

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Kolam renang

a. Definisi kolam renang

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 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, kolam renang didefinisikan sebagai tempat dan fasilitas umum berupa konstruksi kolam berisi air yang telah diolah yang dilengkapi dengan fasilitas kenyamanan dan pengamanan baik yang terletak di dalam maupun di luar bangunan yang digunakan untuk berenang, rekreasi, atau olahraga air lainnya.

b. Klasifikasi kolam renang

Berdasarkan pemakaiannya, kolam renang dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

- 1) Kolam renang perorangan merupakan kolam renang milik pribadi yang berada di rumah perseorangan.
- 2) Kolam renang semi umum merupakan kolam renang yang terdapat di hotel, sekolah, perumahan, atau kapal pesiar yang mana tidak semua orang dapat menggunakannya.

- 3) Kolam renang umum merupakan kolam renang yang diperuntukkan bagi masyarakat umum sehingga siapapun dapat menggunakannya.

Berdasarkan letaknya, kolam renang dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

- 1) *Outdoor*, merupakan kolam renang yang terletak di tempat terbuka
- 2) *Indoor*, merupakan kolam renang yang terletak di tempat tertutup.

2. Air kolam renang

a. Sumber air kolam renang

Air yang digunakan dalam kolam renang dapat berasal dari berbagai sumber air. Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi menjadi 3 yaitu (Chandra dan Widyastuti, 2007):

1) Air angkasa (hujan)

Air angkasa merupakan sumber utama air di bumi dan merupakan jenis air yang paling murni. Namun, pada saat berada di atmosfer air hujan cenderung akan mengalami pencemaran yang disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas seperti karbon dioksida, nitrogen, dan ammonia. Sehingga air hujan yang sampai di permukaan bumi sudah tidak murni dan terjadi reaksi yang dapat menyebabkan keasaman sehingga terbentuk hujan asam.

2) Air permukaan

Air permukaan merupakan air yang berada di badan air seperti sungai, danau, waduk, telaga, rawa, dan air terjun yang sebagian besar air tersebut berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Jenis air permukaan sering kali menjadi sumber air yang paling tercemar karena kegiatan manusia.

3) Air tanah

Air tanah (*ground water*) merupakan air yang berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi kemudian terserap oleh tanah sehingga mengalami proses filtrasi secara alamiah. Perjalanan yang dilalui air menuju bawah tanah membuat kualitas air menjadi lebih baik daripada air permukaan. Akan tetapi, air ini dapat mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi tinggi seperti magnesium, kalsium, dan logam berat seperti besi.

b. Pencemaran air kolam renang

Pencemaran yang terjadi pada air kolam renang dapat dibedakan menjadi 2 yaitu, pencemaran mikrobiologis dan pencemaran kimia.

1) Pencemaran mikrobiologis

Pencemaran mikrobiologis pada air kolam renang dapat disebabkan oleh kontaminasi fekal dan kontaminasi non-fekal. Kontaminasi fekal berasal dari kotoran yang dikeluarkan oleh

pengguna kolam renang maupun kotoran dari sumber air kolam renang itu sendiri. Dapat juga berasal dari kotoran hewan seperti burung dan tikus yang berada di sekitar kolam renang untuk kolam renang yang tanpa tutup.

Kontaminasi non-fekal dapat berasal dari pengunjung berupa muntahan, ingus, air liur, atau lapisan kulit yang mengontaminasi air kolam renang. Kontaminasi ini merupakan sumber potensial dari mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus, jamur, dan protozoa dalam air yang dapat menyebabkan infeksi pada pengguna kolam renang lain apabila terjadi kontak dengan air yang terkontaminasi tersebut (WHO, 2006).

2) Pencemaran kimia

Pencemaran kimia di dalam air kolam renang berasal dari bahan kimia yang dihasilkan dari proses desinfeksi dan juga dari apa yang disebabkan oleh manusia seperti keringat, urin, sisa sabun, dan lotion/kosmetik yang digunakan oleh pengunjung saat berenang (WHO, 2006).

c. Persyaratan kualitas air kolam renang

Kualitas air yang digunakan sebagai air kolam renang harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan yang tercantum 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. Persyaratan yang tercantum dalam peraturan tersebut meliputi syarat fisik, kimia, dan mikrobiologis.

