

## **Pengaruh Pemberian Dosis *Trichloroisocyanuric Acid* (TCCA) pada Bak Desinfeksi terhadap Penurunan Kandungan *Escherichia coli* di RSUD Dr. R. Koesma Tuban**

**Mega Sidhi Nugrayanti<sup>1\*</sup>, Denny Dermawan<sup>2</sup>, Tanti Utami Dewi<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*Email : megasidhi19@gmail.com

### **Abstrak**

Limbah cair yang dihasilkan rumah sakit dapat mengakibatkan dampak negatif bagi lingkungan maupun rumah sakit tersebut. Limbah cair yang mengandung bakteri *Escherichia coli* dapat berpengaruh terhadap lingkungan maupun manusia. Total bakteri *Escherichia coli* berdasarkan hasil uji pendahuluan yang dilakukan oleh pihak RSUD Dr. R. Koesma Tuban sebesar 160.000 koloni/100ml. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menurunkan kandungan *Escherichia coli* adalah dengan menggunakan metode klorinasi menggunakan *Trichloroisocyanuric Acid* (TCCA), tetapi cara penambahan desinfektan yang salah dapat mempengaruhi optimalisasi bak desinfeksi dalam mengurangi kandungan *Escherichia coli*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dosis optimum serta pengaruh *Trichloroisocyanuric Acid* dalam mengurangi kandungan *Escherichia coli* pada limbah cair RSUD Dr. R. Koesma Tuban. Penelitian ini menggunakan dosis *Trichloroisocyanuric Acid* sebesar 5 ppm, 10 ppm, dan 15 ppm dengan teknik pengambilan sampel menggunakan quota sampling, dilanjutkan dengan pengadukan lambat 50 rpm selama 15 menit dan metode *Most Probable Number*. Hasil penelitian menunjukkan dosis optimum *Trichloroisocyanuric Acid* adalah 15 ppm dengan hasil rata-rata 10 koloni/100 ml dan hasil uji statistik menunjukkan bahwa dosis *Trichloroisocyanuric Acid* sangat berpengaruh signifikan terhadap pengurangan kandungan bakteri *Escherichia coli*.

**Kata Kunci** : limbah cair rumah sakit, klorinasi, *Trichloroisocyanuric Acid*, desinfeksi, *Escherichia coli*.

### **1. PENDAHULUAN**

Limbah rumah sakit dapat mengandung bakteri coliform maupun berbagai jasad renik. Limbah rumah sakit yang mengandung bakteri *coliform* ada yang mendatangkan keuntungan tetapi banyak juga yang mendatangkan kerugian. Bakteri *coliform* dapat merupakan mikroba patogen yang akan menyebabkan penyakit pada manusia termasuk demam typhoid, *cholera*, disentri dan hepatitis sehingga limbah harus diolah sebelum dibuang ke lingkungan (Waluyo dalam Khamimatus, Heru dan Dwi, 2016).

Limbah cair rumah sakit apabila tidak dikelola dan ditangani dengan benar maka akan menyebabkan dampak pada perairan dan lingkungan, terlebih jika limbah cair dari rumah sakit bersifat infeksius seperti limbah cair dari ruang operasi maupun laboratorium karena dapat mengandung berbagai macam mikroorganisme baik yang patogen maupun infeksius (Anonim, 2016). Berdasarkan data sekunder penelitian oleh pihak rumah sakit, pada limbah cair RSUD Dr. R. Koesma Tuban, diperoleh nilai MPN bakteri *Escherichia coli* pada bak outlet IPAL sebesar 160.000 MPN/100ml. Nilai MPN *coliform* limbah cair pada outlet IPAL yang tinggi dan telah melewati batas baku mutu Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya pada Lampiran III Kegiatan Rumah Sakit dengan jumlah maksimum yang telah ditentukan menunjukkan bahwa proses desinfeksi yang terjadi belum optimal.

