

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Penelitian Terdahulu**

1. Penelitian Purnomosutji Dyah Prinajati, 2021 tentang Penentuan Dosis Optimum Natrium Hipoklorit pada Proses Klorinasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Perusahaan Farmasi. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan metode deskriptif yang bertujuan untuk menentukan dosis optimal penambahan klorin berdasarkan nilai klorin bebas pada setiap konsentrasi dalam skala laboratorium. Penentuan konsentrasi dosis optimum klorin dilakukan dengan metode Jartest. Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan maka ditetapkan konsentrasi dosis optimum klorin yang ditambahkan pada unit klorinasi pada Perusahaan Farmasi ini sebesar 6 mg/L.
2. Penelitian F. Fadhila *et al.*, 2019 tentang Penetapan Nilai Titik Retak Klorinasi (*Breakpoint Chlorination/BPC*) Pada Limbah Cair Rumah Sakit X di Kota Bandung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur konsentrasi klor aktif yang terkandung dalam limbah cair rumah sakit dan menentukan nilai titik retak klorinasi dengan mengukur sisa klor. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan mengambil 100 ml sampel limbah setelah proses klorinasi dan 500 ml sebelum proses klorinasi yang kemudian diperiksa dengan metode Orthotolidine Arsenit Test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kandungan bahan organik sebesar 19,4 ppm. Konsentrasi kaporit yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, 60 ppm, 65 ppm, 70 ppm, 75 ppm, 80 ppm, dengan nilai sisa klor klorinasi sebesar 0,1 ppm. Dapat disimpulkan bahwa nilai BPC terjadi pada saat penambahan kaporit sebanyak 60 ppm yang menghasilkan sisa klor sebesar 0,2 ppm.

3. Penelitian Fina Nidaul Mufida, 2024 tentang Efektifitas Pembubuhan Larutan Kaporit terhadap Daya Sergap Klor pada Instalasi pengolahan Air Limbah RSUD dr. Sayidiman Magetan yang menggunakan desain penelitian pre-eksperimen dengan metode analisis deskriptif dan sampel limbah cair pada Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUD dr. Sayidiman Magetan.

Tabel II. 1 Tabel Perbedaan Penelitian Terdahulu

No.	Nama dan Judul Penelitian	Jenis Penelitian dan Populasi Sampel	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Purnomosutji Dyah Prinajati 2021 (Prinajati, 2021)	Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan metode deskriptif. Sampel yang digunakan adalah air limbah Outlet tangki sedimentasi Perusahaan Farmasi	Variabel a. Konsentrasi optimum klorin b. Nilai klorin bebas pada setiap konsentrasi	Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan maka ditetapkan konsentrasi dosis optimum klorin yang ditambahkan pada unit klorinasi pada Perusahaan Farmasi ini sebesar 6 mg/L.
2.	Feldha Fadhila F, Aviari., Aziz Ansori Wahid A.A, Suci R.N Aeni 2019 (Fadhila, 2019)	Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan metode deskriptif. Sampel dalam penelitian ini adalah limbah cair Rumah Sakit X di kota Bandung sebelum proses klorinasi, dengan kriteria waktu pengambilan sampel pada pagi hari dan Lokasi pengambilan sampel pada bak aerasi.	Variabel a. Konsentrasi klor aktif dalam limbah cair rumah sakit b. Konsentrasi kaporit yang di tambahkan pada saat proses klorinasi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kandungan bahan organik sebesar 19,4 ppm. Konsentrasi kaporit yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, 60 ppm, 65 ppm, 70 ppm, 75 ppm, 80 ppm, dengan nilai sisa klor klorinasi sebesar 0,1 ppm. Dapat disimpulkan bahwa nilai BPC terjadi pada saat penambahan kaporit sebanyak 60 ppm yang menghasilkan sisa klor sebesar 0,2 ppm.

Pembeda dengan penelitian terdahulu yaitu pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Efektifitas Pembubuhan Larutan Kaporit terhadap Daya Sergap Klor dengan menggunakan metode injeksi dengan debit konstan 100 ml/menit dalam waktu 40 menit. Sampel yang digunakan berada pada limbah cair outlet IPAL RSUD dr. Sayidiman Magetan setelah klorinasi. Serta jenis penelitian menggunakan pre eksperimen.