1) Persyaratan fisik

Persyaratan fisik air yang digunakan sebagai air kolam renang meliputi air tidak berbau, kekeruhan 0,5 NTU, suhu antara 16 – 40°C, air jernih sehingga piringan dapat terlihat jelas.

2) Persyaratan kimia

Air yang digunakan sebagai air kolam renang harus memenuhi persyaratan kimia meliputi pH antara 7 – 7,8, alkalinitas 80 – 200 mg/L, sisa klor bebas 1 – 1,5 mg/L, sisa klor terikat 3 mg/L, total bromin 2 – 2,5 mg/L, sisa bromin 3 – 4 mg/L.

3) Persyaratan mikrobiologis

Air kolam renang harus terbebas dari pencemaran mikrobiologis sehingga disyaratkan untuk kandungan E.coli <1 CFU/100 ml, *Heterotrophic Plate Count* (HPC) 100 CFU/100 ml, *Pseudomonas aeruginosa* <1 CFU/100 ml, *Staphylococcus aureus* <100 CFU/100 ml, dan *Legionella* spp <1 CFU/100 ml.

3. Desinfeksi air kolam renang

a. Definisi desinfeksi

Desinfeksi adalah proses memusnahkan mikroorganisme dalam air yang dapat menimbulkan penyakit (Said, 2007). Proses desinfeksi air kolam renang salah satunya adalah dengan pemberian senyawa kimia klorin berupa kaporit yang disebut dengan klorinasi (Wicaksono dkk., 2016).

b. Jenis desinfektan air kolam renang

1) Kaporit atau kalsium hipoklorit

Kaporit merupakan bahan yang umum digunakan dalam desinfeksi air kolam renang. Kaporit dapat ditemui dalam bentuk kering/kristal yang berupa serbuk, tablet, atau pil dan dapat juga bentuk kristal dilarutkan dengan aquades menjadi bentuk larutan. Berdasarkan sebuah penelitian, disebutkan bahwa kaporit terdiri lebih dari 70% klorin. Kaporit digunakan sebagai bahan desinfeksi kolam renang karena mudah untuk dicari, terjangkau, mudah digunakan, dan memiliki daya removal yang cukup besar (Herawati dan Yuntarso, 2017).

2) Natrium hipoklorit

Natrium hipoklorit dipasaran umumnya tersedia dalam bentuk cair. Kandungan klor dalam NaOCl berkisar antara 5 – 15%. Konsentrasi klor dalam Natrium hipoklorit dipengaruhi oleh suhu, cahaya, pH rendah dan logam berat.

3) Gas klor

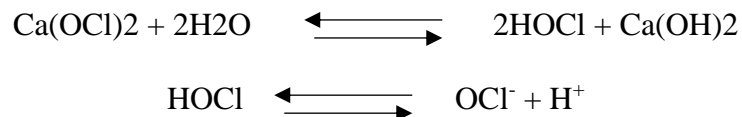
Dalam bentuk gas, klor dijumpai dengan warna kuning kehijauan dan memiliki berat 2,5 kali lebih berat dari udara. Peralatan klorinasi dengan bahan gas disebut *chlorinating equipment* dan alat *Peterson's Chloronome* yang berfungsi untuk mengukur dan mengatur pemberian gas klorin dalam air.

c. Desinfeksi secara klorinasi

Klorinasi adalah proses pemberian klorin ke dalam air yang telah menjalani proses filtrasi dan merupakan langkah maju dalam proses purifikasi air (Chandra dan Widyastuti, 2007). Bahan yang digunakan dalam proses klorinasi air kolam renang yaitu kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$). Dalam proses desinfeksi, kaporit dapat membunuh mikroorganisme yang ada di dalam air kolam renang serta dapat menyisihkan NH_4^+ sehingga kadar amoniak bisa berkurang.

Kelemahan dari proses klorinasi yaitu semakin tinggi konsentrasi kaporit, maka semakin tinggi pula kemungkinan terbentuknya THM (trihalometan) yang bersifat karsinogenik dan mutagenik. Untuk mengeliminasi terbentuknya THM, maka sebelum pengaplikasian kaporit di lapangan perlu adanya penentuan titik *break point chlorination* (BPC). Keuntungan dicapainya BPC yaitu senyawa ammonium teroksidisir sempurna, mematikan bakteri patogen secara sempurna serta mencegah pertumbuhan lumut pada kolam renang (Herawati dan Yuntarso, 2017).