Proses klorinasi dilakukan untuk meningkatkan kualitas air secara kimia yang pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas bakteriologisnya. RSUD Dr. R. Koesma Tuban menggunakan *Trichloroisocyanuric Acid* pada proses klorinasi yang diterapkannya. *Trichloroisocyanuric Acid* merupakan senyawa organik yang berkombinasi dengan klorin. Menurut modul Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUD Dr. R. Koesma Tuban, *Trichloroisocyanuric Acid* tersebut digunakan karena mengandung 90% klorin sehingga lebih stabil daripada bahan-bahan kimia lain yang digunakan sebagai desinfektan seperti, kaporit, natrium hipoklorit dan kalsium hipoklorit, karena cara penambahan desinfektan yang salah maka dapat mempengaruhi optimalisasi bak desinfeksi dalam mengurangi kandungan *Escherichia coli*.

Menurut Rosyidi (2010), penambahan kaporit pada titik *Breakpoint* 55 ppm pada air limbah Rumah Sakit di kota Sidoarjo dapat menurunkan nilai bakteri *Coliform* dari  $>1,6 \times 10^5$  sel/100ml menjadi  $2 \times 10^2$  sel/100ml pada waktu kontak 15, 30 dan 45 menit.

Berdasarkan latar belakang diatas maka peneliti akan menganalisis dosis optimum serta pengaruh *Trichloroisocyanuric Acid* dalam mengurangi kandungan *Escherichia coli* pada limbah cair RSUD Dr. R. Koesma Tuban untuk mendapatkan dosis optimum pada proses desinfeksi.

## 2. METODOLOGI

Jenis penelitian ini merupakan penelitian *true experiment* dengan *pre-post test with control design* dengan metode pengadukan lambat 50 rpm selama 15 menit serta menggunakan metode Uji MPN untuk analisa kandungan *Escherichia coli*. Lokasi penelitian ini di RSUD Dr. R. Koesma Tuban. Populasi dalam penelitian ini semua limbah cair yang dihasilkan dari seluruh kegiatan rumah sakit dengan jumlah sampel sebanyak 3 liter. Teknik pengambilan sampel quota sampling. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian Pengaruh Pemberian Dosis *Trichloroisocyanuric Acid* (TCCA) pada Bak Desinfeksi Terhadap Penurunan Kandungan *Escherichia coli* di RSUD Dr. R. Koesma Tuban adalah sebagai berikut :

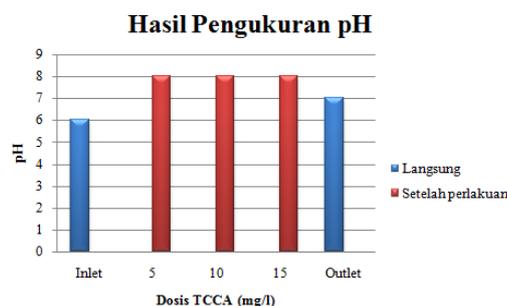
1. Persiapan alat dan bahan untuk mengidentifikasi keefektifan *Trichloroisocyanuric Acid* sebagai desinfektan dalam mengurangi kandungan *Escherichia coli* dalam air limbah. Persiapan meliputi antara lain :
  - a. Mempersiapkan peralatan pengambilan sampel, wadah sampel dengan mensterilisasikan terlebih dahulu serta peralatan untuk pengawetan sampel.
  - b. Mempersiapkan bahan-bahan yang akan digunakan, seperti dengan melarutkan terlebih dahulu tablet *Trichloroisocyanuric Acid* sebelum digunakan.
2. Melakukan pengambilan sampel pada titik-titik pengambilan yang telah ditentukan.
3. Melakukan pengawetan sampel dengan mendinginkan sampel sampai suhu minimal 4°C.
4. Melakukan pengadukan lambat 50 rpm selama 15 menit pada air limbah serta menambahkan *Trichloroisocyanuric Acid* 5 ppm, 10 ppm dan 15 ppm.
5. Melakukan pengujian kandungan *Escherichia coli* pada sampel air limbah setelah perlakuan penambahan *Trichloroisocyanuric Acid* dengan metode *Most Probable Number*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Dosis dan Waktu Kontak Optimum

