berikut (Effendi, 2003).

$$H_2S + 4\ Cl_2 + 4\ H_2O \longleftrightarrow H_2SO_4 + 8\ HCl \qquad (1)$$

Jika kebutuhan klorin untuk mengoksidasi beberapa bahan kimia di perairan (*immediate chlorine demand*) telah terpenuhi, klorin yang ditambahkan akan berperan sebagai desinfektan (Tebbut, 1992). Gas chlor bereaksi dengan air menurut persamaan (2-5) (Boyd, 1988;Tebbut, 1992 dalam Effendi, 2003).

Jika di perairan tidak terdapat ammonia:

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow H^+ + Cl^- + HOCl \quad \text{(residu bebas)} \qquad (2)$$

Jika di perairan terdapat ammonia:

$$NH_4^+ + HClO \longrightarrow \underset{\text{Monokloramin}}{NH_2Cl} + H_2O + H^+ \qquad (3)$$

$$NH_2Cl + HClO \longrightarrow \underset{\text{Dikloramin}}{NHCl_2} + H_2O \quad \text{(residu terikat)} \qquad (4)$$

$$NHCl_2 + HClO \longrightarrow \underset{\text{Nitrogen triklorida}}{NCl_3} + H_2O \qquad (5)$$

Reaksi kesetimbangan (2) sangat dipengaruhi oleh pH. Pada pH 2, chlor berada dalam bentuk klorin (Cl_2), pada pH 2-7, klor kebanyakan terdapat dalam bentuk HOCl, sedangkan pada pH 7,4, klor tidak hanya dalam bentuk HOCl tetapi juga dalam bentuk ion OCl^-. Kadar klor kurang dari 1.000 mg/liter, semua klor berada dalam bentuk ion klorida (Cl^-) dan hipoklorit (HOCl), atau terdisosiasi menjadi H^+ dan OCl^- (Effendi, 2003).

7. Sisa chlor sebagai kontrol chlorinasi

Chlorine yang terdapat dalam air sebagai asam hipoklorit dan ion hipoklorit itulah yang disebut dengan *chlorine* bebas (*free available chlorine*), sedangkan *chlorine* yang terdapat dalam air yang tergabung dalam ammonia atau senyawa nitrogen organik disebut *chlorine* terikat (*combined available chlorin*). Parameter kontrol kualitas air minum dalam

chlorinasi adalah sisa *chlor* bebas yang harus ada setelah pengolahan atau sebelum masuk jaringan distribusi konsumen yang berguna untuk menjamin kualitas secara bakterologis, artinya air yang keluar dari kran konsumen terbebas dari kuman maupun bakteri pathogen seperti *Escherechia coli* (Winarno, 1986).

Senyawa *chlor* yang dimasukan ke dalam air mula-mula bereaksi dulu dengan unsur-unsur atau senyawa pereduksi yang biasa terkandung didalamnya seperti : H_2S, Fe^{2+}, Mn^{2+}, NO_2^-, NH_3, zat organik dan lain sebagainya. Selanjutnya baru akan efektif untuk membunuh kuman, hal ini disebut daya pengikat *chlor* atau daya sergap *chlor* (*chlor* yang dipakai untuk mengoksidasi unsur-unsur yang ada dalam air). Jadi daya sergap *chlor* adalah selisih antara jumlah *chlor* yang diberikan kedalam air dengan sisa *chlor* bebas pada waktu akhir kontak (Setiawan, 2010).

Daya sergap *chlor* adalah sesilih antara jumlah Cl_2 yang diberikan ke dalam air dengan sisa *chlor* bebas pada waktu akhir kontak. Biasanya waktu akhir kontak antara 30-60 menit (Depkes RI, 1992).

Jumlah sisa *chlor* yang tersedia dalam air yang telah diolah sangat tergantung pada kondisi air yang akan diolah (Setiawan, 2010):

a. Jika air banyak mengandung ammonia penambahan *chlor* akan menghasilkan sisa *chlor* tersedia terikat.
b. Jika air tidak mengandung ammonia penambahan *chlor* akan menghasilkan sisa *chlor* tersedia bebas.
c. Jika air mengandung sisa *chlor* bebas penambahan ammonia akan menurunkan sisa *chlor* tersedia bebas dan *chlor* tersedia akan terikat.

