

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah Cair

1. Pengertian

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup Limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Limbah cair adalah limbah berupa cairan yang berasal dari hasil buangan bahan-bahan yang telah terpakai dari suatu proses produksi industri, domestik (rumah tangga), pertanian, serta laboratorium yang tercampur (tersuspensi) dan terlarut di dalam air. Limbah cair tersebut juga sebagai pencemar air, karena komponen pencemar air pada umumnya terdiri dari bahan buangan adat, bahan buangan organik dan bahan buangan organik, (Hidup et al., 2007).

Limbah adalah sisa dari suatu usaha maupun kegiatan yang mengandung bahan berbahaya atau beracun yang karena sifat, konsentrasi, dan jumlahnya, baik yang secara langsung maupun tidak langsung dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya (Mahida,1984). Bahan yang sering ditemukan dalam limbah antara lain senyawa organik yang dapat terbiodegradasi, senyawa organik yang mudah menguap, senyawa organik yang sulit terurai (*Rekalsitran*), logam berat yang toksik, padatan tersuspensi, nutrien, mikrobia patogen, dan parasit, (Dirgantoro, 2017).

(Dirgantoro,2017) berdasarkan wujud limbah yang dihasilkan, limbah terbagi 3 yaitu :

1. Limbah padat

Limbah padat adalah limbah yang memiliki wujud padat yang bersifat kering dan tidak dapat berpindah kecuali dipindahkan.

Limbah padat ini biasanya berasal dari sisa makanan, sayuran, potongan kayu, ampas hasil industri, dan lain-lain.

2. Limbah cair

Limbah cair adalah limbah yang memiliki wujud cair. Limbah cair ini selalu larut dalam air dan selalu berpindah (kecuali ditempatkan pada wadah/bak). Contoh dari limbah cair ini adalah air bekas cuci pakaian dan piring, limbah cair dari industri, dan lain-lain.

3. Limbah gas

Limbah gas adalah limbah yang berwujud gas. Limbah gas bisa dilihat dalam bentuk asap dan selalu bergerak sehingga penyebarannya luas. Contoh dari limbah gas adalah gas buangan kendaraan bermotor, buangan gas dari hasil industri.

Limbah cair merupakan gabungan atau campuran dari air dan bahan-bahan pencemar yang terbawa oleh air, baik dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi yang terbuang dari sumber domestik (perkantoran, perumahan, dan perdagangan) sumber industri, dan pada saat tertentu tercampur dengan air tanah, air hujan, (Andiese, 2011).

Permukaan, atau air hujan (Soeparman dan Menurut Chandra (2005), limbah cair merupakan salah satu jenis sampah. Adapun sampah (*waste*) adalah zat-zat atau benda-benda yang sudah tidak terpakai lagi, baik yang berasal dari rumah maupun sisa-sisa proses industri. Secara umum limbah cair dapat dibagi menjadi :

1. *Human excreta* (feses dan urine)
2. *Sewage* (air limbah)
3. *Industrial waste* (bahan buangan dari sisa proses industri).

Menurut Soeparman dan Suparmin (2002), limbah cair bersumber dari aktivitas manusia (*human sources*) dan aktivitas alam (*natural sources*). Beberapa aktivitas manusia yang menghasilkan limbah cair

diantaranya adalah aktivitas dalam bidang rumah tangga, perkantoran, perdagangan, perindustrian, pertanian dan pelayanan jasa.

Air limbah yang tidak menjalani pengolahan yang benar tentunya dapat menimbulkan dampak yang tidak diinginkan. Dampak tersebut antara lain :

1. Kontaminasi dan pencemaran pada air permukaan dan badan-badan air yang digunakan oleh manusia.
2. Mengganggu kehidupan dalam air, mematikan hewan dan tumbuhan air.
3. Menimbulkan bau (sebagai hasil dekomposisi zat anaerobik dan zat anorganik).
4. Menghasilkan lumpur yang dapat mengakibatkan pendangkalan air sehingga terjadi penyumbatan yang dapat menyebabkan banjir.

