



**PERANCANGAN ALAT PENGOLAH SAMPAH INFEKSIUS
UNTUK PUSKESMAS**

Oleh :

**Dr. H.M. IRFA'I.,S.ST.,MT
ARIFIN., S.KM.,M.Kes.
IMAM THOHARI., ST.,MM.Kes
FERRY KRISWANDANA., S.ST.,MT.**

**POLTEKKES KEMENTERIAN KESEHATAN BANJARMASIN
JANUARI 2019**

Buku ini dibuat berangkat dari permasalahan dalam pengelolaan sampah medis terutama yang bersifat infeksius. Pengelolaan dan pengolahan sampah medis memerlukan biaya yang besar. Keterbatasan anggaran dalam pengolahan sampah medis menjadi kendala utama dalam pengolahan. Peraturan perundangan menuntut penghasil sampah medis wajib mengolah sampah medis yang dihasilkan. Ancaman hukuman bagi penghasil sampah medis yang tidak mengolah juga menjadi momok yang menghantui petugas fasilitas layanan kesehatan.

Alat Pengolah Sampah Medis merupakan bagian dari strategi upaya pengolahan sampah Berbahaya dan Beracun. Alat ini dirancang untuk mengolah sampah infeksius yang dihasilkan dari kegiatan pelayanan medis. Fasilitas pelayanan medis yang berada di daerah menjadi tempat yang cocok untuk menggunakan alat ini, terutama Puskesmas Puskesmas yang belum mempunyai Instalasi Incenerator.

Hasil penelitian ini merupakan kajian awal yang perlu dikembangkan dalam rangka peningkatan kemampuan alat dalam mengolah sampah medis. Peningkatan kemampuan alat dapat ditingkatkan dengan jalan peningkatan suhu air dalam pengolahan dan peningkatan waktu pengolahan. Hasil performen alat juga dapat ditingkatkan dengan melakukan identifikasi jenis bakteri patogen, sehingga dapat mendiskripsikan performen alat lebih lengkap.

Penulis berharap buku ini bermanfaat bagi pengelola petugas atau pegawai fasilitas layanan kesehatan. Penulis menyadari buku ini masih belum sempurna dari segi ketuntasan dalam penelitian. Pengemasan alat yang dirancang juga masih dalam bentuk portable fungsional, berharap alat ini dapat dikemas dalam format marketable. Untuk itu keterbatasan yang dimiliki alat ini perlu mendapat masukan atau tindak lanjut yang bermuara pada perbaikan.

Banjarbaru, Januari 2019
M.Irfa'i

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
DAFTAR ISI	ii
RINGKASAN	iii
DAFTAR LAMPIRAN	iv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan dan Perumusan Masalah	4
1.2.1. Permasalahan	4
1.2.2. Perumusan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Jenis Limbah Puskesmas	7
2.2. Sumber Limbah Medis.	10
2.3. Pengelolaan Limbah Medis di Puskesmas.	11
2.4. Desinfeksi kimia.	25
2.5. Dampak Limbah Medis	34
2.6. Kerangka Teori Penelitian.....	40
2.7. Kerangka Konsep Penelitian.....	42
2.8. Hipotesa Penelitian.....	42
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	42
3.1. Tujuan	42
3.2. Manfaat Penelitian	42
3.3. Luaran.....	43
BAB IV. METODE PENELITIAN	44
4.1. Bagan Alir Penelitian	44
4.2. Desain Penelitian	45
4.3. Variabel dan Definisi Operasional	47
4.4. Bahan dan Cara Kerja	49
4.5. Lokasi dan Waktu Penelitian	51
4.6. Populasi dan Sampel	51
4.7. Pengolahan dan Analisa data.....	53
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	54
5.1. Proses Perancangan Alat	54
5.2. Proses Pengolahan Sampah Infeksius	54
5.3. Prosedur dan Hambatan dalam Penelitian.....	62
5.4. Pembahasan.....	64
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
6.1. Kesimpulan	73
6.2. Saran	56

DAFTAR PUSTAKA.....	
LAMPIRAN.....	

DAFTAR TABEL

Nomor	Nama Tabel	Hal
2.1	Jenis Sampah/Limbah Medis Menurut Sumbernya.....	4
2.2	Kategori Sampah dan Tempat Sampah.....	7
4.1	Definisi Variabel Penelitian.....	46
4.2	Bahan dan Cara Kerja.....	48
4.3	Rancangan percobaan.....	49
5.1	Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 25 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 5 menit pada sampah medis.....	55
5.2	Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 25 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 10 menit pada sampah medis.....	56
5.3	Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 50 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 5 menit pada sampah medis.....	57
5.4	Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 50 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 10 menit pada sampah medis.....	58
5.5	Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 25 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 5 menit pada limbah cair medis.....	59
5.6	Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 25 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 10 menit pada limbah cair medis...	59
5.7	Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 50 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 5 menit pada limbah cair medis.....	60
5.8	Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 50 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 10 menit pada limbah cair medis...	60
5.9	Efisiensi Penurunan Bakteri (TPC) Sampah pada Pengujian Alat	64
5.10	Efisiensi Penurunan Bakteri (MPN) Sampah pada Pengujian Alat.....	64
5.11	Rata-rata Bakteri (TPC) Limbah Cair Hasil Pengolahan pada Pengujian.....	65
5.12	Rata-rata Bakteri (MPN) Limbah Cair Hasil Pengolahan pada Pengujian Alat.....	66
5.13	Penurunan Bakteri Sampah pada Pengolahan Alat dengan Dosis 25 ppm.....	67

5.14	Penurunan Bakteri Sampah pada Pengolahan Alat dengan Dosis 50 ppm	68
5.15	Jumlah Bakteri Limbah Cair pada Pengolahan Dosis 25 ppm.....	69
5.16	Jumlah Bakteri Limbah Cair pada Pengolahan Dosis 50 ppm.....	70

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Nama Gambar	Hal
2.1	Kerangka Konsep Penelitian	36
4.1	Bagan Alir Proses Penelitian	44
4.2	Alat Pengolah Limbah Infeksius Hasil Rancangan.....	50

RINGKASAN

Berdasarkan indikator RPJMN tahun 2015 - 2019 dari hasil pengisian instrumen self assessment oleh Puskesmas, pada tahun 2016 terdapat 2.692 Puskesmas yang telah memberikan pelayanan sesuai standar, dari 3.392 Puskesmas yang telah melaporkan ke pusat. Jumlah Puskesmas rawat inap pada tahun 2016 meningkat menjadi 6.356. Peningkatan jumlah Puskesmas Rawat Inap memberikan dampak lain berupa meningkatnya sampah medis dari Puskesmas.

Limbah layanan kesehatan yang dihasilkan menurut tingkat pendapatan nasional negara, pada negara berpendapatan tinggi untuk semua limbah layanan kesehatan bisa mencapai 1,1 – 12,0 kg perorang setiap tahunnya, dan limbah layanan kesehatan berbahaya 0,4 – 5,5 kg perorang setiap tahunnya, pada negara berpendapatan menengah untuk semua limbah layanan kesehatan menunjukkan angka 0,8 – 6,0 kg perorang setiap tahunnya sedangkan limbah layanan kesehatan yang berbahaya 0,3 – 0,4 kg perorang setiap tahunnya, sedangkan negara berpendapatan rendah semua limbah layanan kesehatan menghasilkan 0,5 – 3,0 kg perorang setiap tahunnya (WHO, 2005). Berdasarkan hasil penelitian di Nusa Tenggara Timur menunjukkan bahwa limbah medis padat yang dihasilkan berupa barang/bahan buangan hasil tindakan perawatan pasien, dengan volume timbunan pada ruang rawat inap sebesar 0,74 kg/bed/hari, ruang bersalin 0,167 kg/pasien/hari, unit gawat darurat sebesar 0,071 kg/pasien hari dan poliklinik sebesar 0,004 kg/pasien hari.(Donisius.T , 2015). Berdasarkan penelitian ini satu Puskesmas menghasilkan limbah medis antara 15-25kg/hari. Jumlah sampah medis seluruh Indonesia yang berasal dari Puskesmas sebesar 95,3 – 158,9 m³ per hari.