#### a. pH

Pengukuran pH bertujuan untuk mengetahui kondisi lingkungan yang akan mempengaruhi kehidupan mikroorganisme. Pembunuhan bakteri secara optimum akan terjadi pada pH asam atau mendekati 7. Sedangkan *Escherichia coli* memiliki pH optimum pada rentang 7-8, pH minimum 4 dan pH maksimum berada pada pH 9. Hasil pengukuran pH pada sampel air limbah dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Hasil Pengukuran pH Air Limbah RSUD Dr. R. Koesma Tuban

Kadar pH pada penelitian ini mengalami kenaikan dari masing-masing perlakuan. Pada perlakuan penambahan dosis 5 ppm, 10 ppm dan 15 ppm terjadi kenaikan pH dari 7 menjadi 8 sedangkan pada inlet dan outlet tidak terjadi kenaikan pH yaitu 6 pada inlet dan 7 pada outlet, hal ini karena klorin dalam air akan berubah menjadi asam klorida, zat ini kemudian di netralisasi oleh sifat basa dari air sehingga akan terurai menjadi ion hydrogen dan ion hipoklorit, karena *Trichloroisocyanuric Acid* mengandung 9 ion  $H^+$  maka membuat pH tetap stabil pada pH 8 meskipun dosis ditingkatkan sebesar 15 ppm. Hasil dari pengamatan pH tidak terlalu detail karena menggunakan kertas indikator pH, sehingga didapatkan hasil bulat sesuai warna kertas indikator yang dihasilkan. pH merupakan indikator penting untuk meningkatkan efisiensi proses klorinasi dalam proses desinfeksi air dan air limbah. Apabila dilihat dari reaksi berikut, larutan TCCA akan

berubah menjadi HOCl dan OCl<sup>-</sup> apabila bereaksi di dalam air, dimana membentuk ion HOCl dalam keadaan asam dan membentuk ion OCl<sup>-</sup> dalam keadaan basa. Reaksi yang terjadi :

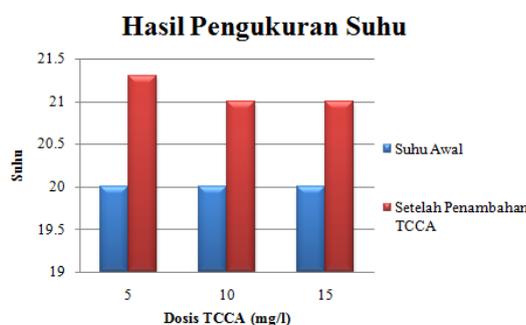


Berdasarkan hasil penelitian apabila ditinjau dari reaksi kimia tersebut, pH yang dihasilkan dari hasil penelitian tidak terjadi kenaikan atau penurunan meskipun dengan penambahan dosis *Trichloroisocyanuric Acid* sebesar 15 ppm. Hal ini disebabkan *Trichloroisocyanuric Acid* apabila bereaksi dengan air akan menghasilkan 9 ion H<sup>+</sup> atau bisa dikatakan sifat dari *Trichloroisocyanuric Acid* adalah asam. Sifat asam dari *Trichloroisocyanuric Acid* akan mempengaruhi nilai pH selama proses klorinasi.

Efisiensi pembunuhan bakteri oleh HOCl sekitar 40-80 kali lebih efektif daripada OCl<sup>-</sup>. Apabila dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Gubernur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Limbah Cair untuk Kegiatan Rumah Sakit, kadar pH untuk air limbah rumah sakit adalah 6-9, sehingga hasil pH pada grafik tersebut diatas telah memenuhi baku mutu yang ada.

#### b. Suhu

Bakteri *Escherichia coli* dapat tumbuh pada suhu antara 10<sup>o</sup>-40<sup>o</sup>C, dengan suhu optimum 37<sup>o</sup>C dan mati pada suhu 60<sup>o</sup>C selama 30 menit, tidak bisa bertahan pada tempat yang kering, relatif peka terhadap panas, segera hancur oleh suhu pasteurisasi dan pemanasan. Hasil pengukuran suhu pada sampel air limbah dapat dilihat pada **Gambar 2**.