Syarat untuk keamanan air minum dalam air harus ada sisa *chlor* ± 0,3 mg/l (0,2-0,5 mg/l), sedangkan untuk air kolam renang sisa *chlor* yang dipersyaratkan 0,2-0,5 mg/l (Depkes RI,1992).

8. Dampak *chlorine*

Chlorine merupakan bahan kimia penting dalam industri yang digunakan untuk chlorinasi pada proses produksi yang menghasilkan produk organik sintetik, seperti plastik (khususnya *Polovinil Chlorida*), insektisida dan herbisida, selain itu juga digunakan sebagai pemutih (*bleaching agent*) dalam pemrosesan untuk selulosa, industri kertas, pabrik pencucian (tekstil) dan desinfektan untuk air minum dan kolam renang (Setiawan, 2010).

Banyaknya penggunaan senyawa *chlor* di lapangan atau industri dalam dosis yang berlebihan seringkali terjadi pelepasan gas *chlorine*. Gas *chlorine* (Cl_2) adalah gas berwarna hijau dengan bau yang sangat menyengat. Berat jenis gas *chlorine* 2,47 kali berat udara dan 20 kali berat gas *hidrogen chlorida* yang toksik. Terbentuknya gas *chlorine* di udara ambient merupakan efek samping dari proses pemutihan dan produksi zat atau senyawa organik yang mengandung *chlor* sehingga kadar gas *chlorine* dalam udara ambient akan melebihi baku mutu (150 g/Nm3) (Setiawan, 2010).

Selain bau yang menyengat gas *chlorine* dapat menyebabkan iritasi pada mata dan peradangan pada saluran pernafasan. Apabila gas *chlorine* masuk dalam jaringan paru-paru dan bereaksi dengan ion hidrogen akan dapat membentuk asam klorida yang bersifat sangat korosif (Setiawan, 2010).

Klorin yang terdapat dalam air minum dapat menyebabkan kerusakan mata, hidung, dan iritasi sinus serta masalah perut. Hal ini juga menyebabkan rasa tidak enak di air minum. Bahaya utama klorin terletak pada potensinya sebagai uap. Klorin memiliki titik didih yang jauh lebih rendah dari air sehingga menguap jauh lebih cepat daripada air. Ketika digunakan saat memasak klorin akan menguap dan menyatu dengan udara dan kemungkinan besar akan terhirup. Terhirupnya klorin pada saat bernafas adalah penyebab utama penyakit asma dan gangguan pernafasan lainnya. Selain itu mandi dalam air yg terkandung klorin bisa memperbesar resiko masuknya uap klorin ke dalam tubuh melalui pernafasan, karena kamar mandi yang tertutup menyebabkan uap klorin terkonsentrasi disatu titik (Waterpluspure, 2010).

Sisa *chlor* yang diharapkan masih ada dikonsumen adalah 0,1-0,2 ppm dan tidak lebih dari 0,25 ppm karena bila melebihi akan terjadi rasa dan bau (Darpito, 1978).

Mengurangi kadar *chlorine* dalam air dapat menggunakan *Granulated activated carbon* (GAC) atau butiran karbon aktif sebagai filter air dapat mengurangi kadar klorin dalam air yang akan dipakai. Filter air dari arang ini efektif untuk mengurangi rasa dan bau dari air. Dapat membuat saringan air sederhana yang menggunakan arang sebagai salah satu bahan untuk saringan atau dapat juga menggunakan salah satu dari berbagai teknik penyaringan air sederhana untuk mendapatkan air minum (Setiawan, 2010).

9. Manfaat *chlorine*

Klorida tidak bersifat toksik bagi makhluk hidup, bahkan berperan dalam pengaturan tekanan osmotik sel. Perairan yang diperuntukkan bagi keperluan domestik, termasuk air minum, pertanian, dan industri, sebaiknya memiliki kadar klorida lebih kecil dari 100 mg/liter (Davis dan Cornwell, 1991; Sawyer dan McCarty, 1978 dalam Effendi,2003).