Mengingat keberadaan sampah medis di Puskesmas yang tidak dikelola dengan baik, yang disebabkan mahalnya pemusnahan limbah B3 maka peneliti memberikan alternative pemecahan masalah keberadaan sampah medis. Penanganan terhadap sampah medis dilakukan dengan melakukan pengolahan sampah melalui tahapan pencucian, desinfeksi, dan penghancuran yang dituangkan dalam rancangan alat pengolahan sampah medis dengan nama Alat Pengolah Sampah Infeksius menjadi solusi sementara. Perancangan alat ini melakukan pemodelan terhadap perlakuan Pencucian, Disinfeksi dan Pencacahan. Melakukan variasi perlakuan terhadap waktu, dosis dan Ukuran sampah. Alat yang dihasilkan jauh lebih murah yaitu (5-10 juta) kalau dibandingkan dengan Incenerator yang selama ini dipakai dalam memusnahkan sampah medis dengan harga ratusan juta.

Untuk mendapatkan alat MWT-P yang optimal perlu dilakukan penelitian berkaitan dengan kesesuaian model dan operasional alat. Untuk mendapatkan hasil

yang optimal dilakukan uji coba dengan melakukan perlakuan variasi waktu pencucian dan variasi dosis chlor. Dari ujicoba beberapa variasi perlakuan diharapkan formula hasil yang optimal dalam menghilangkan potensi infeksius sampah. Penilaian terhadap potensi infeksi, berupa angka bakteri pada sampah setelah dilakukan pengolahan sampah.

Hasil Penelitian dengan judul “Perancangan Alat Pengolah sampah Infeksius untuk Puskesmas” menunjukkan Efektifitas alat pengolah sampah infeksius dalam menurunkan angka bakteri Total Plat Count (TPC) sebesar 99,99% sampai dengan 100% dan bakteri Most Probable Number (MPN) sampah infeksius mencapai 92,49% sampai dengan 99,99% dan limbah cairnya. Tidak ada perbedaan yang bermakna penggunaan variasi dosis chlor (25ppm, 50 ppm) terhadap angka bakteri TPC sampah berdasarkan uji *Kruskal Wallis* didapatkan signifikansi *Asimp.sig* 0,574 > 0,05. Terdapat perbedaan yang bermakna Pengaruh variasi dosis chlor terhadap bakteri MPN sampah, bakteri TPC limbah cair, bakteri MPN limbah cair, dengan signifikansi *Asimp.sig* 0,00 < 0,05. Tidak ada perbedaan yang bermakna penggunaan variasi waktu kontak (5 menit, 10 menit) terhadap angka bakteri TPC sampah berdasarkan uji *Kruskal Wallis* didapatkan signifikansi *Asimp.sig* 0,859 > 0,05. Tidak ada perbedaan yang bermakna Pengaruh variasi waktu kontak terhadap bakteri MPN sampah, bakteri TPC limbah cair, bakteri MPN limbah cair, dengan signifikansi *Asimp.sig* 0,078 > 0,05, *Asimp.sig* 0,159 > 0,05, *Asimp.sig* 0,197 > 0,05.

Penelitian dengan judul “Perancangan Alat Pengolah sampah Infeksius untuk Puskesmas” dapat menyarankan : Untuk menjaga dan mempertahankan hasil penelitian ini dalam melakukan pengolahan sampah infeksius harus sesuai dengan prosedur pengolahan yang sudah ditetapkan. Untuk meningkatkan perform hasil pengolahan dapat dilakukan dengan melakukan penambahan waktu pencucian menjadi 1 jam dan peningkatan suhu air menjadi 60°C. Rancangan alat pengolah sampah infeksius dapat diterapkan pada fasilitas layanan kesehatan (Puskesmas, Rumah Sakit) yang tersedia daya listrik minimal 2200 Watt dan mempunyai suplai air dengan tekanan air 0,5 atm atau 5 m tekanan air.

B A B I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Fungsi Puskesmas adalah sebagai ujung tombak pelayanan kesehatan di masyarakat, karena Puskesmas langsung bersentuhan dengan masyarakat terutama di pedesaan atau masyarakat ekonomi menengah ke bawah. Bentuk pelayanan itu dapat penanganan langsung kepada pasien atau dalam tahap membuka wacana kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan lingkungan. Namun aktivitas pusat layanan kesehatan kadang memunculkan persoalan baru timbulnya sampah infeksius. Sampah infeksius terdiri dari bekas kain kasa, kapas, plastik, jarum suntik dan botol infus. Apalagi sekarang telah banyak Puskesmas dan klinik kesehatan swasta yang membuka layanan rawat inap dan tentu saja limbah klinis yang dihasilkan juga bertambah.

Sampah infeksius sangatlah berbahaya karena mengandung berbagai macam jenis penyakit dan racun. Limbah klinis ini bila tidak ditangani secara baik dan benar maka fungsi atau peran dari puskesmas atau klinik kesehatan sebagai pembawa kehidupan sehat bagi masyarakat justru akan terbalik. Kementerian Kesehatan telah mengeluarkan Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1204 Tahun 2004 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, yang mewajibkan rumah sakit serta Puskesmas untuk mengelola limbahnya[1] . Praktik bidan, praktik dokter dan dokter gigi, balai pengobatan, rumah bersalin turut mengeluarkan hasil sampingan berbentuk limbah tajam infeksius (mengandung B3) dalam jumlah sedikit yang harus dikelola[2]. Prinsip pengelolaan limbah B3 yaitu sejak dihasilkan sampai penimbunan

(from cradle to grave) yang merupakan rangkaian kegiatan penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan dan pengolahan limbah B3 termasuk penimbunan hasil pengolahan (PP Nomor 18 Tahun 1999 jo PP Nomor 85 Tahun 1999).

Berdasarkan Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2016, jumlah Puskesmas semakin meningkat, dari 9.510 unit menjadi 9.767 unit pada tahun 2016. Namun demikian, peningkatan jumlah Puskesmas tidak secara langsung menggambarkan pemenuhan kebutuhan pelayanan kesehatan primer di suatu wilayah. Pemenuhan kebutuhan pelayanan kesehatan primer dapat dilihat secara umum dari rasio Puskesmas terhadap kecamatan. Rasio Puskesmas terhadap kecamatan pada tahun 2016 sebesar 1,36.

Berdasarkan indikator RPJMN tahun 2015 - 2019 terkait pelayanan kesehatan primer, yaitu jumlah Puskesmas non rawat Inap dan Puskesmas rawat inap yang memberikan pelayanan sesuai standar, diharapkan 6.000 Puskesmas di tahun 2019 dapat memberikan pelayanan sesuai standar di Permenkes Nomor 75 Tahun 2014 tentang Puskesmas. Dari hasil pengisian instrumen self assessment oleh Puskesmas, pada tahun 2016 terdapat 2.692 Puskesmas yang telah memberikan pelayanan sesuai standar, dari 3.392 Puskesmas yang telah melaporkan ke pusat.

Jumlah Puskesmas rawat inap selama lima tahun terakhir terus meningkat, yaitu sebanyak 3.152 unit pada tahun 2012, lalu meningkat menjadi 3.411 unit pada tahun 2016. Jumlah Puskesmas non rawat inap cenderung berfluktuasi. Hal ini dapat dilihat dari jumlah Puskesmas non rawat inap pada tahun 2012 sebanyak 6.358 menurun menjadi 6.338 pada tahun 2013 dan pada tahun 2016 meningkat menjadi 6.356. Peningkatan jumlah Puskesmas Rawat Inap memberikan dampak lain berupa meningkatnya sampah infeksius dari Puskesmas.

Limbah layanan kesehatan yang dihasilkan menurut tingkat pendapatan nasional negara, pada negara berpendapatan tinggi untuk semua limbah layanan kesehatan bisa mencapai 1,1 – 12,0 kg perorang setiap tahunnya, dan limbah layanan kesehatan berbahaya 0,4 – 5,5 kg perorang setiap tahunnya, pada negara berpendapatan menengah untuk semua limbah layanan kesehatan menunjukkan

angka 0,8 – 6,0 kg perorang setiap tahunnya sedangkan limbah layanan kesehatan yang berbahaya 0,3 – 0,4 kg perorang setiap tahunnya, sedangkan negara berpendapatan rendah semua limbah layanan kesehatan menghasilkan 0,5 – 3,0 kg perorang setiap tahunnya (WHO, 2005). Berdasarkan hasil penelitian di Nusa Tenggara Timur menunjukkan bahwa limbah medis padat yang dihasilkan berupa barang/bahan buangan hasil tindakan perawatan pasien, dengan volume timbunan pada ruang rawat inap sebesar 0,74 kg/bed/hari, ruang bersalin 0,167 kg/pasien/hari, unit gawat darurat sebesar 0,071 kg/pasien hari dan poliklinik sebesar 0,004 kg/pasien hari [3]. Berdasarkan penelitian ini satu Puskesmas menghasilkan sampah infeksius antara 15-25kg/hari.