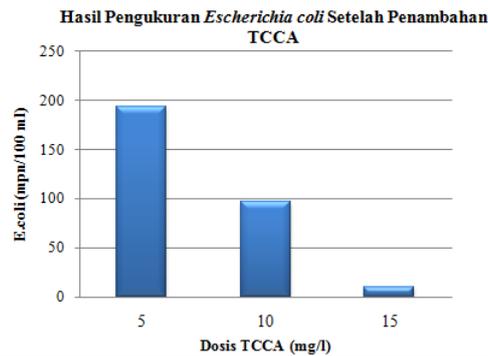
**Gambar 2.** Hasil Pengukuran Suhu Air Limbah RSUD Dr. R. Koesma Tuban

Air limbah yang awalnya ditaruh pada *ice box* dengan suhu dingin dibawah 5<sup>o</sup>C pada saat akan ditambahkan desinfektan *Trichloroisocyanuric Acid* dan akan dilakukan perlakuan harus ditunggu sampai suhu air limbah mencapai suhu ruang atau lebih dari 18<sup>o</sup>C karena pada suhu ruang bakteri dapat tumbuh dan beraktivitas kembali setelah mengalami pembekuan pada suhu dingin.

Berdasarkan hasil analisa, kenaikan suhu yang terjadi pada air limbah disebabkan oleh reaksi metabolisme terhadap mikroba yang meliputi reaksi eksergonik yaitu reaksi yang mengeluarkan energi panas, serta aktivitas biodegradasi limbah oleh mikroba juga dapat meningkatkan suhu. Selain itu, kenaikan suhu pada perlakuan disebabkan karena adanya udara sekitar yang masuk saat memasukkan desinfektan *Trichloroisocyanuric Acid*. Semakin tinggi efektivitas desinfektan, maka semakin tinggi suhu air limbah yang dihasilkan setelah perlakuan. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Limbah Cair untuk Kegiatan Rumah Sakit, kadar maksimum untuk suhu air limbah rumah sakit adalah 30<sup>o</sup>C, sehingga hasil suhu pada tabel tersebut diatas telah memenuhi baku mutu yang ada.

#### Identifikasi Bakteri *Escherichia coli*

Desinfektan dapat membunuh bakteri dengan menghambat sintesis protein, asam nukleat, sintesis dinding sel, menghancurkan membran plasma, serta menghentikan metabolisme sehingga mengakibatkan bakteri mati atau musnah. Hasil pengukuran kandungan *Escherichia coli* setelah penambahan *Trichloroisocyanuric Acid* dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Hasil Pengukuran Kandungan *Escherichia coli* Setelah Penambahan *Trichloroisocyanuric Acid*

Hasil pengukuran kandungan *Escherichia coli* dengan perlakuan penambahan dosis *Trichloroisocyanuric Acid* didapatkan hasil keefektifan seluruhnya hampir sama untuk masing-masing perlakuan yaitu sebesar 99,99%, selain proses pengolahan dengan kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan, penurunan yang dihasilkan oleh masing-masing perlakuan disebabkan oleh klorin yang bereaksi didalam air akan menghasilkan atom-atom zat asam. Atom-atom zat asam inilah yang sebenarnya aktif membunuh bakteri-bakteri, bukan saja enzim yang dibakar tetapi seluruh sel bakteri rusak karena seluruh bakteri rusak seluruh bakteri pun mati. Proses tersebut hanya akan berlangsung jika klorin mengalami kontak langsung dengan organisme tersebut dan dengan dosis yang cukup. Jika air mengandung endapan atau lumpur, mikroorganisme dapat bersembunyi di dalam endapan atau lumpur tersebut dan tidak dapat melakukan kontak langsung dengan klorin, sehingga klorin membutuhkan waktu untuk membunuh semua organism.

Namun apabila dilihat dari kandungan bakteri *Escherichia coli* setelah perlakuan, hasil paling efektif didapatkan pada penambahan dosis *Trichloroisocyanuric Acid* 15 ppm dengan waktu pengadukan 15 menit yaitu sebesar 10 koloni/100 ml. Apabila dibandingkan dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Limbah Cair untuk Kegiatan Rumah Sakit, kadar maksimum untuk kandungan MPN-Kuman Golongan Koli/100 ml adalah sebesar 10000 MPN/100 ml, hasil dari seluruh perlakuan telah memenuhi baku mutu, dimana kandungan *Escherichia coli* maksimal berada pada dosis 5 ppm, apabila dilihat dari hasil rata-rata yaitu sebesar 193 koloni/100 ml.