Pengelompokan limbah berdasarkan bentuk atau wujudnya dapat dibagi menjadi empat diantaranya yaitu: limbah cair, limbah padat, limbah gas dan limbah suara. Limbah cair diklasifikasikan dalam empat kelompok diantaranya yaitu:

1. Limbah cair domestik (*domestic wastewater*), yaitu limbah cair hasil buangan dari perumahan (rumah tangga), bangunan, perdagangan dan perkantoran. Contohnya yaitu: air sabun, air detergen sisa cucian, dan air tinja.
2. Limbah cair industri (*industrial wastewater*), yaitu limbah cair hasil buangan industri. Contohnya yaitu: sisa pewarnaan kain/bahan dari industri tekstil, air dari industri pengolahan makanan, sisa cucian daging, buah, atau sayur.
3. Rembesan dan luapan (*infiltration and inflow*), yaitu limbah cair yang berasal dari berbagai sumber yang memasuki saluran pembuangan limbah cair melalui rembesan ke dalam tanah atau

melalui luapan dari permukaan. Air limbah dapat merembes ke dalam saluran pembuangan melalui pipa yang pecah, rusak, atau bocor sedangkan luapan dapat melalui bagian saluran yang membuka atau yang terhubung ke permukaan. Contohnya yaitu: air buangan dari talang atap, pendingin ruangan (AC), bangunan perdagangan dan industri, serta pertanian atau perkebunan.

4. Air hujan (*storm water*), yaitu limbah cair yang berasal dari aliran air hujan di atas permukaan tanah. Aliran air hujan di permukaan tanah dapat melewati dan membawa partikel-partikel buangan padat atau cair sehingga dapat disebut limbah cair.

Limbah cair bersumber dari pabrik yang biasanya banyak menggunakan air dalam sistem prosesnya. Selain itu, ada juga bahan baku mengandung air sehingga dalam proses pengolahannya air harus dibuang. Air terikut dalam proses pengolahan kemudian dibuang misalnya ketika dipergunakan untuk pencuci suatu bahan sebelum diproses lanjut. Air ditambah bahan kimia tertentu kemudian diproses dan setelah itu dibuang. Semua jenis perlakuan ini mengakibatkan buangan air.

Tabel 1.
Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Satuan	Nilai Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	50
COD	mg/L	80
TSS	mg/L	30
Minyak & Lemak	mg/L	10
MBAS	mg/L	10
Total <i>Coliform</i>	MPN/ 100 ml	5000
Amonia Nitrogen	Mg/L	10

Sumber: (Permen LHK RI No.5 Tahun 2014)

B. Dampak Buruk Air Limbah

1. Pengertian

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak buruk bagi makhluk hidup dan lingkungannya. Beberapa dampak buruk tersebut adalah sebagai berikut :

a. Gangguan Kesehatan

Air limbah dapat mengandung bibit penyakit yang dapat menimbulkan penyakit bawaan air (waterborne disease). Selain itu di dalam air limbah mungkin juga terdapat zat-zat berbahaya dan beracun yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi makhluk hidup yang mengkonsumsinya. Adakalanya, air limbah yang tidak dikelola dengan baik juga dapat menjadi sarang vektor penyakit (nyamuk, lalat, kecoa, dan lain-lain).

b. Penurunan Kualitas Lingkungan

Air limbah yang dibuang langsung ke air permukaan dapat mengakibatkan pencemaran air permukaan tersebut. Sebagai contoh, bahan organik yang terdapat dalam air limbah bila dibuang langsung ke sungai dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut (Dissolved Oxygen) di dalam sungai tersebut. Adakalanya, air limbah juga dapat merembes ke dalam air tanah, sehingga menyebabkan pencemaran air tanah. Bila air tanah tercemar, maka kualitasnya akan menurun sehingga tidak dapat lagi digunakan sesuai peruntukannya.