Klorin sering digunakan sebagai desinfektan untuk menghilangkan mikroorganisme yang tidak dibutuhkan, terutama bagi air yang diperuntukkan bagi kepentingan domestik. Beberapa alasan yang menyebabkan klorin sering digunakan sebagai desinfektan adalah sebagai berikut (Tebbut, 1992 dalam Effendi 2003):

a. Dapat dikemas dalam bentuk gas, larutan, dan bubuk (*powder*).
b. Relative murah.
c. Memiliki daya larut yang tinggi serta dapat larut pada kadar yang tinggi (7.000 mg/liter).
d. Residu klorin dalam bentuk larutan tidak berbahaya bagi manusia, jika terdapat dalam kadar yang tidak berlebihan.
e. Bersifat sangat toksik bagi mikroorganisme, dengan cara menghambat aktivitas mikroorganisme tersebut.

10. Pasir

Pasir merupakan media penyaring yang baik dan biasa digunakan dalam proses penjernihan air. Ini dikarenakan sifatnya yang berupa butiran bebas yang porous, berdegradasi dan *uniformity*. Butiran pasir mempunyai pori-pori dan celah yang mampu menyerap dan menahan

partikel dalam air. Selain itu butiran pasir juga mempunyai keuntungan dalam pengadaannya mudah dan relatif rendah.

Pasir berfungsi menyaring kotoran dan air, pemisahan sisa-sisa flok serta pemisahan partikel besi yang terbentuk sesudah kontak dengan udara. Selama penyaringan koloid atau tersuspensi dalam air akan ditahan dalam media porous tersebut, sehingga kualitas air akan meningkat (Mulyaningsih, 2005).

Pasir yang digunakan harus memenuhi kualitas yang baik karena kualitas bahan penyaring akan mempengaruhi hasil penyaringan. Ukuran butiran pasir yang digunakan mempengaruhi daya absorbsi pada air, semakin kecil ukuran pasir struktur agregat atau kelompok mineral akan semakin rapat sehingga hasil saring akan semakin baik sampai batas tertentu. Persyaratan pasir yang digunakan adalah pasir harus bersih, tidak bercampur dengan tanah dan kotoran.

11. Arang aktif

Arang aktif adalah sejenis adsorben (penyerap). Berwarna hitam, berbentuk granula, bulat, pellet atau bubuk. Arang aktif dipakai dalam proses pemurnian udara, gas, larutan atau cairan, dalam proses *recovery* suatu logam dari biji logamnya, dan juga dipakai sebagai *support* katalis. Arang aktif juga dipakai dalam pemurnian gas dan udara, *safety mask* dan respirator, seragam militer, *adsorbent foams*, industri nuklir, *electroplating solution*, deklorinasi, penyerap rasa dan bau dalam air, aquarium, *cigarette filter*, serta penghilang senyawa-senyawa organik dalam air. Hanya dengan satu gram dari arang aktif, akan didapatkan suatu material yang memiliki luas permukaan kira-kira sebesar 500 m^2,

dengan luas permukaan yang sangat besar ini, arang aktif memiliki kemampuan menyerap (adsorpsi) zat-zat yang terkandung dalam air dan udara. Dengan demikian, arang aktif ini sangat efektif dalam menyerap zat terlarut dalam air, baik organik maupun anorganik. Oleh karena itu, arang aktif sangat efektif digunakan untuk media pengolahan air kotor menjadi air bersih (Kusnaedi, 2010).

Karbon aktif atau arang aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Daya serap arang aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktifasi dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi (www.filterpenyaringair.com).

Fungsi arang aktif adalah untuk menghilangkan bau yang tidak sedap, kaporit, klorin atau untuk sterilisasi terhadap kuman pada air minum atau air tanah atau air PDAM atau air gunung (www.purewatercare.com).