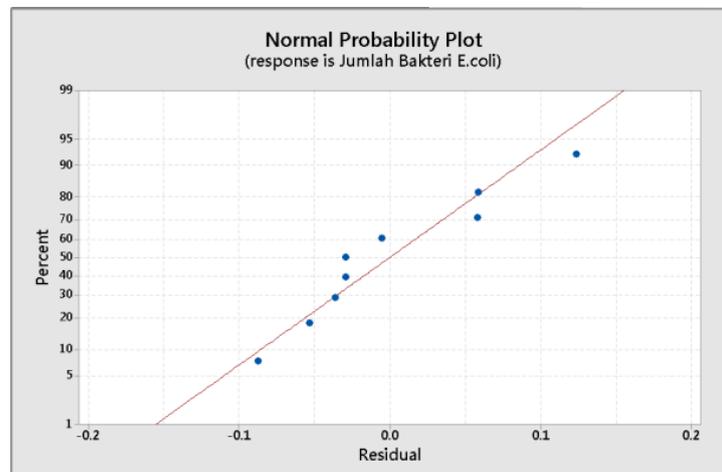
Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dosis optimum pada percobaan tersebut berada pada pemberian dosis *Trichloroisocyanuric Acid* 15 mg/l dengan hasil rata-rata 10 koloni/100 ml.

**Uji Statistik One Way Anova**

Uji statistik *one way anova* atau klasifikasi satu arah adalah anova satu jalur dan hanya ada satu variabel independen atau biasa disebut dengan faktor. Sebelum analisa data dilakukan, data diuji terlebih dahulu apakah memenuhi persyaratan uji anova atau tidak. Pengujiannya antara lain adalah uji normalitas, uji homogenitas dan uji hipotesis. Berikut adalah pengujiannya :

**a. Uji Normalitas**

Uji normalitas adalah untuk melihat apakah nilai residual terdistribusi normal atau tidak. Model regresi yang baik adalah memiliki nilai residual yang terdistribusi normal. Berikut adalah *normal probability plot* dari penelitian :

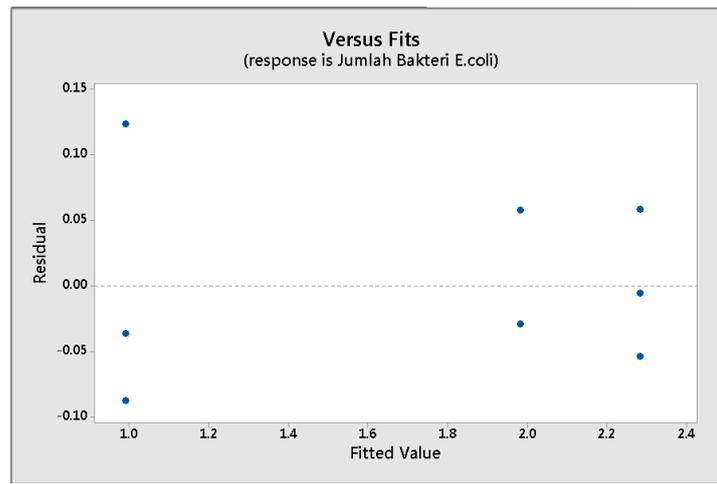


**Gambar 4.** Normal Probability Plot

Grafik uji normalitas tersebut menunjukkan titik-titik di sekitar garis adalah keadaan data yang diuji. Jika kebanyakan titik-titik berada sangat dekat dengan garis atau bahkan menempel pada garis, maka dapat disimpulkan jika data mengikuti distribusi normal. Namun jika ada satu saja titik yang berada jauh atau diluar garis merah, maka menandakan ada data yang tidak terdistribusi dengan normal. Maka keadaan ini menggambarkan keadaan ideal dari data yang mengikuti distribusi normal.