c. Gangguan Terhadap Keindahan

Adakalanya air limbah mengandung polutan yang tidak mengganggu kesehatan dan ekosistem, tetapi mengganggu keindahan. Contoh yang sederhana adalah air limbah yang mengandung pigmen warna. Kadang-kadang air limbah dapat juga mengandung bahan-bahan yang bila terurai menghasilkan gas-gas yang berbau.

d. Gangguan Terhadap Kerusakan Benda

Apabila air limbah mengandung gas karbondioksida yang agresif, maka mau tidak mau akan mempercepat proses terjadinya karat pada benda yang terbuat dari besi serta bangunan air kotor lainnya. Dengan cepat rusaknya benda tersebut maka biaya pemeliharannya akan semakin besar juga, yang berarti akan menimbulkan kerugian material. Selain karbondioksida agresif, maka tidak kalah pentingnya apabila air limbah itu adalah air limbah yang berkadar pH rendah atau bersifat asam maupun pH tinggi yang bersifat basa. Melalui pH yang rendah maupun pH yang tinggi akan mengakibatkan timbulnya kerusakan pada benda-benda yang dilaluinya. Lemak yang merupakan sebagian komponen air limbah mempunyai sifat yang menggumpal pada suhu udara normal, dan akan berubah menjadi caki saat dibuang ke saluran air limbah akan menumpuk secara kumulatif pada saluran air limbah karena mengalami pendinginan dan lemak ini akan menempel pada dinding saluran air limbah yang pada akhirnya akan menyumbat aliran air limbah.

e. Gangguan Terhadap Kehidupan Biotik

Dengan banyaknya zat pencemar yang ada di dalam air limbah, maka akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen yang terlarut di dalam air limbah. Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dalam hal ini akan mengurangi perkembangannya. Selain kematian kehidupan di dalam air disebabkan karena kurangnya oksigen di dalam air dapat juga disebabkan karena adanya zat beracun yang berada di dalam air limbah tersebut.

C. Bakteri Coliform

1. Pengertian

Coliform merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, susu dan produk susu. Adanya bakteri *Coliform* di dalam makanan dan minuman menunjukkan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan, (Yuniarti, 2007). Bakteri *Coliform* dapat dibedakan menjadi 2 kelompok :

- a. *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.
- b. *Coliform* non fekal misalnya : *Enterobakter aerogenes* Bagi manusia air minum ialah salah satu kebutuhan utama mengingat air sebagai faktor utama dalam penularan penyakit khususnya dalam masyarakat, maka tujuan utama penyediaan air bersih atau air minum adalah untuk mencegah penyakit yang dibawa oleh air, (Suriawira, 1996).

Dalam metode uji kualitas mikrobiologi air minum digunakan kelompok *Coliform* sebagai indikator. *Coliform* sebagai suatu kelompok dicirikan sebagai bakteri bentuk batang, gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang mengfermentasi laktosa dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35°C, (Widiyanti, 2004).

2. Metode Most Probable Number (MPN)

Metode MPN (*Most Probable Number*) merupakan metode perhitungan sel terutama untuk perhitungan bakteri *coliform* berdasarkan jumlah perkiraan terdekat yaitu perhitungan dalam range tertentu dan dihitung sebagai nilai duga dekat secara statistik dengan merujuk pada tabel MPN, (Harti, 2015). Metode MPN ini menggunakan medium cair dalam tabung reaksi. Perhitungan MPN berdasarkan pada jumlah tabung reaksi yang positif yakni ditumbuhi oleh mikroba serelah diinkubasi pada suhu dan waktu tertentu.

Pengamatan tabung yang positif dapat dilihat dengan mengamati timbulnya kekeruhan atau terbentuknya gas di dalam tabung kecil (Tabung durham) yang diletakkan pada posisi terbalik yakni untuk jasad renik yang membentuk gas. Lebih banyak tabung yang digunakan menunjukkan ketelitian yang lebih tinggi tetapi tabung reaksi yang digunakan juga lebih banyak, (Waluyo, 2009).