## **B. Telaah Pustaka**

### **1. Rumah Sakit**

#### **a. Pengertian**

Rumah Sakit adalah Fasilitas Pelayanan Kesehatan yang menyelenggarakan Pelayanan Kesehatan perseorangan secara paripurna melalui Pelayanan Kesehatan promotif, preventif, kuratif, rehabilitatif, dan/ atau paliatif dengan menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan Gawat Darurat (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2023 Tentang Kesehatan, 2023).

Rumah Sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat. Rumah sakit merupakan sarana pelayanan kesehatan, tempat berkumpulnya orang sakit maupun orang sehat, atau dapat menjadi tempat penularan penyakit serta memungkinkan terjadinya pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan (Kartikasari, 2019).

#### **b. Klasifikasi**

Rumah sakit dapat diklasifikasikan menjadi beberapa golongan berdasarkan jenis pelayanan, kepemilikan, jangka waktu pelayanan, kapasitas tempat tidur dan fasilitas pelayanan, dan afiliasi pendidikan. (Kartikasari, 2019)

##### **a. Berdasarkan jenis pelayanan**

###### **1) Rumah sakit umum**

Rumah sakit yang memberikan pelayanan kesehatan pada semua bidang dan jenis penyakit.

###### **2) Rumah sakit khusus**

Rumah sakit yang memberikan pelayanan utama pada satu bidang atau satu jenis penyakit tertentu berdasarkan disiplin ilmu, golongan umur, organ, jenis penyakit, atau kekhususan lainnya.

##### **b. Berdasarkan kepemilikan**

###### **1) Rumah sakit pemerintah**

###### **2) Rumah sakit swasta**

c. Berdasarkan fasilitas dan kapasitas tempat tidur

1) Rumah sakit kelas A

Rumah sakit umum yang memiliki jumlah tempat tidur paling sedikit 250 buah.

2) Rumah sakit kelas B

Rumah sakit umum yang memiliki jumlah tempat tidur paling sedikit 200 buah.

3) Rumah sakit kelas C

Rumah sakit umum yang memiliki jumlah tempat tidur paling sedikit 100 buah.

4) Rumah sakit kelas D

Rumah sakit umum yang memiliki jumlah tempat tidur paling sedikit 50 buah.

2. Air Limbah

Air limbah adalah seluruh air buangan yang berasal dari hasil proses kegiatan sarana pelayanan masyarakat yang meliputi : air limbah domestik (air buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian), air limbah klinis (air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, misalnya air bekas cucian luka, cucian darah dan lain-lain), air limbah laboratorium dan lainnya. (Mahyuddin et al., 2023)

a. Jenis

Berdasarkan (Mahyuddin et al., 2023), air limbah yang ada di pelayanan kesehatan umumnya dibedakan menjadi 3 jenis, antara lain :

1) Air limbah domestik

Air limbah domestik adalah air yang berasal dari usaha atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan perumahan. Beberapa bentuk dari air limbah ini berupa tinja, air seni, limbah kamar mandi, dan juga sisa kegiatan dapur rumah tangga.

2) Air limbah klinis

Air limbah klinis adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan Rumah Sakit dalam bentuk padat, cair, pasta (gel) maupun gas yang dapat mengandung mikroorganisme patogen bersifat infeksius, bahan kimia beracun, dan sebagian bersifat radioaktif.

3) Air limbah laboratorium klinik dan kimia

Air limbah laboratorium adalah limbah yang berkaitan dengan mikrobiologi dari rumah sakit atau ruang perawatan/isolasi penyakit menular. Akan tetapi, ada beberapa institusi yang juga memasukkan bangkai hewan percobaan yang terkontaminasi atau yang diduga terkontaminasi oleh organism patogen ke dalam kelompok limbah infeksius.

b. Karakteristik

1) Fisik

a) Padatan

Limbah cair mengandung berbagai macam zat padat dari material yang kasar sampai dengan material yang bersifat koloidal. Dalam karakterisasi limbah cair material kasar selalu dihilangkan sebelum dilakukan analisis contoh terhadap zat padat.

b) Bau

Bau merupakan petunjuk adanya pembusukan air limbah. Penyebab adanya bau pada air limbah karena adanya bahan volatile, gas terlarut dan hasil samping dari pembusukan bahan organik. Bau yang dihasilkan oleh air limbah pada umumnya berupa gas yang dihasilkan dari penguraian zat organik yang terkandung dalam air limbah, seperti Hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S).