Kaporit yang digunakan sebagai desinfektan air kolam renang memiliki daya larut dalam air 21,5 gr/100 ml pada suhu 0°C dan 23,4 gr/100 ml pada suhu 40°C. Proses klorinasi dengan kaporit pada air kolam renang yaitu sebagai berikut:



d. Manfaat klorin

Dalam proses desinfeksi air, manfaat dari klorin antara lain:

- 1) Membantu proses koagulasi.
- 2) Menghilangkan bau pada air.
- 3) Mengontrol pertumbuhan algae pada air.
- 4) Mengoksidasi zat besi, mangan, dan hydrogen sulfat.
- 5) Memiliki sifat bakterisidal (mampu membunuh bakteri) dan germisidal (mampu membasmi jamur) (Chandra dan Widyastuti, 2007).

e. Prinsip pemberian klorin pada air

- 1) Air haruslah jernih dan tidak keruh karena kekeruhan pada air akan menghambat proses klorinasi.
- 2) Memperhitungkan kebutuhan klorin secara cermat agar efektif mengoksidasi bahan organik dan dapat membunuh kuman pathogen serta meninggalkan sisa klor bebas dalam air.
- 3) *Margin of safety* (nilai batas keamanan) klorin pada air untuk membunuh kuman pathogen sebesar 1 mg/L.

4) Dosis klorin yang tepat adalah jumlah klorin di dalam air yang dapat dipakai untuk membunuh kuman pathogen serta mengoksidasi bahan organik di dalam air, serta dapat meninggalkan sisa klor bebas sebesar 1 mg/L (Chandra dan Widyastuti, 2007).

f. Dosis pemberian klorin

Dosis klorin merupakan jumlah klor yang ditambahkan pada air untuk menghasilkan residu spesifik pada akhir waktu kontak. Dosis pemberian klorin dengan bahan kaporit harus memerhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Sisa klor bebas, merupakan klorin dalam air yang berperan sebagai asam hipoklorit dan ion hipoklorit yang berfungsi sebagai desinfektan.
- 2) Sisa klor terikat, merupakan klorin yang terdapat dalam air yang bergabung dengan ammonia.
- 3) Daya serap klor, merupakan zat klor yang ada dalam air untuk melakukan proses kimia guna mengikat zat organik yang kemudian membentuk senyawa klorida yang akan berfungsi sebagai desinfektan.
- 4) Kebutuhan klorin, merupakan, jumlah klorin yang harus ditambahkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik dan membunuh kuman pathogen serta menyisakan residu klor yang diinginkan (Herawati dan Yuntarso, 2017).

- 5) *Break point chlorination*, jumlah klor aktif yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua bahan organik dan bahan anorganik yang terlarut (Herawati dan Yuntarso, 2017).

Penentuan kadar klorin dalam kaporit:

- 1) Timbang 1 gram kaporit
- 2) Larutkan dengan 100 ml akuades
- 3) Gojok hingga homogen
- 4) Ambil larutan sebanyak 10 ml dan masukkan ke dalam labu Erlenmeyer, tambahkan 40 ml akuades dan 1 gram kristal KI
- 5) Tambahkan 10 ml H₂SO₄ 4 N, kemudian dititrasi dengan larutan tiosulfat 0,1 N dengan indikator amilum.

Perhitungan:

$$\text{Kadar kaporit} = \frac{\text{ml titrasi} \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 71,5 \times 10}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

Kadar klor dalam kaporit

$$= \frac{\text{ml titrasi} \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 35,5 \times 10}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

Untuk menghitung jumlah kaporit yang dibutuhkan, perlu dilakukan perhitungan daya sergap klor. Langkah penentuan daya sergap klor:

- 1) Masukkan 1 liter air bersih ke dalam botol
- 2) Tambahkan 1 – 2 ml larutan kaporit 0,2%
- 3) Gojok hingga homogen

- 4) Periksa segera kadar sisa klor bebas dan catat hasilnya
- 5) Diamkan selama 10 menit
- 6) Periksa kembali kadar sisa klor bebas setiap 10 menit hingga konstan dan catat hasilnya.