Salah satu metode yang digunakan adalah metode MPN (Most Probable Number), dalam metode MPN digunakan medium cair di dalam tabung reaksi, dalam hal ini perhitungan dilakukan berdasarkan jumlah tabung positif. Pengamatan tabung yang positif dapat dilihat dengan mengamati timbulnya kekeruhan, atau terbentuknya gas di dalam tabung durham untuk bakteri pembentuk gas. 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. Kelompok bakteri yang dapat dihitung dengan

metode MPN juga bervariasi bergantung pada media yang digunakan untuk pertumbuhannya, (Supardi I & Sukanto, 1999).

Metode Most Probable Number (MPN) mempunyai beberapa kelebihan, salah satunya pada volume media LBSS dan LBDS menggunakan 10 ml dan 5 ml. Pemeriksaan kehadiran bakteri coli dari air dilakukan berdasarkan penggunaan media kaldu laktosa yang ditempatkan di dalam tabung reaksi berisi tabung durham (tabung kecil yang letaknya terbalik, digunakan untuk menangkap gas yang terjadi akibat fermentasi laktosa menjadi asam dan gas). Tergantung kepada kepentingan, menggunakan ragam 511, 5 ml media LBDS pada 5 tabung dan 5 ml media LBSS pada 2 tabung, (PDAM, 2015)

Metode MPN (*Most Probable Number*) menggunakan pendekatan “pengenceran berganda hingga punah” telah dibuktikan sangat baik untuk memperkirakan populasi mikroba, terutama jika mikroba ada. Saat ini metode MPN juga dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah mikroba *Salmonella* dan fecal *coliform* lainnya, (Nugroho, 2006).

Metode MPN didasarkan pada pembagian sampel menjadi tiga macam pengenceran. Akurasi dari satu kali pengujian tergantung dari jumlah tabung yang digunakan untuk tiap pengenceran. Lazimnya, digunakan sistem 5 tabung atau 3 tabung untuk setiap pengenceran. Hasil akan diperoleh apabila semua tabung dengan pengenceran rendah menunjukkan pertumbuhan dan tabung-tabung dengan pengenceran tinggi menunjukkan tidak adanya pertumbuhan, (Nugroho, 2006).

Pengambilan sampel, pengiriman dan pemeriksaan sampel air harus dilakukan dengan cara aseptis dan dapat mewakili air yang diperiksa. Penggunaan alat-alat, media dan reagensia serta pelaksanaan pengujian harus sesuai dengan jenis bakteri yang akan

ditentukan. Dalam pengujian sampel, disarankan untuk menggunakan satu set tabung dari setiap kelompok pengenceran sebagai kontrol yang tidak diinokulasi. Contohnya, jika menggunakan metode MPN 5 tabung, maka perlu ditambah 1 set berisi 5 tabung lagi harus diinkubasi sebagai kontrol untuk meyakinkan bahwa medium yang digunakan benar-benar steril. Selain itu, temperatur inkubator juga harus dikontrol. Pengenceran sampel dengan menggunakan metode MPN identik dengan prosedur untuk perhitungan koloni. Tabung positif dari setiap kelompok pengenceran dicatat dan hasilnya ditentukan berdasarkan angka yang tertera pada tabel MPN, (Nugroho, 2006).

Dalam metode MPN pengenceran sampel harus lebih tinggi daripada pengenceran, sehingga beberapa tabung berisi medium cair yang diinokulasikan dengan larutan hasil pengenceran mengandung 1 jasad renik, beberapa tabung mungkin mengandung lebih dari 1 sel, sedangkan tabung yang lain tidak mengandung sel sama sekali. Dengan demikian, setelah diinkubasi diharapkan terjadi pertumbuhan pada beberapa tabung yang dinyatakan sebagai tabung positif sedangkan tabung lainnya negatif, (Waluyo, 2009).