c) Suhu

Limbah cair umumnya mempunyai temperatur lebih tinggi dari pada temperatur udara setempat. Temperatur limbah cair dan air merupakan parameter sangat penting sebab efeknya pada

kehidupan dalam air, meningkatkan reaksi kimia, dan mengurangnya spesies ikan dalam air.

d) Kekeruhan

Kekeruhan sifat optis air yang akan membatasi pencahayaan kedalam air. Kekeruhan terjadi karena adanya zat-zat koloid yang melayang dan zat-zat yang terurai menjadi ukuran yang lebih (tersuspensi) oleh binatang, zat-zat organik, jasad renik, lumpur, tanah, dan benda-benda lain yang melayang. Tidak dapat dihubungkan secara langsung antara kekeruhan dengan kadar semua jenis zat suspensi, karena tergantung juga kepada ukuran dan bentuk butir.

2) Kimia

a) BOD

*Biological Oxygen Demand* (BOD) adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri (aerobik) untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air.

b) COD

*Chemical Oxygen Demand* (COD) atau Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) adalah jumlah oksigen (mg O<sub>2</sub>) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi K<sub>2</sub> Cr<sub>2</sub> O<sub>7</sub> digunakan sebagai sumber oksigen (oxidizing agent). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

c) pH

Air limbah dengan konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik bagi air limbah adalah netral (7). Semakin kecil nilai pH-nya, maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam.

d) Logam

Menentukan jumlah kandungan logam pada air limbah seperti nikel (Ni), magnesium (Mg), timbal (Pb), kromium (Cr), kadmium (Cd), Zeng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe) dan air raksa (Hg) sangat penting dikarenakan jika berlebihan maka akan bersifat racun. Akan tetapi, beberapa jenis logam biasanya dipergunakan untuk pertumbuhan kehidupan biologis, misalnya pada pertumbuhan algae apabila tidak ada logam pertumbuhannya akan terhambat.

3) Biologi

Limbah cair biasanya mengandung mikroorganisme yang memiliki peranan penting dalam pengolahan limbah cair secara biologi, tetapi ada juga mikroorganisme yang membahayakan bagi kehidupan manusia. Salah satu mikroorganisme tersebut adalah coliform.

Coliform merupakan salah satu kelompok bakteri terbesar yang ditemukan dalam air yang terkontaminasi tinja dan merupakan masalah kesehatan masyarakat yang utama. Bakteri ini berkembang sebagai bakteri komensal di usus manusia dan masuk ke lingkungan tanpa batas waktu melalui feses. Coliform juga dikenal sebagai organisme model karena keberadaannya menunjukkan prevalensi patogen potensial lainnya, sehingga sering digunakan sebagai indikator yang baik untuk kontaminasi tinja. Karena terbatasnya sumber air bersih yang tersedia di bumi, polusi air sangat mempengaruhi ketersediaannya. Solusi seperti desinfeksi,

pengurangan konsentrasi nutrisi, atau repopulasi tidak dapat dilakukan di ekosistem air yang mengalir besar seperti sungai air tawar (Mishra et al., 2018).

### 3. IPAL

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah sebuah instalasi mengolah limbah tercemar menjadi aman saat dibuang yang bertujuan menurunkan potensi pencemaran lingkungan untuk menciptakan lingkungan yang sehat, nyaman, dan berkelanjutan. (Mahyuddin et al., 2023).

Di rumah sakit sendiri, IPAL yang umumnya digunakan adalah IPAL dengan sistem biofilter anaerob-aerob karena banyaknya keunggulan, antara lain:

- a. Pengelolaan yang mudah
- b. Tidak memakan lahan yang luas
- c. Biaya operasi lebih rendah
- d. Dapat digunakan untuk limbah dengan BOD yang tinggi
- e. Dapat menurunkan atau menghilangkan padatan tersuspensi dengan baik

Berdasarkan (Mahyuddin et al., 2023), proses pengolahan air limbah adalah sebagai berikut :

#### a. Bak ekualisasi

Air limbah dialirkan ke bak pengumpul yang selanjutnya dialirkan ke pengendapan awal untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir, dan kotoran organik yang tersuspensi.