Jumlah sampah infeksius seluruh Indonesia yang berasal dari Puskesmas sebesar 95,3 – 158,9 m³ per hari. Sejumlah sampah infeksius ini berdasarkan penelitian dan pengamatan sampah infeksius ini belum dikelola dengan baik, mengingat tidak adanya incinerator tiap Puskesmas, maupun operasional Incinerator yang tidak optimal. Terkait dengan pengelolaan limbah medis Puskesmas terdapat kendala berdasarkan observasi, yaitu terkadang terjadi penumpukan limbah, peran petugas belum dilaksanakan sesuai dengan tugas dan fungsi pokok masing-masing sehingga masih terdapat adanya limbah yang belum tertangani secara serius dan pengelolaan limbah medis di Puskesmas masih belum bisa disebut sempurna dikarenakan belum lengkapnya sarana dan prasarana yang ada. Selain itu, pengelolaan yang dilakukan belum memenuhi persyaratan sistem pengelolaan limbah dan dilaksanakan sesuai dengan aturan yang berlaku di Puskesmas tersebut.

Mengingat keberadaan sampah infeksius di Puskesmas yang tidak dikelola dengan baik, yang disebabkan mahalnya pemusnahan limbah B3 maka peneliti memberikan alternative pemecahan masalah keberadaan sampah infeksius. Penanganan Terhadap sampah infeksius dilakukan dengan melakukan pengolahan sampah melalui tahapan pencucian, desinfeksi, dan penghancuran yang dituangkan dalam rancangan alat pengolahan sampah infeksius dengan nama Alat pengolah

sampah infeksius untuk Puskesmas sebagai solusi sementara. Perancangan alat ini melakukan pemodelan terhadap perlakuan Pencucian, Desinfeksi. Berdasarkan penelitian terdahulu waktu kontak yang efektif dalam membunuh bakteri menurut Rahmat (2004) kemampuan khlor dalam menurunkan angka bakteri sebesar 99,78% pada dosis 30 ppm, dengan waktu kontak selama 2 menit [4]. Oleh karena itu pada penelitian ini dosis khlor yang digunakan sebesar 25 ppm dan 50 ppm. Waktu kontak yang digunakan dalam penelitian ini 5 menit dan 10 menit. Alat yang dihasilkan jauh lebih murah yaitu (5-10 juta) kalau dibandingkan dengan Incenerator yang selama ini dipakai dalam memusnahkan sampah infeksius dengan harga ratusan juta.

1.2. Permasalahan dan Perumusan Masalah.

1.2.1. Permasalahan.

Persoalan utama yang terkandung dalam ekspektasi perspektif dalam pengolahan sampah infeksius adalah adanya limbah medis yang bersifat B3 pada setiap layanan kesehatan terutama Puskesmas. Potensial Puskesmas dalam menghasilkan sampah infeksius semakin tahun semakin meningkat, sementara untuk mengolah sampah infeksius memerlukan teknologi tinggi dan biaya yang mahal. Kondisi ini sangat membahayakan bagi lingkungan sekitar dan mengancam kesehatan manusia yang bersinggungan terutama tertularnya penyakit. Kesulitan dalam mengolah sampah infeksius itulah yang mendasari peneliti untuk melakukan perancangan alat pengolah sampah infeksius dengan nama “Alat Pengolah Sampah Infeksius untuk Puskesmas” . Dengan adanya alat tersebut diharapkan menjadi solusi sementara yang mampu mengolah sampah infeksius dan menghilangkan sifat infeksius sampah, sehingga sampah dapat dikelola lebih lanjut.

1.2.2. Perumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan, maka pokok pokok rumusan permasalahan dalam penelitian dapat dikemukakan sebagai berikut:

Apakah alat pengolah sampah infeksius menggunakan khlor dosis 25 ppm dan 50

ppm dengan waktu kontak yaitu 5 menit dan 10 menit dapat menurunkan angka bakteri sampah infeksius dan limbah cairnya ?.

B A B II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jenis Limbah Puskesmas

Limbah yang dihasilkan dari rumah sakit serta Puskesmas dapat dibagi menjadi dua, medis dan non medis baik cair maupun padat[5].

a. Limbah Padat Medis

Rumah sakit serta Puskesmas merupakan penghasil limbah klinis/medis terbesar. Limbah klinis/medis ini bisa membahayakan dan menimbulkan gangguan kesehatan bagi pengunjung dan terutama kepada petugas yang menangani limbah tersebut serta masyarakat sekitar. Limbah klinis/medis adalah limbah yang berasal dari pelayanan medis, perawatan gigi, farmasi atau yang sejenis, penelitian, pengobatan, perawatan atau pendidikan yang menggunakan bahan-bahan yang beracun, infeksius, berbahaya atau bisa membahayakan, kecuali jika dilakukan pengamanan tertentu. Berdasarkan potensi bahaya yang

terkandung dalam limbah klinis/medis, maka jenis limbah dapat digolongkan sebagai berikut[6]

1) Limbah Benda Tajam

Limbah tajam merupakan objek atau alat yang memiliki sudut tajam, sisi ujung atau bagian menonjol yang dapat memotong atau menusuk kulit, seperti jarum hipodermik, perlengkapan intravena, pipet pasteur, pecahan gelas dan pisau bedah. Semua benda tajam ini memiliki potensi berbahaya dan dapat menyebabkan cedera melalui sobekan atau tusukan. Benda-benda tajam yang terbangun mungkin terkontaminasi oleh darah, cairan tubuh, bahan mikrobiologi dan beracun, bahan sitotoksik atau radioaktif. Limbah benda tajam mempunyai potensi bahaya tambahan yang dapat menyebabkan infeksi atau cedera karena mengandung bahan kimia beracun atau radioaktif. Potensi untuk menularkan penyakit akan sangat besar bila benda tajam tersebut digunakan untuk pengobatan pasien infeksi atau penyakit infeksi.

2) Limbah Infeksius

Limbah infeksius mencakup pengertian limbah yang berkaitan dengan pasien yang memerlukan isolasi penyakit menular (perawatan intensif) dan limbah laboratorium yang berkaitan dengan pemeriksaan mikrobiologi dari poliklinik dan ruang perawatan/isolasi penyakit menular. Namun beberapa institusi memasukkan juga bangkai hewan percobaan yang terkontaminasi atau yang diduga terkontaminasi oleh organisme patogen ke dalam kelompok limbah infeksius.

3) Limbah Jaringan Tubuh

Jaringan tubuh meliputi organ, anggota badan, darah dan cairan tubuh biasanya dihasilkan pada saat pembedahan atau autopsi. Limbah ini dapat dikategorikan berbahaya dan mengakibatkan risiko tinggi infeksi bakteri terhadap

pasien lain, staf dan populasi umum (pengunjung serta penduduk sekitar) sehingga dalam penanganannya membutuhkan labelisasi yang jelas.

4) Limbah Sitotoksik

Limbah sitotoksik adalah bahan yang terkontaminasi atau mungkin terkontaminasi dengan obat sitotoksik selama peracikan, pengangkutan atau tindakan terapi sitotoksik. Penanganan limbah ini memerlukan absorben yang tepat dan bahan pembersihnya harus selalu tersedia dalam ruangan peracikan. Bahan-bahan tersebut antara lain *swadust*, *granula absorpsi*, atau perlengkapan pembersih lainnya. Semua pembersih tersebut harus diperlakukan sebagai limbah sitotoksik yang pemusnahannya harus menggunakan *incinerator* karena sifat racunnya yang tinggi. Limbah dengan kandungan obat sitotoksik rendah, seperti urin, tinja, dan muntahan dapat dibuang kedalam saluran air kotor. Limbah sitotoksik harus dimasukkan ke dalam kantong plastik yang berwarna ungu yang akan dibuang setia hari atau boleh juga dibuang setelah kantong plastik penuh. Metode umum yang dilakukan dalam penanganan minimalisasi limbah sitotoksik adalah mengurangi jumlah penggunaannya, mengoptimalkan ukuran kontainer obat ketika membeli, mengembalikan obat yang kadaluarsa ke pemasok, memusatkan tempat pembuangan bahan kemothorapi, meminimalkan limbah yang dihasilkan dan membersihkan temat pengumpulan, menyediakan alat pembersih tumpahan obat dan melakukan pemisahan limbah.