Metode MPN dapat digunakan untuk menghitung jumlah mikroba tertentu yang terdapat diantara campuran mikroba lain. Misalnya, jika digunakan medium kaldu laktosa, ditunjukkan dengan terbentuknya gas dalam tabung Durham. Cara ini dapat digunakan untuk menentukan MPN kelompok bakteri *Coliform* termasuk juga bakteri yang dapat memfermentasikan laktosa, (Waluyo, 2009).

Metode pemeriksaan yang digunakan dalam uji hitung bakteri coliform adalah metode Most Probable Number (MPN), dengan langkahlangkah sebagai berikut: Persiapan sampel, mencari nilai MPN sampel, menghitung hasil dan mengolah data. Variable bebas

dari penelitian ini adalah variasi volume media LBSS dan LBDS, Variable terikat: hasil uji MPN ragam 5 1 1. Hasil uji MPN adalah pembacaan hasil uji dari suspensi bakteri *Escherichia coli* standar 0,5 Mc farland setelah dilanjutkan dari media LBDS , LBSS ke media BGLB dengan membaca adanya gelombang gas. Data yang dikumpulkan dari penelitian ini adalah hasil uji hitung bakteri coliform metode MPN dengan volume media LBDS, LBSS yang di variasikan dari 4 ml, 6 ml, 8 ml, 10 ml, dan 12 ml.

Alat penelitian: Tabung durham, Tabung reaksi, Rak tabung, Ose, Autoclave, Beaker glass, Incubator, Lampu spritus, Pipet ukur 10 ml, Batang pengaduk, Plate, Neraca analitik, Hot plate, Erlenmeyer, Kapas, Tissue. Bahan: Suspensi bakteri *Escherichia coli*, Aquadest, Alcohol 70%. Media dan Reagensia: *Lactose Broth Double Strength* (LBDS), *Lactose Broth Single Strength* (LBSS), *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) dan *Nutrient Broth* (NB).

3. Tahapan Uji Metode MPN

Analisis kehadiran golongan bakteri *coliform* secara kualitatif dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

a. Tahap Pertama ialah “Uji Dugaan” (*Presumptive Test*)

Uji penduga merupakan tes pendahuluan tentang ada tidaknya kehadiran bakteri koliform berdasarkan terbentuknya asam dan gas disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan koli. Terbentuknya asam dilihat dari kekeruhan pada media *Lactose Broth* (LB) dan gas yang dihasilkan dapat dilihat dalam tabung durham, banyaknya kandungan bakteri golongan koli dapat dilihat dengan menghitung tabung yang menunjukkan reaksi positif terbentuknya gas, (Widiyanti, 2004).

Tabung reaksi berisi 10 ml medium cair yang dicampuri laktosa berisi dengan 1-5 ml dari sampel air. Volume inokulum ini bergantung pada asal-usul sampel air

tersebut. Jika diduga air contoh tersebut banyak mengandung kotoran maka cukuplah diambil 1 ml saja untuk diinokulasikan ke dalam tabung reaksi tersebut. Jika setelah 48 jam tidak ada gas tes ini dikatakan negatif berarti bahwa air aman untuk dikonsumsi, (Dwidjoseputro, 1989).

b. Tahap Kedua ialah “Uji Penguat” (*Confirmed Test*)

Uji penguat dilakukan jika pada uji penduga positif terbentuknya asam dan gas terutama pada masa inkubasi 1 x 24 jam. Kemudian disuspensikan dan ditanamkan pada media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) secara aseptik dan jika positif maka pada tabung Durham terbentuk asam dan gas, kemudian dibandingkan dengan tabung APM (Widiyanti, 2004).