#### b. Bak biologis anaerob

Air limpasan dari bak pengendapan dialirkan ke reaktor biofilter anaerob yang telah diberikan media dan dibuat menjadi 2 ruang. Setelah proses beberapa hari, permukaan media filter akan ditumbuhi lapisan film mikro-organisme yang berfungsi untuk menguraikan zat organik yang belum sempat terurai.

c. Bak biologis aerob

Air limpasan dari bak biologis anaerob dialirkan ke bak biologis aerob, di mana telah ada media mikro-organisme yang menempel di permukaan media dan diberikan aerasi untuk meningkatkan efisiensi penguraian zat organik.

Air limbah kemudian dialirkan ke dalam bak kontraktor klor untuk proses disinfeksi dengan senyawa klor untuk membunuh mikro-organisme patogen.

d. Bak kimiawi

Air limbah kemudian dialirkan ke bak kimiawi untuk diberikan senyawa kimia oksidator yang kuat dengan tujuan tidak ada lagi bakteri yang hidup.

e. Bak filtrasi

Dalam bak filtrasi, air limbah akan melewati berbagai macam filter untuk menyaring berbagai kontaminan dalam air limbah, seperti pasir, lumpur, kotoran kasar, logam berat, dan lain-lain.

f. Bak desinfektan

Tujuan desinfeksi adalah untuk mengurangi atau membunuh mikroorganisme patogen pada cairan limbah. Kondisi bahan pembunuh dan mikroorganisme sangat mempengaruhi mekanisme pemusnahan mikroorganisme tersebut..

g. Bak kontrol

Air limbah yang sudah diolah akan dialirkan ke dalam bak kontrol yang biasanya diisi oleh ikan yang hidup di air bersih untuk melihat apakah proses pengolahan sudah aman untuk dibuang ke badan air

4. Disinfeksi

Disinfeksi adalah proses untuk membunuh bakteri-bakteri patogen penyebab penyakit, mikroorganisme dan sebagai oksidator dalam air. Disinfeksi berbeda dengan sterilisasi, karena pada proses sterilisasi seluruh mikroorganisme akan mati, sedangkan pada disinfeksi ada beberapa spora bakteri yang lebih tahan terhadap disinfeksi dibanding bentuk vegetatif.

Disinfeksi pada pengolahan air diperlukan dalam rangka menjaga agar air hasil pengolahan aman dikonsumsi oleh pelanggan (Syahputra, Islam, et al., 2022).

Faktor utama yang menentukan bagaimana desinfektan bekerja adalah kadar desinfektan, waktu yang diberikan kepada desinfektan untuk bekerja, suhu desinfektan, jumlah, tipe mikroorganisme yang ada dan keadaan bahan yang didesinfeksi (Apriliyanto et al., 2022). Apabila proses disinfeksi ditujukan pada patogen tertentu, agen yang dipilih sebagai desinfektan harus dikenal sebagai bakterisida efektif terhadap organisme tersebut. Cara kerja desinfektan dalam mematikan mikroorganisme yaitu:

- a. Kerusakan pada dinding sel dengan cara menghambat pembentukan atau mengubah setelah selesai terbentuk
  - b. Perubahan metabolisme sel, karena adanya kerusakan pada membran sitoplasma yang akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan sel atau matinya sel
  - c. Perubahan molekul protein dan asam nukleat. Apabila terjadi perubahan molekul protein dan asam nukleat dimana hidupnya suatu sel bergabung pada terpeliharanya molekul ini, maka dapat merusak sel tanpa diperbaharui kembali
  - d. Penghambatan kerja enzim yang dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel
5. Klorinasi

Klorinasi adalah salah satu metode yang digunakan dalam disinfeksi, di mana klorinasi adalah penggunaan senyawa klorin yang efektif untuk proses disinfeksi.

Klorin sendiri umumnya terdapat pada Calcium Hypochlorid atau  $\text{Ca}(\text{OCI})_2$  yang biasanya diperdagangkan dengan nama kaporit yang mengandung 70 % senyawa klorin dan mudah larut dalam air (Syahputra, Islam, et al., 2022). Beberapa jenis klorin yang umumnya dipakai adalah sebagai berikut:

a. Kaporit (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.

b. Natrium hipoklorit

Natrium hipoklorit dipasarkan 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.

c. 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.