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Daya sergap klor (DSK)} &= \text{sisa klor segera} - \text{sisa klor konstan} \\ &= \dots\dots \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah klor yang dibutuhkan untuk klorinasi} \\ &= \text{DSK} + \text{cadangan} = \dots\dots (\text{misal } C) \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan kaporit untuk klorinasi} \\ &= \frac{100}{\% \text{ klor dalam kaporit}} \times C = \dots\dots \text{mg/L} \end{aligned}$$

g. Metode pemeriksaan sisa klor

Dalam pemeriksaan kadar sisa klor pada air dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya metode iodometri, metode DPD, metode Orthotolidine, dan metode Ortholidine Arsenite (OTA Test).

1. Analisis dengan metode iodometri

Dalam metode iodometri, klor aktif akan membebaskan iodin dari larutan kalium iodide (KI). Metode analisis ini menggunakan amilum untuk merubah warna suatu larutan yang mengandung iodin menjadi biru. Penentuan jumlah klor aktif

dapat dilihat dari iodine yang telah dibebaskan oleh klor aktif yang kemudian dititrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat. Titik akhir titrasi dinyatakan dengan hilangnya warna biru dari larutan (Ulfa, 2015).

2. Analisis dengan metode DPD

Pada metode titrasi kolorimetris, larutan DPD (*Dietil Parafenil Diamin*) digunakan sebagai indikator untuk dibubuhkan pada sampel air yang mengandung sisa klor aktif. Reaksi yang akan terjadi ditandai dengan perubahan warna menjadi merah pada larutan. Untuk mengetahui jumlah klor bebas dan klor terikat maka larutan dibandingkan dengan komparator (Fauzan. dan Haryati, 2017).

3. Analisis dengan metode Orthotolidine (OT Test)

Metode ini dilakukan dengan reagen orthotolidine yang terdiri dari 10% HCl. Cara pemeriksaannya yaitu dengan menambahkan reagen orthotolidine ke dalam sampel air. Setelah tercampur, air akan berubah warna menjadi kuning. Perubahan warna air menjadi kuning mengindikasikan adanya kandungan klorin dalam air. Warna kuning pada sampel air kemudian dibandingkan dengan komparator. Metode ini digunakan untuk mengetahui sisa klor bebas dalam air.

4. Analisis dengan metode Orthotolidine Arsenit (OTA Test)

Metode ini dilakukan dengan reagen orthotolidine dan natrium arsenit. Pemeriksaan dengan metode ini dapat digunakan untuk mengetahui kadar sisa klor bebas dan juga sisa klor terikat. Cara pemeriksaan dengan metode ini melalui tiga tahap, yaitu:

- a. Tambahkan natrium arsenit ke dalam air sampel pada tabung pertama, kemudian tambahkan orthotolidine dan selanjutnya bandingkan dengan komparator (X1).
- b. Tambahkan orthotolidine terlebih dahulu ke dalam tabung kedua, setelah 5 detik kemudian tambahkan natrium arsenit dan selanjutnya bandingkan dengan komparator (X2).
- c. Tambahkan orthotolidine pada tabung ketiga dan tunggu selama 5 menit untuk membandingkan dengan komparator (X3).

Apabila air mengandung klorin, maka akan terjadi perubahan warna menjadi kuning. Dari hasil perbandingan warna air sampel dengan komparator tersebut selanjutnya dilakukan perhitungan sisa klor bebas dengan rumus $X2-X1$ dan untuk sisa klor terikat dengan rumus $X3-X2$ (Chandra dan Widyastuti, 2007).