Satu gram arang aktif, pada umumnya memiliki luas permukaan seluas 500-1500 m^2, sehingga sangat efektif dalam menangkap partikel-partikel yang sangat halus berukuran 0.01-0.0000001 mm. Arang aktif bersifat sangat aktif dan akan menyerap apa saja yang kontak dengan karbon tersebut. Biasanya arang aktif tersebut menjadi jenuh dan tidak aktif lagi dalam waktu 60 jam. Oleh karena itu biasanya arang aktif di kemas dalam kemasan yang kedap udara. Sampai tahap tertentu beberapa jenis arang aktif dapat di reaktivasi kembali, meskipun demikian

tidak jarang yang disarankan untuk sekali pakai. Reaktifasi arang aktif sangat tergantung dari metode aktivasi sebelumnya (www.filterpenyaringair.com).

Sifat arang aktif yang paling penting adalah daya serap. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu (Sembiring, 2003):

a. Sifat Adsorben

Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen, dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar, dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah, untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan. Jumlah atau dosis arang aktif yang digunakan, juga diperhatikan.

b. Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh arang aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari sturktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorsi juga dipengaruhi oleh gugus

fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

c. Temperatur

Pemakaian arang aktif dianjurkan untuk menyelidiki temperatur pada saat berlangsungnya proses. Karena tidak ada peraturan umum yang bisa diberikan mengenai temperatur yang digunakan dalam adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsoprsi adalah viskositas dan stabilitas termal senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Adsorpsi untuk senyawa volatil dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperatur yang lebih kecil.

d. pH (Derajat Keasaman)

Asam-asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam minreal. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

e. Waktu Kontak

Bila arang aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan. Selain ditentukan oleh dosis arang aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu singgung.

Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama.

Pada dasarnya arang aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon. Namun, kualitasnya sangat tergantung pada bahan dan proses pembuatannya. Arang aktif dalam tempurung kelapa sebagai bahan baku arang aktif atas dasar kualitas yang dihasilkan lebih baik dari bahan lain (Kusnaedi, 2010).

Karbon aktif tersedia dalam berbagai bentuk misalnya gravel, pelet (0.8-5 mm) lembaran fiber, bubuk (PAC : powder active carbon, 0.18 mm atau US mesh 80) dan butiran-butiran kecil (GAC : Granular Active carbon, 0.2-5 mm) dsb. Serbuk karbon aktif PAC lebih mudah digunakan dalam pengolahan air dengan sistem pembubuhan yang sederhana (www.filterpenyaringair.com).

Tabel 1. Penggunaan Arang Aktif

No	Pemakai	Kegunaan	Jenis/ Mesh
1	Industri obat dan makanan	Menyaring, penghilang bau dan rasa	8x30, 325
2	Minuman keras dan ringan	Penghilang warna, bau pada minuman	4x8, 4x12
3	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah	4x8, 4x12, 8x30
4	Pembersih air	Penghilangan warna, bau, penghilangan resin	
5	Budi daya udang	Permurnian, penghilang ammonia, netrite phenol dan logam berat	4x8, 4x12
6	Industri gula	Penghilangan zat-zat warna, menyerap proses penyaringan menjadi lebih sempurna	4x8, 4x12
7	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut	4x8, 4x12, 8x30
8	Pemurnian gas	Menghilangkan sulfur, gas beracun, bau busuk asap	4x8, 4x12
9	Katalisator	Reaksi katalisator pengangkut vinil chloride, vinil acetat	4x8, 4x30
10	Pengolahan pupuk	Pemurnian, penghilangan bau	8x30

Sumber: Meilita.T. Sembiring, ST dan Tuti. S. Sinaga, ST (2003)

12. Sifat Organoleptik

Sifat mutu produk hanya dapat diukur atau dinilai dengan uji atau penilaian organoleptik disebut sifat mutu organoleptik. Sifat-sifat mutu ini banyak ditemukan pada produk pangan, juga produk pertanian pada umumnya, seperti : pahit, manis, asam, empuk, renyah, pulen, halus, sepet, tengik, enak dan suka. Sifat-sifat ini hanya dapat diukur atau dinilai secara langsung dengan penilaian organoleptik (Soekarto ,1990).