5) Limbah Farmasi

Limbah farmasi dapat berasal dari obat-obat yang kadaluarsa, obatobatan yang terbuang karena *batch* yang tidak memenuhi spesifikasi atau kemasan yang terkontaminasi, obat-obatan yang dikembalikan oleh pasien atau dibuang oleh masyarakat, obat-obatan yang tidak lagi diperlukan oleh institusi yang bersangkutan, dan limbah yang dihasilkan selama produksi obat-obatan.

6) Limbah Kimia

Limbah kimia dihasilkan dari penggunaan kimia dalam tindakan medis, veterineri, laboratorium, proses sterilisasi dan riset.

7) Limbah Radioaktif

Limbah radioaktif adalah bahan yang terkontaminasi dengan radio isotop yang berasal dari penggunaan medis atau riset radionucleida. Limbah ini dapat berasal antara lain dari tindakan kedokteran nuklir, *radioimmunoassay*, dan bakteriologis, dapat berbentuk padat, cair atau gas. Beberapa bahan umumnya digunakan oleh rumah sakit.

8) Limbah Klinis

Dalam kaitan dengan pengelolaan limbah klinis, golongan limbah klinis dapat dikategorikan menjadi lima jenis berikut.

- a) Golongan A, terdiri dari *dressing* bedah, *swab* dan semua bahan yang bercampur dengan bahan-bahan tersebut, bahan-bahan linen dari kasus penyakit infeksi, serta seluruh jaringan tubuh manusia (terinfeksi maupun tidak), bangkai/jaringan hewan dari laboratorium dan hal-hal lain yang berkaitan dengan *swab* dan *dressing*.
- b) Golongan B, *syringe* bekas, jarum, *catridge*, pecahan gelas, dan bendabenda tajam lainnya.
- c) Golongan C, limbah dari ruang laboratorium dan *post-partum*, kecuali yang termasuk dalam golongan A.
- d) Golongan D, limbah bahan kimia dan bahan-bahan farmasi tertentu.
- e) Golongan E, *bed-pan disposable*, *urinoir*, *incotinenence-pad*, dan *stamage bags*[6].

2.2. Sumber Limbah Medis.

Rumah sakit dan Puskesmas sebagai sarana pelayanan kesehatan memiliki ruangan atau unit kerja dimana sebagian dari ruangan ini dapat menghasilkan limbah medis.

Tabel 2.1 Jenis Sampah/Limbah Medis Menurut Sumbernya

No	Sumber/area	Jenis sampah/limbah
1	Unit <i>Obstetric</i> dan Ruang Perawatan <i>Obstetric</i>	<i>Dressing</i> , <i>sponge</i> , <i>placenta</i> ampul, termasuk kapsul perak nitrat, jarum <i>spyringe</i> , masker <i>disposable</i> , <i>disposable drapes</i> , <i>sanitary napkin</i> ,

		<i>blood lancet disposable, catheter, disposable unit enema, disposable diaper dan underpad, sarung tangan disposable</i>
2.	Unit <i>Emergency</i> dan Bedah Termasuk Ruang Perawatan	<i>Dressing, sponge, jaringan tubuh termasuk amputasi, ampul bekas, masker disposable, jarum dan syringe drapes, casb. Disposable blood lancet disposable, kantong emesis, levin tubes, catheter, drainase set, kantong colosiomy, underpads, sarung bedah</i>
3.	Unit Laboratorium, Ruang Mayat, Pathologi dan Autopsi	Gelas terkontaminasi, termasuk <i>pipet petridish</i> , wadah <i>specimen, slide specimen</i> , jaringan, organ tubuh dan tulang.
4.	Unit Isolasi	Bahan-bahan kertas yang mengandung buangan <i>nasal dan sputum, dressing dan bandages, masker disposable</i> , sisa makanan, perlengkapan makanan.
5.	Unit Perawatan Ampul	jarum <i>disposable</i> dan <i>syringe</i> kertas dan lain-lain.

Sumber: Oviatt: Status report-disposal of solid waste, Hospital, 1968 (dalam Depkes RI, Pedoman Sanitasi Rumah Sakit di Indonesia, 1997)[7]

Jenis-jenis limbah rumah sakit meliputi bagian berikut ini[8] :

1. Limbah klinik: Limbah dihasilkan selama pelayanan pasien secara rutin, pembedahan dan di unit-unit risiko tinggi. Limbah ini mungkin berbahaya dan mengakibatkan risiko tinggi infeksi bakteri dan populasi umum dan staf rumahsakit. Oleh karena itu perlu diberi label yang jelas sebagai risiko tinggi. Contoh limbah jenis tersebut ialah perban atau pembungkus yang kotor, cairan badan, anggota badan yang diamputasi, jarum-jarum dan semprit bekas, kantung urin dan produk darah.
2. Limbah patologi: Limbah ini juga dianggap berisiko tinggi dan sebaiknya diotoklaf sebelum keluar dari unit patologi. Limbah tersebut harus diberi label Biohazard.

3. Limbah bukan klinik: Limbah ini meliputi kertas-kertas pembungkus atau kantong dan plastik yang tidak berkontak dengan cairan badan. Meskipun tidak menimbulkan risiko sakit, limbah tersebut cukup merepotkan karena memerlukan tempat yang besar untuk mengangkut dan membuangnya.
4. Limbah dapur: Limbah ini mencakup sisa-sisa makanan dan air kotor. Berbagai serangga seperti kecoa, kutu dan hewan pengerat seperti tikus merupakan gangguan bagi staf maupun pasien di rumah sakit.
5. Limbah dari tempat pencucian linen: Linen sebelumnya dipisahkan antara linen infeksius dan non infeksius. Pemilahan antara linen infeksius dan non infeksius dimulai dari sumber dan memasukkan linen ke dalam kantong plastik sesuai jenisnya serta diberi label
6. Limbah radioaktif: Walaupun limbah ini tidak menimbulkan persoalan pengendalian infeksi di rumah sakit, pembuangannya secara aman perlu diatur dengan baik.

2.3. Pengelolaan Limbah Medis di Puskesmas.

2.3.1 Pengelolaan Limbah Medis.

Pengelolaan yang tepat untuk limbah medis selain bergantung pada administrasi dan organisasi yang baik juga memerlukan kebijakan dan pendanaan yang memadai sekaligus partisipasi aktif dari staf yang terlatih dan terdidik (WHO, 2005). Kebijakan yang berlaku dalam pengelolaan limbah medis tidak dapat efektif jika tidak diterapkan dengan seksama, konsisten dan menyeluruh (WHO, 2005).

2.5.2 Tahapan-Tahapan Pengelolaan Limbah Medis

Pengelolaan limbah medis terdiri dari beberapa tahapan, antara lain sebagai berikut [9]:

- 1) Pemilahan sampah

Secara umum Pemilahan adalah proses pemisahan Limbah dari sumbernya, dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1204 Tahun 2004 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit menjelaskan bahwa pemilahan jenis limbah medis padat mulai dari sumber yang terdiri dari limbah infeksius, limbah patologi, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotoksik, limbah kimiawi, limbah radioaktif, limbah kontainer bertekanan, dan limbah dengan kandungan logam berat [1]. Kunci pengelolaan sampah layanan kesehatan secara efektif adalah pemilahan dan identifikasi sampah. Pemilahan merupakan tanggung jawab yang dibebankan pada produsen atau penghasil sampah dan harus dilakukan sedekat mungkin dengan tempat dihasilkannya sampah. Cara yang tepat untuk mengidentifikasi kategori sampah/limbah adalah dengan melakukan pemilahan sampah berdasarkan warna kantong dan kontainer yang digunakan (WHO, 2005). Pemilahan sampah harus dilakukan mulai dari sumber yang menghasilkan sampah [9].

Pemilahan sampah dilakukan untuk memudahkan mengenal berbagai jenis limbah yang akan dibuang dengan cara menggunakan kantong berkode (umumnya menggunakan kode warna). Namun penggunaan kode tersebut perlu cukup perhatian secukupnya untuk tidak sampai menimbulkan kebingungan dengan sistem lain yang mungkin juga menggunakan kode warna. Terdapat berbagai kantong yang digunakan untuk pembuangan sampah di rumah sakit dengan menggunakan bermacam-macam warna [9].