Terbentuknya gas dalam *Lactose Broth* atau dalam BGLB tidak selalu menunjukkan bakteri *coli* karena mikroba lainnya mungkin juga ada yang dapat memfermentasikan laktosa dengan membentuk gas, misalnya bakteri asam laktat dan beberapa khamir tertentu. Oleh karena itu, dilakukan uji Pelengkap pada agar EMB.

c. Tahap Ketiga ialah “Uji Pelengkap” (*Completed Test*)

Uji pelengkap ini adalah uji terakhir untuk mengidentifikasi bakteri *Escherichia coli*. Uji ini dilakukan jika pada uji penguat positif terdapat bakteri golongan *Coli* di tabung Durham yang kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri berisi medium yang mengandung *lactose* dan eosin biru metilen, atau laktosa dan endo biru metilen. Jika dalam 24 jam tumbuh koloni-koloni yang berinti dan mengkilap seperti logam test ini berarti positif, (Dwidjoseputro, 1990).

D. Bak Klorinasi

Bak klorinasi adalah bak pembubuhan kaporit direncanakan dengan alat dosing pump/infuse chlorinator, dimana larutan klorin pada konsentrasi yang terukur dialirkan ke dalam air limpasan IPAL melalui saluran selng yanag dilengkapi pengatur aliran/kran.

Chlor bebas Klorin, khlorin atau chlorine merupakan bahan utama yang digunakan dalam proses klorinasi. Klorinasi adalah proses utama dalam proses penghilangan kuman penyakit. Efek chlor terhadap binatang dapat menyebabkan kerusakan ginjal dan hati. Sedangkan pada manusia dapat menyebabkan kanker dan cacat pada bayi. Chlor pada air limbah klinik berasal dari air sisa pencucian alat, sisa proses klorinasi, dan reagen analisa. Reagen tersebut adalah chlorfenol dan chloroquine. Chlorfenol merupakan reagen untuk jenis pemeriksaan kimia rutin. Sedangkan chloroquine merupakan reagen untuk jenis pemeriksaan urine rutin. (Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2019)

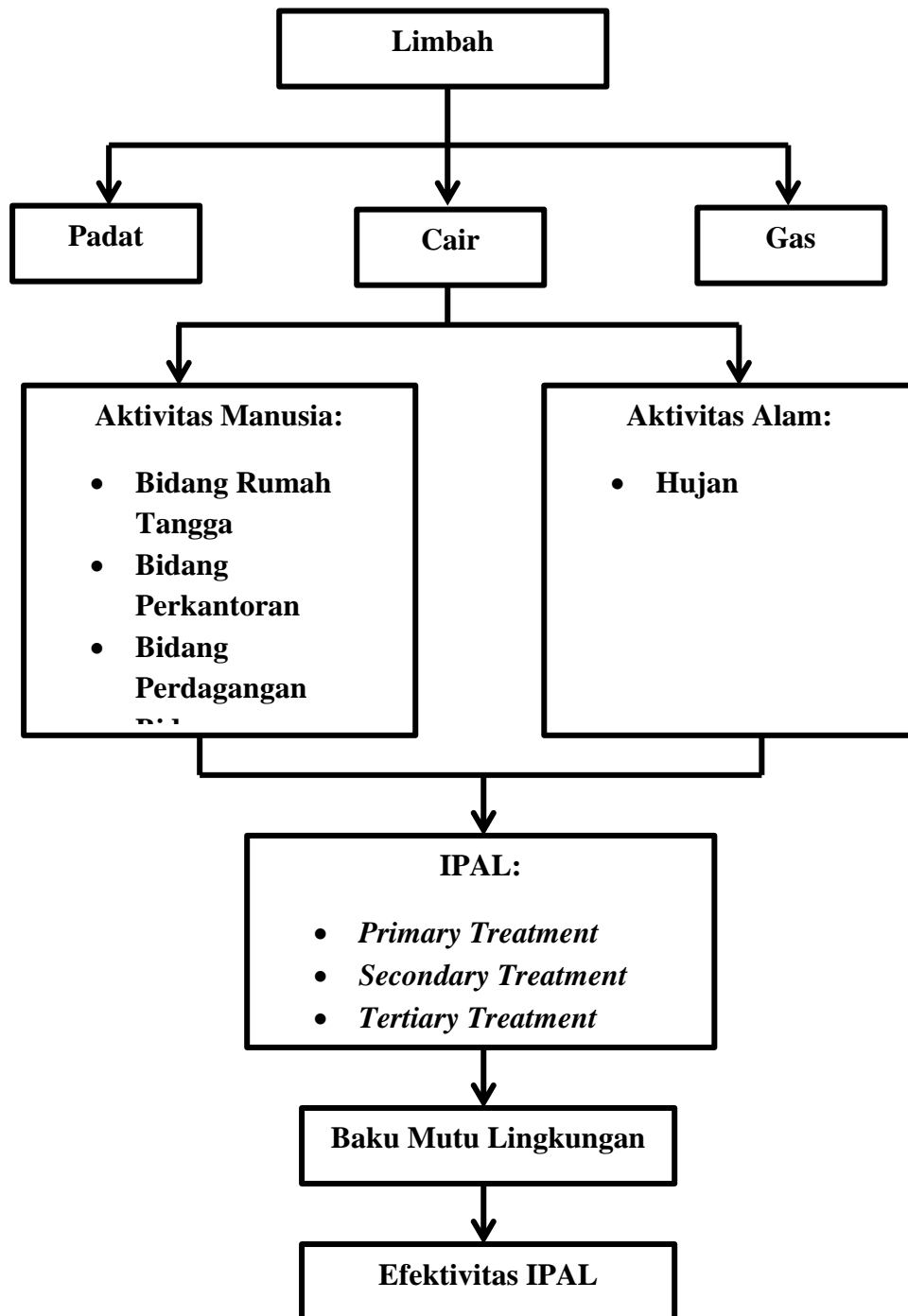
Desinfeksi merupakan salah satu proses dalam pengolahan air minum maupun air limbah yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme patogen. Metode desinfeksi yang paling umum digunakan di Indonesia adalah dengan menggunakan klor. Selain dapat membasmi bakteri dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang, dan lain-lain, klor dapat mengoksidasi Fe^{2+} , Mn^{2+} menjadi Fe^{3+} , Mn^{3+} dan memecah molekul organis seperti warna. Selama proses tersebut kaporit direduksi sampai menjadi klorida (Cl) yang tidak mempunyai daya. 2008).