6. Sisa Klor

Sisa klor adalah sisa senyawa klorin yang masih ada di dalam air setelah terjadinya proses klorinasi. (Herawati & Yuntarso, 2017). Sisa klor dapat dibagi menjadi 2 jenis, antara lain:

a. Sisa klor bebas

Klorin dalam air yang berperan sebagai asam hipoklorit dan ion hidroklorit yang berfungsi sebagai disinfektan.

b. Sisa klor terikat

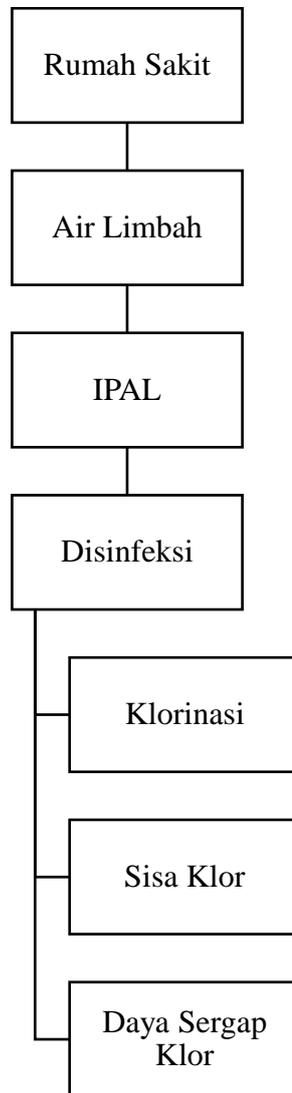
Klorin dalam air yang tercampur dengan amonia.

7. Daya Sergap klor

Daya Sergap Klor adalah zat klor yang ada dalam air untuk melakukan proses kimia guna mengikat zat organik yang kemudian membentuk senyawa klorida yang akan berfungsi sebagai disinfektan. (Herawati & Yuntarso, 2017).

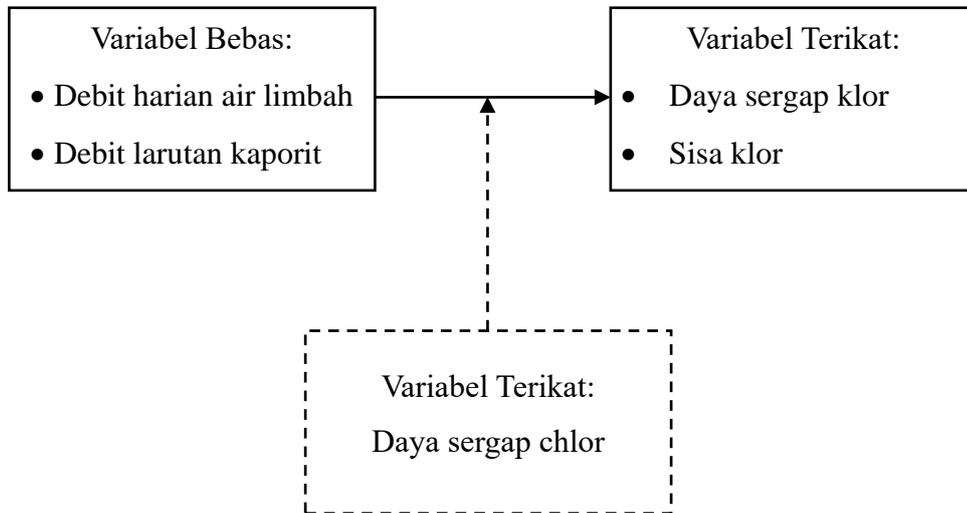
Daya sergap klor adalah banyaknya klor aktif yang dipakai oleh senyawa pereduksi yang ada di dalam air baku. Senyawa pereduksi ini dapat berbentuk senyawa anorganik, misalnya garam-garam fero atau dapat berbentuk senyawa organik baik yang hidup atau yang mati. Jumlah klor yang ditangkap oleh senyawa-senyawa pereduksi yang ada di dalam air baku adalah selisih antara jumlah klor senyawa-senyawa pereduksi yang ada di dalam air baku adalah selisih antara jumlah klor yang diberikan ke dalam air baku dan sisa klor bebas pada akhir waktu kontak (waktu kontak berkisar antara 30 menit-60 menit) (Tawe, 2015).

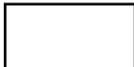
## 8. Kerangka Teori

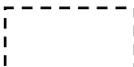


Gambar II. 1 Kerangka Teori

## 9. Kerangka Konsep



 : Variabel yang diteliti

 : Variabel yang tidak diteliti

Gambar II. 2 Kerangka Konsep