Tabel 2.2 Kategori Sampah dan Tempat Sampah

No	Kategori	Warna Tempat/	Lambang	Keterangan
----	----------	---------------	---------	------------

		kantong plastik pembungkus sampah		
	Radio Aktif	Merah	Warna hitam 	Sampah berbentuk benda tajam, ditampung dalam wadah yang kuat/tahan benda tajam sebelum dimasukkan ke dalam kantong yang sesuai dengan kategori/jenis sampahnya.
	Infeksius	Kuning	(warna hitam) 	-
	Sitotoksik	Ungu	(warna hitam) 	-
	Umum	Hitam	Domestik (warna hitam)	-

Sumber: Depkes RI, 2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan RS

2) Pengumpulan sampah

Limbah benda tajam harus dikumpulkan dalam satu wadah tanpa memperhatikan terkontaminasi atau tidaknya. Sedangkan limbah jarum suntik tidak dianjurkan untuk untuk dimanfaatkan kembali. Apabila rumah sakit maupun puskesmas tidak memiliki jarum sekali pakai (*disposable*), limbah jarum suntik dapat dimanfaatkan kembali setelah melalui proses salah satu metode sterilisasi [1]. Sampah harus dikumpulkan setiap hari (sesuai yang ditetapkan) dan diangkut ke tempat tempat penampungan sementara. Kantong plastik harus diganti segera dengan kantong plastik baru dari jenis yang sama setelah tempat pengumpul

sampah atau kontainer telah dikosongkan. Staf keperawatan atau staf klinis harus memastikan bahwa kantong plastik tertutup atau terikat dengan kuat jika tiga perempat penuh. Kantong plastik yang belum terisi penuh dapat disegel dengan membuat simpul pada bagian lehernya atau tengahnya [10].

Tempat pengumpul sampah harus memiliki syarat-syarat sebagai berikut [2]:

1. Terbuat dari bahan yang kuat, cukup ringan, tahan karat, kedap air dan mempunyai permukaan yang halus pada bagian dalamnya.
2. Mempunyai tutup yang mudah dibuka dan ditutup tanpa mengotori tangan 3. Terdapat minimal 1 (satu) buah untuk setiap kamar atau setiap radius 10 meter dan setiap radius 20 meter pada ruang tunggu terbuka.
3. Setiap tempat pengumpul sampah dilapisi dengan kantong plastik sebagai pembungkus sampah dengan lambang dan warna yang telah ditentukan.
4. Kantong plastik diangkat setiap hari atau kurang dari sehari bila 2/3 bagian telah terisi sampah.
5. Khusus untuk tempat pengumpul sampah kategori infeksius (plastik kuning) dan sampah sitotoksik (plastik ungu) segera dibersihkan dan didesinfeksi setelah dikosongkan, apabila akan dipergunakan kembali.

Untuk memudahkan pengosongan dan pengangkutan, penggunaan kantong plastik pelapis dalam bak sampah sangat disarankan. Kantong plastik tersebut membantu membungkus sampah waktu pengangkutan sehingga mengurangi kontak langsung antara mikroba dengan manusia dan mengurangi bau, tidak terlihat sehingga dapat diperoleh rasa estetik dan memudahkan pencucian bak sampah. Hendaknya disediakan sarana untuk mencuci tempat sampah yang disesuaikan dengan kondisi setempat. Pencucian hendaknya dilakukan setiap pengosongan atau sebelum tampak kotor. Dengan penggunaan kantong pelapis dapat mengurangi frekuensi pencucian. Setelah dicuci disarankan untuk melakukan desinfeksi, kemudian diperiksa bila terdapat kerusakan dan mungkin perlu diganti [9]. Limbah jangan sampai menumpuk di satu titik pengumpulan. Program rutin untuk

pengumpulannya harus ditetapkan sebagai bagian dari rencana pengelolaan limbah layanan kesehatan.

Berikut beberapa rekomendasi khusus yang harus dipatuhi oleh tenaga pendukung yang bertugas mengumpulkan limbah:

1. Limbah harus dikumpulkan setiap hari (atau sesuai frekuensi yang ditetapkan) dan diangkut ke pusat lokasi penampungan yang ditentukan.
2. Jangan memindahkan satu kantong limbah pun kecuali labelnya memuat keterangan lokasi produksi (rumah sakit dan bangsal atau bagian-bagiannya) dan isinya.
3. Kantong dan kontainer harus diganti segera dengan kantong dan kontainer baru dari jenis yang sama [10].

Pengumpulan dan penyimpanan limbah medis padat di lingkungan Puskesmas, yaitu :

- a. Pengumpulan limbah medis padat dari setiap ruangan penghasil limbah menggunakan troli khusus yang tertutup.
- b. Penyimpanan limbah medis padat harus sesuai iklim tropis yaitu pada musim hujan paling lama 48 jam dan musim kemarau paling lama 24 jam [9]

3) Pengangkutan *on site*

Pengangkutan limbah medis dari setiap ruangan penghasil limbah medis ke tempat penampungan sementara menggunakan troli khusus yang tertutup. Penyimpanan limbah medis harus sesuai iklim tropis yaitu pada musim hujan paling lama 48 jam dan musim kemarau paling lama 24 jam [9]. Kereta, gerobak atau troli pengangkut hendaknya tidak digunakan untuk tujuan lain dan memenuhi persyaratan sebagai berikut [1]:

- a) Permukaan bagian dalam harus rata dan kedap air
- b) Mudah dibersihkan dan dikeringkan
- 3) Sampah mudah diisikan dan dikosongkan
- c) Troli/alat angkut dicuci setelah digunakan

- d) Tidak ada tepi tajam yang dapat merusak kantong atau kontainer selama pemuatan maupun pembongkar muatan

Peralatan-peralatan tersebut harus jelas dan diberi label, dibersihkan secara regular dan hanya digunakan untuk mengangkut sampah. Setiap petugas hendaknya dilengkapi dengan alat proteksi dan pakaian kerja khusus. Kontainer harus mudah ditangani dan harus dibersihkan/dicuci dengan *detergent* [9].

- 1) Kantong limbah medis padat sebelum dimasukkan ke kendaraan pengangkut harus diletakkan dalam kontainer yang kuat dan tertutup.
- 2) Kantong limbah medis padat harus aman dari jangkauan manusia maupun binatang.
- 3) Petugas yang menangani limbah, harus menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang terdiri :
 - a) Topi/helm;
 - b) Masker;
 - c) Pelindung mata;
 - d) Pakaian panjang (*coverall*);
 - e) Apron untuk industri;
 - f) Pelindung kaki/sepatu *boot*; dan
 - g) Sarung tangan khusus (*disposable gloves* atau *heavy duty gloves*) [1].
- 4) Penampungan sementara.

Sebelum sampai tempat pemusnahan, perlu adanya tempat penampungan sementara, dimana sampah dipindahkan dari tempat pengumpulan ke tempat penampungan [9]. Secara umum, limbah medis harus dikemas sesuai dengan ketentuan yang ada, yaitu dalam kantong yang terikat atau kontainer yang tertutup rapat agar tidak terjadi tumpahan selama penanganan dan pengangkutan. Label yang terpasang pada semua kantong atau kontainer harus memuat informasi dasar mengenai isi dan produsen sampah tersebut informasi yang harus tercantum pada label, yaitu: kategori limbah, tanggal pengumpulan, tempat atau

sumber penghasil limbah medis dan tujuan akhir limbah medis [10]. Lokasi penampungan harus dirancang agar berada di dalam wilayah instansi pelayanan kesehatan.

Adapun syarat lokasi atau tempat penampungan sementara menurut WHO (2005) adalah sebagai berikut:

- a. Area penampungan harus memiliki lantai yang kokoh, impermiabel dan drainasinya baik
- b. Harus terdapat persediaan air untuk tujuan pembersihan
- c. Mudah dijangkau oleh staf yang bertugas menangani sampah serta kendaraan pengangkut sampah.
- d. Persediaan perlengkapan kebersihan, pakaian pelindung dan kantong plastik harus diletakkan di lokasi yang cukup dekat dengan lokasi penampungan sampah
- e. Lokasi penampungan tidak boleh berada di dekat lokasi penyimpanan makanan
- f. Harus ada perlindungan dari sinar matahari dan pencahayaan yang baik

Dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1204 Tahun 2004 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, Tempat Penampungan Sementara:

- 1) Bagi rumah sakit serta Puskesmas yang mempunyai *incinerator* di lingkungannya harus membakar limbahnya selambat-lambatnya 24 jam.
- 2) Bagi rumah sakit serta Puskesmas yang tidak mempunyai *incinerator*, maka limbah medis padatnya harus dimusnahkan melalui kerjasama dengan rumah sakit lain atau pihak lain yang mempunyai *incinerator* untuk dilakukan pemusnahan selambat-lambatnya 24 jam apabila disimpan pada suhu ruang [1].