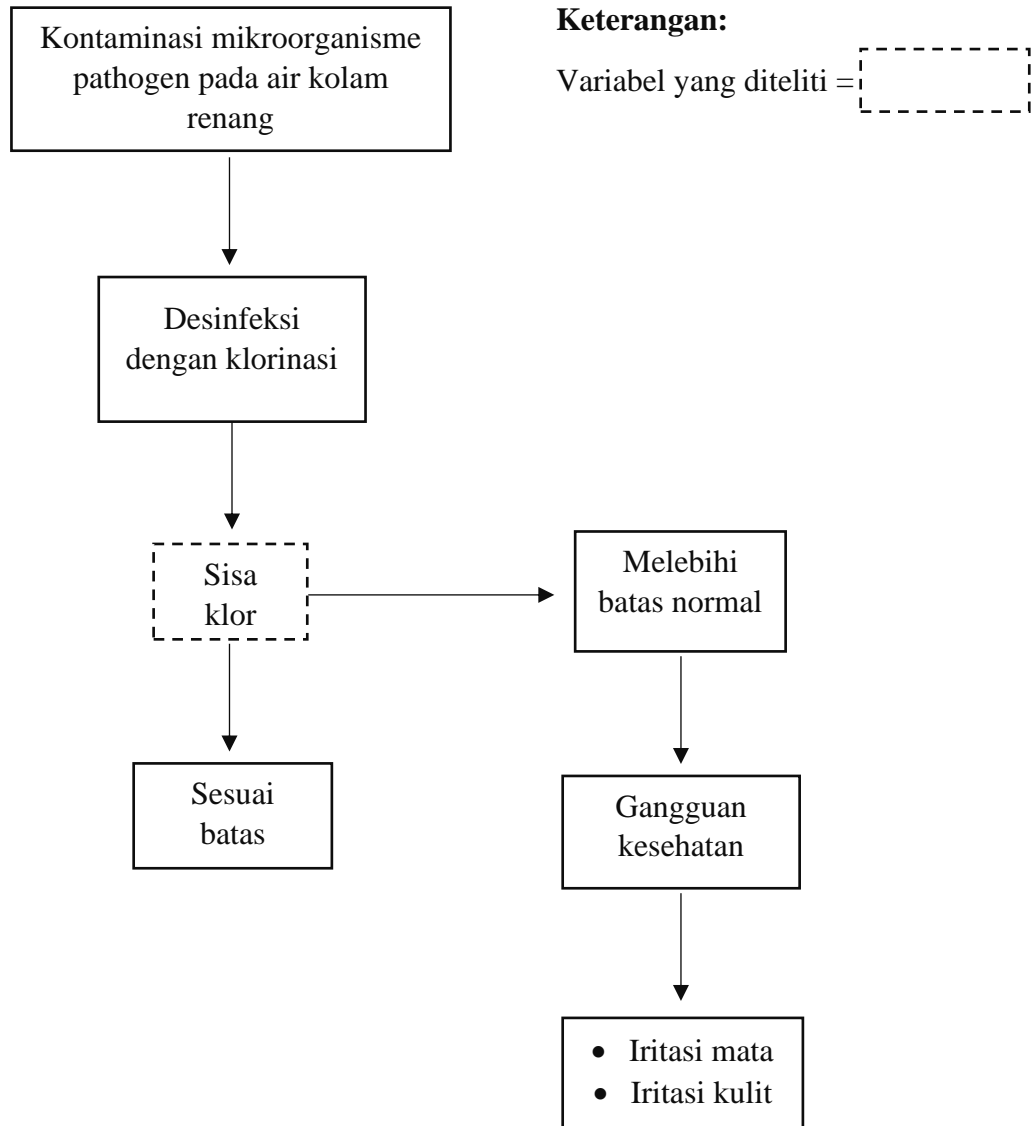
h. Dampak klorin bagi kesehatan

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017, kadar sisa klor yang diperbolehkan dalam air kolam renang

yaitu antara 1 – 1,5 mg/L. Apabila konsentrasi klorin berada di bawah ambang batas maka dapat menyebabkan kuman di dalam air tidak terdesinfeksi dengan baik. Sedangkan apabila penggunaan klorin tersebut terlalu banyak maka akan meninggalkan sisa klor yang tinggi dan dapat menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan.

Efek yang umumnya dirasakan seseorang setelah terpapar klor diantaranya iritasi saluran napas, dada terasa sesak, gangguan pada tenggorokan, batuk, iritasi pada kulit, dan iritasi pada mata. Senyawa klorin yang bersifat iritatif kemudian dapat menyebabkan peradangan pada lapisan mata bagian luar seperti lapisan konjungtiva maupun pada bagian kornea mata. Gejala iritasi yang dirasakan akibat peradangan tersebut dapat berupa mata merah, mata terasa seperti berpasir, mata terasa gatal, mata terasa pedih, bengkak pada kelopak mata, dan pengelihatan menjadi kabur (Wicaksono dkk., 2016).

B. Kerangka Konsep



C. Pertanyaan Penelitian

1. Kapan waktu pemberian kaporit pada air kolam renang Palangi Tirta?
2. Bagaimana cara pemberian kaporit untuk desinfeksi air kolam renang Palangi Tirta?
3. Berapa dosis pembubuhan kaporit pada air kolam renang Palangi Tirta?

4. Bagaimana perubahan sisa klor bebas dalam kurun waktu tertentu di kolam renang Palangi Tirta?