Tetapi menurut Sururi, dkk., (2008), desinfeksi dengan menggunakan klor berpotensi menghasilkan Trihalometan (THMs) yang disebabkan oleh adanya reaksi antara senyawasenyawa organik berhalogen dalam air baku dengan klor. Selain itu, ada dampak negatif lain dari aplikasi klor terhadap kesehatan manusia.

Senyawa klor atau klorin yang berfungsi sebagai biosida pengoksidasi dapat berasal dari gas Cl_2 , atau dari garam-garam NaOCl dan Ca(OCl)_2 (kaporit). Kaporit/ kalsium hipoklorit adalah senyawa kimia bersifat korosif pada kadar tinggi, dan pada kadar rendah biasanya digunakan sebagai penjernih air (Alaert dan Sumestri, 1987).

BPC adalah konsentrasi klor aktif yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik, bahan organik (amoniak) dan bahan lain yang dapat dioksidasi serta membunuh mikroorganisme jika masih ada sisa klor aktif pada konsentrasi tersebut. BPC akan diikuti dengan pembentukan gas N_2 akibat paparan klor aktif yang berlebih pada kloramin. Hal ini menyebabkan penurunan jumlah klor bebas dan masih ada residu klor aktif yang konsentrasinya dianggap perlu sebagai desinfektan. Dengan kata lain, jumlah klor yang dibutuhkan untuk membunuh bakteri koliform (desinfektan) adalah jumlah residu klor aktif setelah terjadi BPC, (Alaert dan Sumestri, 1987)

E. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

Khoiron et al. (2014), Sumantri (2015), Soeparman dan Suparmin (2002)

F. Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep Efektivitas Bak Klorinasi IPAL.