5) Pengangkutan *off site*

Produsen limbah medis (petugas yang menangani limbah medis) bertanggung jawab terhadap proses pengemasan yang aman dan pelabelan yang adekuat dari limbah medis yang akan diangkut keluar lokasi penghasil limbah medis. Kendaraan yang digunakan untuk pengangkutan limbah medis tidak boleh digunakan untuk

mengangkut materi lainnya (WHO, 2005). Apabila tidak ada sarana untuk mengangkut limbah medis, harus disediakan bak terpisah dari sampah biasa didalam alat truk pengangkut (Depkes RI, 2002). Sarana tersebut harus selalu dalam keadaan terkunci kecuali saat pemuatan dan pembongkar muatan [10].

6) Pemusnahan sampah

Limbah medis tidak diperbolehkan dibuang langsung ke tempat pembuangan akhir limbah domestik sebelum aman bagi kesehatan. Cara dan teknologi pengolahan ataupun pemusnahan limbah medis disesuaikan dengan kemampuan rumah sakit maupun Puskesmas dan jenis limbah medis yang ada, dengan pemanasan menggunakan otoklaf atau dengan pembakaran menggunakan *incinerator* [9]. Metode yang digunakan tergantung pada faktor khusus yang sesuai dengan institusi, peraturan yang berlaku, aspek lingkungan yang berpengaruh terhadap masyarakat. Metode yang dapat digunakan antara lain:

a. Sanitary Landfill

Metode *sanitary landfill* dapat mencegah kontaminasi tanah dan air permukaan serta air tanah dan mengurangi pencemaran udara, bau serta kontak langsung dengan masyarakat umum (WHO, 2005). Beberapa unsur penting dalam desain dan penerapan *sanitary landfill*, antara lain [10]:

- 1) Akses ke lokasi dan area kerja dapat dijangkau oleh kendaraan pengantar dan pengangkut limbah medis.
- 2) Keberadaan petugas di tempat yang mampu mengontrol secara efektif kegiatan operasional setiap hari.
- 3) Pembagian lokasi mejadi fase-fase yang dapat ditangani dan dipersiapkan dengan tepat sebelum *landfill* mulai dioperasikan.
- 4) Penutupan yang adekuat bagian dasar dan sisi lubang di lokasi untuk meminimalkan pergerakan cairan dari sampah (*leachate*) keluar lokasi.
- 5) Mekanisme yang adekuat untuk penampungan *leachate* dan sistem pengolahan yang memadai jika perlu.

- 6) Pembuangan limbah yang terkelola disebuah lokasi yang kecil, memungkinkan limbah untuk disebar merata. Dipadatkan dan ditimbun (ditutup dengan tanah) setiap hari.
- 7) Selokan kecil untuk menampung air permukaan di sekitar perbatasan lokasi pembuangan.
- 8) Konstruksi lapisan penutup paling atas untuk meminimalkan masuknya air hujan jika setiap fase *landfill* sudah selesai.

b. Incinerator

Incinerator merupakan proses oksidasi kering bersuhu tinggi. Proses ini biasanya dipilih untuk mengolah sampah yang tidak dapat didaur ulang, dimanfaatkan kembali, atau dibuang di lokasi *landfill* [10]. *Incinerator* hanya digunakan untuk memusnahkan sampah klinis [9]. Perlengkapan *incinerator* harus dipilih dengan cermat berdasarkan sarana dan prasarana yang tersedia dan situasi setempat. Adapun *incinerator* yang memenuhi persyaratan minimum, yaitu [10]:

1) *Incinerator* Bilik Tunggal

Incinerator jenis ini mengolah sampah berdasarkan sekumpulan demi sekumpulan, pemasukan sampah dan pemusnahan abu dilakukan secara manual. Pembakaran dipicu dengan penambahan bahan bakar dan harus dapat bertahan tanpa penambahan bahan bakar lagi. Aliran udara masuk biasanya berasal dari ventilasi alami mulai dari mulut oven sampai ke cerobong.

2) *Incinerator* Drum

Incinerator drum atau lahan terbuka merupakan bentuk yang paling sederhana dari *incinerator* bilik tunggal. Metode ini harus dilakukan hanya sebagai upaya terakhir karena memang sulit untuk dapat membakar habis sampah tanpa menghasilkan asap yang berbahaya. Pilihan ini hanya tepat dilakukan dalam kondisi darurat selama kejadian luar biasa penyakit menular akut dan hanya boleh dilakukan pada sampah yang infeksius. *Incinerator* bata yang digunakan

dalam kondisi yang serupa dapat dibangun dengan membentuk suatu ruang tertutup yang dikelilingi dinding bata atau dinding beton. Bila *incinerator* akan digunakan di rumah sakit serta Puskesmas, maka beberapa faktor perlu diperhatikan adalah ukuran, desain yang disesuaikan dengan peraturan pengendalian pencemaran udara, penempatan lokasi yang berkaitan dengan jalur pengangkutan sampah/limbah dalam kompleks rumah sakit serta Puskesmas dan jalur pembuangan abu dan sarana gedung untuk melindungi *incinerator* dari bahaya kebakaran. *Incinerator* hanya digunakan untuk memusnahkan sampah/limbah medis.

Pembuangan dan pemusnahan sampah dapat ditempuh melalui dua alternatif [9]:

1) Pembuangan dan pemusnahan limbah medis dan non medis secara terpisah. Pemisahan ini dimungkinkan bila Dinas kebersihan dapat diandalkan sehingga beban Puskesmas tinggal memusnahkan limbah medis.

2) Pembuangan dan pemusnahan limbah medis dan non medis dijadikan satu.

Dengan demikian Puskesmas harus menyediakan sarana yang memadai. Tapi pengajuan untuk pemusnahan limbah medis yaitu :

a) Tidak membuang langsung ketempat pembuangan akhir limbah domestik sebelum aman bagi kesehatan

b) Menggunakan *incinerator*

c) Menggunakan *autoclave*

(Permenkes RI, 2004)

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1204 Tahun 2004 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, bahwa pengolahan, pemusnahan, dan pembuangan akhir limbah padat, antara lain [1]:

1. Limbah Infeksius dan Benda Tajam

a. Limbah yang sangat infeksius seperti biakan dan persediaan agen infeksius dari laboratorium harus disterilisasi dengan pengolahan panas dan basah seperti

dalam *autoclave* sedini mungkin. Untuk limbah infeksius yang lain cukup dengan cara desinfeksi.

- b. Benda tajam harus diolah dengan *incinerator* bila memungkinkan, dan dapat diolah bersama dengan limbah infeksius lainnya. Kapsulisasi juga cocok untuk benda tajam.
- c. Setelah insinerasi atau desinfeksi, residunya dapat dibuang ke tempat pembuangan B3 atau dibuang ke *landfill* jika residunya sudah aman.

2. Limbah Farmasi

- a. Limbah farmasi dalam jumlah kecil dapat diolah dengan insinerator pirolitik (*pyrolytic incinerator*), rotary kiln, dikubur secara aman, *sanitary landfill*, dibuang ke sarana air limbah atau inersisasi. Tetapi dalam jumlah besar harus menggunakan fasilitas pengolahan yang khusus seperti *rotary kiln*, kapsulisasi dalam drum logam, dan inersisasi.
- b. Limbah padat farmasi dalam jumlah besar harus dikembalikan kepada distributor, sedangkan bila dalam jumlah sedikit dan tidak memungkinkan dikembalikan, supaya dimusnahkan melalui *incinerator* pada suhu diatas 1.000 °C.

3. Limbah Sitotoksik

- a. Limbah sitotoksik sangat berbahaya dan tidak boleh dibuang dengan penimbunan (*landfill*) atau ke saluran limbah umum.
- b. Pembuangan yang dianjurkan adalah dikembalikan ke perusahaan penghasil atau distribusinya, insinerasi pada suhu tinggi, dan degradasi kimia. Bahan yang belum dipakai dan kemasannya masih utuh karena kadaluarsa harus dikembalikan ke distributor apabila tidak ada *incinerator* dan diberi keterangan bahwa obat tersebut sudah kadaluarsa atau tidak lagi dipakai.
- c. Insinerasi pada suhu tinggi sekitar 1.200° C dibutuhkan untuk menghancurkan semua bahan sitotoksik. Insinerasi pada suhu rendah dapat menghasilkan uap sitotoksik yang berbahaya ke udara.