Pengujian organoleptik adalah pengujian yang didasarkan pada proses pengindraan. Pengindraan diartikan sebagai suatu proses fisio-psikologis, yaitu kesadaran atau pengenalan alat indra akan sifat-sifat benda karena adanya rangsangan yang diterima alat indra yang berasal dari benda tersebut. Pengindraan dapat juga berarti reaksi mental

(*sensation*) jika alat indra mendapat rangsangan (*stimulus*). Reaksi atau kesan yang ditimbulkan karena adanya rangsangan dapat berupa sikap untuk mendekati atau menjauhi, menyukai atau tidak menyukai akan benda penyebab rangsangan. Kesadaran, kesan dan sikap terhadap rangsangan adalah reaksi psikologis atau reaksi subyektif. Pengukuran terhadap nilai/tingkat kesan, kesadaran dan sikap disebut pengukuran subyektif atau penilaian subyektif. Disebut penilaian subyektif karena hasil penilaian atau pengukuran sangat ditentukan oleh pelaku atau yang melakukan pengukuran (Soekarto ,1990).

Sifat organoleptik merupakan hasil reaksi fisikopsokogik berupa tanggapan atau kesan pribadi seorang panelis atau penguji mutu. Tanggapan atau kesan itu dapat dirasakan dengan mudah oleh panelis, namun kadang-kadang sifat organoleptik itu susah dipaparkan atau dideskripsikan dalam kata-kata. Pengelola uji harus menyediakan sarana komunikasi secara kreatif, disertai cara-cara komunikasi dengan pembandingan, analogi, asosiasi, kemiripan dan lain-lain. Contohnya untuk mengasosiasikan sifat amis, diasosiasikan dengan bau ikan, rasa sepat salak dan bau apek dengan barang bekas (Soekarto, 1990).

Pengujian dengan indra dapat dilakukan oleh sekelompok penguji (panel). Orang yang menjadi anggota panel disebut panelis. Berdasarkan tingkat sensitivitas dan tujuan pengujian, dikenal beberapa panel yaitu (Kartika, 1991) :

a. Panel ahli (*highly trained expert*)

   Seorang panel ahli mempunyai kelebihan sensorik yang dipergunakan untuk mengukur dan menilai sifat karakteristik secara tepat. Namun

seorang panel ahli untuk sesuatu jenis produk belum tentu dapat menilai jenis produk lain dengan cepat dan tepat.

b. Panel terlatih (*trained panel*)

Panel terlatih diklasifikasikan menjadi 3 golongan yaitu :

1) Panel terlatih

Panel ini dipilh melalui seleksi kemudian menjalani latihan secara kontinyu dan lolos pada evaluasi kemampuan. Tingkat sensitivitasnya tidak setinggi panel ahli, namun sudah dapat berfungsi sebagai instrument pengujian mutu.