G. Definisi Operasional

Tabel 2.
Definisi Operasional

NO.	VARIABEL	DEFINISI	CARA UKUR	ALAT UKUR	HASIL UKUR	SKALA UKUR
1.	Limbah Cair	Limbah berupa cairan yang berasal dari hasil buangan bahan-bahan yang telah terpakai dari suatu proses produksi industri, domestik (rumah tangga), pertanian, serta laboratorium yang tercampur (tersuspensi) dan terlarut di dalam air. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997.	Observasi	Ceklist	1. Memenuhi syarat, jika berdasarkan PERMENLHK No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi usaha dan atau kegiatan fasilitas pelayanan kesehatan. 2. Tidak memenuhi syarat jika komponen tidak terpenuhi berdasarkan PERMENLHK No.5 Tahun 2014.	Ordinal
2.	Instalasi Pengolahan Air Limbah	sebuah struktur teknik dan perangkat peralatan beserta perlengkapannya yang dirancang secara khusus untuk memproses atau mengolah cairan sisa	Observasi	Ceklist	Memenuhi syarat apabila proses pengolahan air limbah mencakup proses biologi, pemeriksaan angka	Ordinal

	(IPAL)	proses, sehingga sisa proses tersebut menjadi layak dibuang ke lingkungan.			Total <i>coliform</i> bakteri <i>E coli</i> .	
3.	Bak Klorinasi	Bak pada sistem STP yang berfungsi untuk mengolah air yang berasal dari bak pengendapan agar tidak mengandung zat berbahaya, dengan cara menambahkan klor atau kaporit.	Observasi	Ceklist	<ol style="list-style-type: none"> 1. PERMENKES RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990. 0,2 mg/l – 0,5 mg/l. 2. Mengetahui angka bakteri <i>coliform</i> pada air limbah dengan dosis kaporit yang tepat. 	Ordinal

4	Bakteri <i>Coliform</i>	<i>Coliform</i> merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, susu dan produk susu. Melakukan uji efektivitas kualitas bak klorinasi IPAL di klinik Pratama Griya Subing Medical	Metode Tabung Ganda	Tabel MPN	1. Memenuhi syarat, jika berdasarkan PERMENLHK No.5 Tahun 2014 Tentang baku mutu pelayanan Kesehatan. 2. Tidak memenuhi syarat jika komponen tidak terpenuhi berdasarkan PERMENLHK No.5 Tahun 2014 Tentang baku mutu pelayanan Kesehatan.	Jumlah/ 100ml
5.	Uji MPN (<i>Most Probable Number</i>)	metode perhitungan sel terutama untuk perhitungan bakteri <i>coliform</i> berdasarkan jumlah perkiraan terdekat yaitu perhitungan dalam range tertentu dan dihitung sebagai nilai duga dekat secara statistik dengan merujuk pada tabel MPN	Lembar Hasil Pengukuran	Laboratorium Uji MPN	Jumlah koloni bakteri yang ditemukan dalam air limbah	Deskriptif

6.	Konsentrasi Kaporit	Konsentrasi kaporit pada perlakuan ditentukan berdasarkan jumlah bahan organik yang terlarut dalam sampel. Kandungan bahan organik dihitung berdasarkan metode titrasi kalium permanganat menurut Badan Standarisasi Nasional (BSN) 2004.	Lembar Hasil Pengukuran	Laboratorium Uji Kaporit	Penentuan Konsentrasi kaporit berdasarkan kandungan bahan organik	Deskriptif
7.	Zat Oganik	Zat-zat organik merupakan bahan makanan bakteri atau mikroorganisme lainnya. Komponen utamanya ialah karbon, protein, dan lemak atau lipid. Selain itu, sampel yang mengandung zat organik akan mudah membusuk oleh bakteri dengan oksigen terlarut. Zat tersebut dapat di tentukan oleh nilai permanganat dengan metode permanganometri. Ukuran ini menjelaskan jumlah miligram kalium permanganat yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam 1000 mL air pada kondisi mendidih	Lembar Hasil Pengukuran	Laboratorium Uji zat organik	menggunakan uji coba dengan titrimetri	Deskriptif