- d. *Incinerator* dengan 2 (dua) tungku pembakaran pada suhu 1.200° C dengan minimum waktu tinggal 2 detik atau suhu 1.000° C dengan waktu tinggal 5detik di tungku kedua sangat cocok untuk bahan ini dan dilengkapi dengan penyaring debu. *Incinerator* juga harus dilengkapi dengan peralatan pembersih gas. Insinerasi juga memungkinkan dengan *rotary kiln* yang didesain untuk dekomposisi panas limbah kimiawi yang beroperasi dengan baik pada suhu diatas 850° C.
 - e. *Incinerator* dengan 1 (satu) tungku atau pembakaran terbuka tidak tepat untuk pembuangan limbah sitotoksik.
 - f. Metode degradasi kimia yang mengubah senyawa sitotoksik menjadi senyawa tidak beracun dapat digunakan tidak hanya untuk residu obat tapi juga pencucian tempat urin, tumpahan dan pakaian pelindung.
 - g. Cara kimia relatif mudah dan aman meliputi oksidasi oleh Kalium permanganat (KMnO₄) atau asam sulfat (H₂SO₄) , penghilangan nitrogen dengan asam bromida, atau reduksi dengan nikel dan aluminium.
 - h. Insinerasi maupun degradasi kimia tidak merupakan solusi yang sempurna untuk pengolahan limbah. Tumpahan atau cairan biologis yang terkontaminasi agen antineoplastik. Oleh karena itu, rumah sakit harus berhati-hati dalam menangani obat sitotoksik.
 - i. Apabila cara insinerasi maupun degradasi kimia tidak tersedia, kapsulisasi atau inersisasi dapat dipertimbangkan sebagai cara yang dapat dipilih.
4. Limbah Bahan Kimiawi
- a. Pembuangan Limbah Kimia Biasa

Limbah kimia biasa yang tidak bisa didaur seperti gula, asam amino, dan garam tertentu dapat dibuang ke saluran air kotor. Namun demikian, pembuangan tersebut harus memenuhi persyaratan konsentrasi bahan pencemar yang ada seperti bahan melayang, suhu, dan pH.
 - b. Pembuangan Limbah Kimia Berbahaya Dalam Jumlah Kecil Limbah bahan berbahaya dalam jumlah kecil seperti residu yang terdapat dalam kemasan

sebaiknya dibuang dengan insinerasi pirolitik, kapsulisasi, atau ditimbun (*landfill*).

- c. Pembuangan limbah kimia berbahaya dalam jumlah besar Tidak ada cara pembuangan yang aman dan sekaligus murah untuk limbah berbahaya. Pembuangannya lebih ditentukan kepada sifat bahaya yang dikandung oleh limbah tersebut. Limbah tertentu yang bisa dibakar seperti banyak bahan pelarut dapat diinsinerasi. Namun, bahan pelarut dalam jumlah besar seperti pelarut halogenida yang mengandung klorin atau fluorin tidak boleh diinsinerasi kecuali *incinerator* dilengkapi dengan alat pembersih gas.
- d. Cara lain adalah dengan mengembalikan bahan kimia berbahaya tersebut ke distributornya yang akan menanganinya dengan aman, atau dikirim ke negara lain yang mempunyai peralatan yang cocok untuk mengolahnya.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan limbah kimia berbahaya:

- 1) Limbah berbahaya yang komposisinya berbeda harus dipisahkan untuk menghindari reaksi kimia yang tidak diinginkan.
- 2) Limbah kimia berbahaya dalam jumlah besar tidak boleh ditimbun karena dapat mencemari air tanah.
- 3) Limbah kimia disinfektan dalam jumlah besar tidak boleh dikapsulisasi karena sifatnya yang korosif dan mudah terbakar.
- 4) Limbah padat bahan kimia berbahaya cara pembuangannya harus dikonsultasikan terlebih dahulu kepada instansi yang berwenang.

5. Limbah Bahan Kimiawi

- a. Limbah dengan kandungan merkuri atau kadmium tidak boleh dibakar atau diinsinerasi karena berisiko mencemari udara dengan uap beracun dan tidak boleh dibuang ke *landfill* karena dapat mencemari air tanah. Cara yang disarankan adalah dikirim ke negara yang mempunyai fasilitas pengolahan limbah dengan kandungan logam berat tinggi. Bila tidak memungkinkan, limbah dibuang ke tempat penyimpanan yang aman sebagai pembuangan akhir untuk

limbah yang berbahaya. Cara lain yang paling sederhana adalah dengan kapsulisasi kemudian dilanjutkan dengan *landfill*. Bila hanya dalam jumlah kecil dapat dibuang dengan limbah biasa.

6. Limbah Bahan Kimiawi

- a. Cara yang terbaik untuk menangani limbah kontainer bertekanan adalah dengan daur ulang atau penggunaan kembali. Apabila masih dalam kondisi utuh dapat dikembalikan ke distributor untuk pengisian ulang gas. Agen halogenida dalam bentuk cair dan dikemas dalam botol harus diperlakukan sebagai limbah bahan kimia berbahaya untuk pembuangannya.
- b. Cara pembuangan yang tidak diperbolehkan adalah pembakaran atau insinerasi karena dapat meledak.

1) Kontainer yang masih utuh

Kontainer-kontainer yang harus dikembalikan ke penjualnya adalah:

- Tabung atau silinder nitrogen oksida yang biasanya disatukan dengan peralatan anestesi.
- Tabung atau silinder etilin oksida yang biasanya disatukan dengan peralatan sterilisasi
- Tabung bertekanan untuk gas lain seperti oksigen, nitrogen, karbon dioksida, udara bertekanan, siklopropana, hidrogen, gas elpiji, dan asetilin.

2) Kontainer yang sudah rusak

Kontainer yang rusak tidak dapat diisi ulang harus dihancurkan setelah dikosongkan kemudian baru dibuang ke *landfill*.

3) Kaleng aerosol

Kaleng aerosol kecil harus dikumpulkan dan dibuang bersama dengan limbah biasa dalam kantong plastik hitam dan tidak untuk dibakar atau diinsinerasi. Limbah ini tidak boleh dimasukkan ke dalam kantong kuning karena akan dikirim ke *incinerator*. Kaleng aerosol dalam jumlah banyak sebaiknya dikembalikan ke penjualnya atau ke instalasi daur ulang bila ada.

7. Limbah Radioaktif

- a. Pengelolaan limbah radioaktif yang aman harus diatur dalam kebijakan dan strategi nasional yang menyangkut peraturan, infrastruktur, organisasi pelaksana, dan tenaga yang terlatih.
- b. Setiap rumah sakit yang menggunakan sumber radioaktif yang terbuka untuk keperluan diagnosa, terapi atau penelitian harus menyiapkan tenaga khusus yang terlatih khusus di bidang radiasi.
- c. Tenaga tersebut bertanggung jawab dalam pemakaian bahan radioaktif yang aman dan melakukan pencatatan.
- d. Instrumen kalibrasi yang tepat harus tersedia untuk monitoring dosis dan kontaminasi. Sistem pencatatan yang baik akan menjamin pelacakan limbah radioaktif dalam pengiriman maupun pembuangannya dan selalu diperbarui datanya setiap waktu
- e. Limbah radioaktif harus dikategorikan dan dipilah berdasarkan ketersediaan pilihan cara pengolahan, pengkondisian, penyimpanan, dan pembuangan.

Kategori yang memungkinkan adalah:

- Umur paruh (*half-life*) seperti umur pendek (*short-lived*), (misalnya umur paruh < 100 hari), cocok untuk penyimpanan pelapukan,
 - Aktifitas dan kandungan radionuklida,
 - Bentuk fisika dan kimia,
- f. Cara yang disarankan adalah dikirim ke negara yang mempunyai fasilitas pengolah limbah dengan kandungan logam berat tinggi. Bila tidak memungkinkan, limbah dibuang ke tempat penyimpanan yang aman sebagai pembuangan akhir untuk limbah yang berbahaya. Cara lain yang paling sederhana adalah dengan kapsulisasi kemudian dilanjutkan dengan *landfill*. Bila hanya dalam jumlah kecil dapat dibuang dengan limbah biasa.

2.4. Desinfeksi kimia.

Disinfektan adalah bahan kimia yang digunakan untuk mencegah terjadinya infeksi atau pencemaran oleh jasad renik atau obat untuk membasmi bakteri penyakit[11] Pengertian lain dari disinfektan adalah senyawa kimia yang bersifat toksik dan memiliki kemampuan membunuh mikroorganisme yang terpapar secara langsung oleh disinfektan. Disinfektan tidak memiliki daya penetrasi sehingga tidak mampu membunuh mikroorganisme yang terdapat di dalam celah atau cecaran mineral.[11] Selain itu disinfektan tidak dapat membunuh spora bakteri sehingga dibutuhkan metode lain seperti sterilisasi dengan autoklaf.