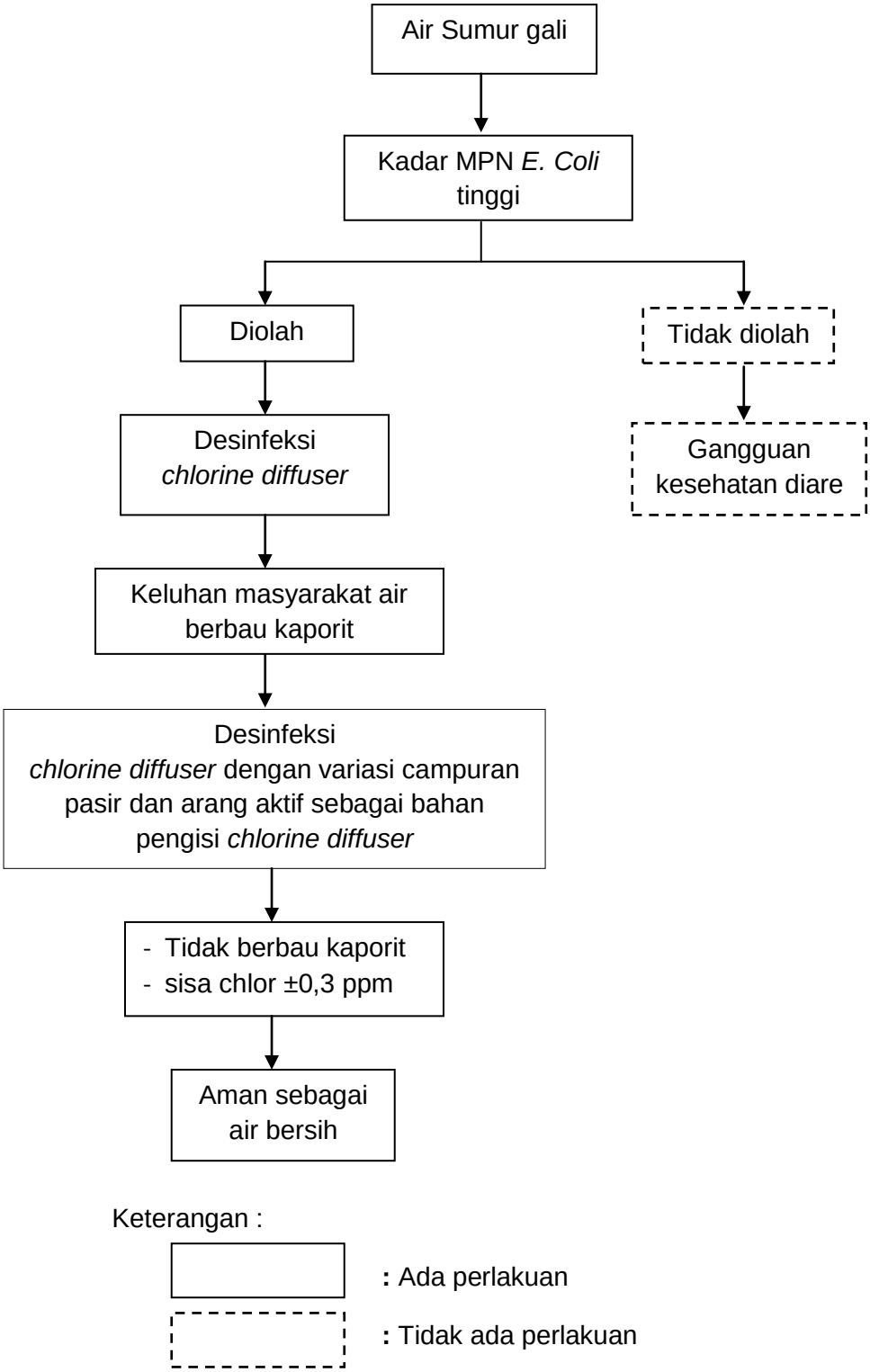
2) Panel agak terlatih

Panel ini bukan hasil seleksi tetapi sudah dapat berfungsi sebagai instrument pengujian setelah diberi penjelasan tentang sampel dan sifat-sifat yang akan dinilai serta diberi sekedar pelatihan.

3) Panel tidak terlatih (*untrained panel*)

Panel ini digunakan untuk menguji tingkat kemauan mempergunakan suatu produk, jadi hanya pada tingkat kesukaan saja.

B. Kerangka Konsep



Gambar 1. Skema kerangka konsep penelitian

C. Hipotesis

1. Ada pengaruh variasi campuran pasir dan arang aktif dengan perbandingan 3:1 sebagai bahan pengisi *chlorine diffuser* terhadap sisa chlor dan bau kaporit pada air sumur gali.
2. Ada pengaruh variasi campuran pasir dan arang aktif dengan perbandingan 2:2 sebagai bahan pengisi *chlorine diffuser* terhadap sisa chlor dan bau kaporit pada air sumur gali.
3. Ada pengaruh variasi campuran pasir dan arang aktif dengan perbandingan 1:3 sebagai bahan pengisi *chlorine diffuser* terhadap sisa chlor dan bau kaporit pada air sumur gali.
4. Ada perbedaan efektifitas variasi pasir dan arang aktif sebagai bahan pengisi *chlorine diffuser* untuk mempertahankan sisa chlor dan menurunkan bau kaporit air sumur gali setelah dilakukan desinfeksi dengan *chlorine diffuser*.