**b. Uji Homogenitas**

Uji homogenitas perlu dilakukan untuk mengetahui apakah data dalam variabel X dan Y bersifat homogen atau tidak dalam suatu populasi yang memiliki varians yang sama. Berikut adalah grafik *versus fits* untuk menunjukkan homogenitas dari suatu variabel :



**Gambar 5.** Grafik *Versus Fits*

Grafik *versus fits* menunjukkan titik-titik menyebar merata diatas dan dibawah garis sumbu 0 tanpa membentuk sebuah pola tertentu. Maka dapat disimpulkan tidak terdapat gejala heteroskedastisitas (gejala tidak homogen) pada suatu variabel.

**c. Uji Hipotesis**

Uji hipotesis adalah metode pengambilan keputusan yang didasarkan dari analisis data, baik dari percobaan yang terkontrol, maupun dari observasi (tidak terkontrol). Hasil yang dapat dilihat pada uji hipotesis statistik *one way anova* adalah hasil p-value dan alpha. p-value adalah nilai peluang terkecil dari suatu pengujian hipotesis sehingga nilai statistik uji yang diamati masih berarti, sedangkan alpha adalah tingkat kesalahan minimum yaitu sebesar 0,05. Jika nilai p-value lebih kecil (<) atau sama dengan (=) alpha, maka peneliti menolak hipotesis nol, yang berarti bahwa hasil penelitian secara statistik adalah signifikan. Berikut adalah hasil uji statistik dari penelitian ini :

**Analysis of Variance**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Dosis	2	2.74915	1.37457	231.90	0.000
Error	6	0.03557	0.00593		
Total	8	2.78471			

**Gambar 6.** Hasil Uji Statistik *Two Way Anova*

Hasil uji statistik tersebut dapat dilihat nilai p-value sebesar 0,000 yang artinya nilai p-value < alpha, dapat dijelaskan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, atau dapat disimpulkan bahwa dosis *Trichloroisocyanuric Acid* sangat berpengaruh signifikan terhadap penurunan kandungan bakteri *Escherichia coli*.

**4. BATASAN PENELITIAN**

Batasan pada penelitian ini tidak mengukur sisa khlor dari masing-masing perlakuan.

**5. KESIMPULAN**

1. Dosis optimum untuk menurunkan kandungan *Escherichia coli* adalah 15 ppm dengan hasil rata-rata 10 koloni/100ml dan telah memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun

- 2013 tentang Baku Mutu Limbah Cair untuk Kegiatan Rumah Sakit, kadar maksimum kandungan MPN-kuman Golongan Coli/100 ml untuk air limbah rumah sakit adalah 10000 MPN/100 ml.
2. Dosis *Trichloroisocyanuric Acid* sangat berpengaruh signifikan terhadap penurunan kandungan bakteri *Escherichia coli* dengan diperoleh hasil uji statistik *One Way Anova* menghasilkan nilai *p-value* sebesar 0,000.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2016. *AMDAL Peningkatan Pelayanan BLUD RSUD Dr. R. Koesma Tuban*. Surabaya : PT. Mitra Hijau Indonesia.
- Anonim, 2003. *Buku Pedoman Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUD Dr. R. Koesma Tuban*.Tuban
- Anonim. 2016. *Modul Praktikum Metode Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air*. Semarang : Universitas Dian Nuswantoro.
- Badan Standarisasi Nasional.*Standar Nasional Indonesia 6989-59-2008 Tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah Bagian 59*.2000. Jakarta : Republik Indonesia.
- Handayani, Ardhya Wahyu. 2007. *Efektivitas Pengolahan Limbah Cair dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan Total Coliform di RSUD Dr. R. Koesma Tuban*.Surabaya : Universitas Airlangga.
- Ismail, Mahrus. 2009. *Efektivitas Proses Chlorinasi terhadap Penurunan Bakteri Escherichia coli dan Residu Chlor pada Instalasi Pengolahan Air Bersih RSU. Dr. Saiful Anwar Malang*.Malang : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1204/MENKES/SK/X/2004 tentang persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit*. 2004. Jakarta : Republik Indonesia.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya*. 2013. Surabaya : Jawa Timur.
- Undang Undang Nomor 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit*. 2009. Jakarta : Republik Indonesia.
- World Health Organization. 2014. *Safe management of wastes from health-care activities:20-30*.