2.4.1. Proses desinfeksi kimia sederhana

Desinfeksi kimia, yang digunakan secara rutin dalam aktivitas layanan kesehatan untuk membunuh mikroorganisme pada peralatan medis dan pada lantai atau dinding, saat ini telah diperluas penggunaannya untuk pengolahan limbah layanan kesehatan. Zat kimia ditambahkan ke dalam limbah untuk membunuh atau menonaktifkan patogen yang ada di dalamnya: perlakuan tersebut biasanya menyebabkan desinfeksi, bukan sterilisasi. Desinfeksi kimia paling sesuai untuk mengolah limbah seperti darah, urine, feses, atau air kotor rumah sakit. Namun, limbah layanan kesehatan dari jenis yang padat dan bahkan sangat infeksius mencakup kultur mikrobiologis, benda tajam, dan sebagainya. juga dapat didesinfeksi secara kimia. walaupun memiliki keterbatasan berikut:

- 1) Pencabikan dan/atau penggilangan limbah biasanya perlu dilakukan sebelum desinfeksi; alat pencabik seringkali merupakan titik lemah dalam rantai pengolahan karena sering mengalami gangguan mekanis atau kerusakan.

- 2) Disinfektan yang diperlukan berasal dari jenis yang kuat, yang juga termasuk bahan berbahaya dan hanya boleh digunakan oleh petugas yang terlatih dan terlindung dengan baik.
- 3) Efisiensi desinfeksi bergantung pada kondisi operasionalnya.
- 4) Hanya bagian permukaan limbah yang utuh yang akan didesinfeksi.

2.4.2. Jenis Jenis Bahan Kimia Desinfeksi.

Banyak bahan kimia yang dapat berfungsi sebagai disinfektan, tetapi umumnya dikelompokkan ke dalam golongan aldehyd atau golongan pereduksi, yaitu bahan kimia yang mengandung gugus $-COH$; golongan alkohol, yaitu senyawa kimia yang mengandung gugus $-OH$; golongan halogen atau senyawa terhalogenasi, yaitu senyawa kimia golongan halogen atau yang mengandung gugus $-X$; golongan fenol dan fenol terhalogenasi, golongan garam amonium kuarterner, golongan pengoksidasi, dan golongan biguanida.

Beberapa jenis bahan yang berfungsi sebagai disinfektan dijelaskan di bawah ini :

- 1) Golongan “aldehyd” Bahan kimia golongan aldehyd yang umum digunakan antara lain formaldehyd, glutaraldehyd dan glioksal. Golongan aldehyd ini bekerja dengan cara denaturasi dan umum digunakan dalam campuran air dengan konsentrasi 0,5% . Daya aksi berada dalam kisaran jam, tetapi untuk kasus formaldehyd daya aksi akan semakin jelas dan kuat bila pelarut air diganti dengan alkohol. Formaldehyd pada konsentrasi di bawah 1,5% tidak dapat membunuh ragi dan jamur, dan memiliki ambang batas konsentrasi kerja pada 0,5 mL/m³ atau 0,5 mg/L serta bersifat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker). Larutan formaldehyd dengan konsentrasi 37% umum disebut formalin dan biasa digunakan untuk pengawetan mayat. Glutaraldehyd memiliki daya aksi yang lebih efektif dibanding formaldehyd, sehingga lebih banyak dipilih dalam bidang virologi dan tidak berpotensi

karsinogenik. Ambang batas konsentrasi kerjaglutaraldehid adalah 0,1 mL/m³ atau 0,1 mg/L.

Pada prinsipnya golongan aldehid ini dapat digunakan dengan spektrum aplikasi yang luas, misalkan formaldehid untuk membunuh mikroorganisme dalam ruangan, peralatan dan lantai, sedangkan glutaraldehid untuk membunuh virus. Keunggulan golongan aldehid adalah sifatnya yang stabil, persisten, dapat dibiodegradasi, dan cocok dengan beberapa material peralatan. Sedangkan beberapa kerugiannya antara lain dapat mengakibatkan resistensi dari mikroorganisme, untuk formaldehid diduga berpotensi bersifat karsinogen, berbahaya bagi kesehatan, mengakibatkan iritasi pada sistem mukosa, aktivitas menurun dengan adanya protein serta berisiko menimbulkan api dan ledakan.

- 2) Golongan alkohol Golongan alkohol merupakan bahan yang banyak digunakan selain golongan aldehid. Beberapa bahan di antaranya adalah etanol, propanol dan isopropanol. Golongan alkohol bekerja dengan mekanisme denaturasi serta berdaya aksi dalam rentang detik hingga menit dan untuk virus diperlukan waktu di atas 30 menit. Umum dibuat dalam campuran air pada konsentrasi 70-90 %.

Golongan alkohol ini tidak efektif untuk bakteri berspora serta kurang efektif bagi virus non-lipoid. Penggunaan pada proses desinfeksi adalah untuk permukaan yang kecil, tangan dan kulit. Adapun keunggulan golongan alkohol ini adalah sifatnya yangn stabil, tidak merusak material, dapat dibiodegradasi, kadang cocok untuk kulit dan hanya sedikit menurun aktivasinya bila berinteraksi dengan protein . Sedangkan beberapa kerugiannya adalah berisiko tinggi terhadap api/ledakan dan sangat cepat menguap.

- 3) Golongan pengoksidasi Bahan kimia yang termasuk golongan pengoksidasi kuat dibagi ke dalam dua golongan yakni peroksida dan peroksigen di

antaranya adalah hidrogen peroksida, asam perasetik, kalium peroksomono sulfat, natrium perborat, benzoil peroksida, kalium permanganat. Golongan ini membunuh mikroorganisme dengan cara mengoksidasi dan umum dibuat dalam larutan air berkonsentrasi 0,02 %.

Daya aksi berada dalam rentang detik hingga menit, tetapi perlu 0,5 – 2 jam untuk membunuh virus. Pada prinsipnya golongan pengoksidasi dapat digunakan pada spektrum yang luas, misalkan untuk proses desinfeksi permukaan dan sebagai sediaan cair. Kekurangan golongan ini terutama oleh sifatnya yang tidak stabil, korosif, berisiko tinggi menimbulkan ledakan pada konsentrasi di atas 15 %, serta perlu penanganan khusus dalam hal pengemasan dan sistem distribusi/transportasi.

- 4) Golongan “halogen” Golongan halogen yang umum digunakan adalah berbasis iodium seperti larutan iodium, iodoform, povidon iodium, sedangkan senyawa terhalogenasi adalah senyawa anorganik dan organik yang mengandung gugus halogen terutama gugus klor, misalnya natrium hipoklorit, klor dioksida, natrium klorit dan kloramin. Golongan ini berdaya aksi dengan cara oksidasi dalam rentang waktu sekira 10-30 menit dan umum digunakan dalam larutan air dengan konsentrasi 1-5%. Aplikasi proses desinfeksi dilakukan untuk mereduksi virus, tetapi tidak efektif untuk membunuh beberapa jenis bakteri gram positif dan ragi.

Umum digunakan sebagai desinfektan pada pakaian, kolam renang, lumpur air selokan. Adapun kekurangan dari golongan halogen dan senyawa terhalogenasi adalah sifatnya yang tidak stabil, sulit terbiodegradasi, dan mengiritasi mukosa.

- 5) Golongan “fenol” Senyawa golongan fenol dan fenol terhalogenasi yang telah banyak dipakai antara lain fenol(asam karbolik), kresol, para kloro kresol dan para kloro xilenol. Golongan ini berdaya aksi dengan cara denaturasi dalam rentang waktu sekira 10-30 menit dan umum digunakan dalam larutan air dengan konsentrasi 0,1-5%. Aplikasi proses desinfeksi

dilakukan untuk virus, spora tetapi tidak baik digunakan untuk membunuh beberapa jenis bakteri gram positif dan ragi. Umum digunakan sebagai dalam proses desinfeksi di bak mandi, permukaan dan lantai, serta dinding atau peralatan yang terbuat dari papan/kayu.

Adapun keunggulan dari golongan golongan fenol dan fenol terhalogenasi adalah sifatnya yang stabil, persisten, dan ramah terhadap beberapa jenis material, sedangkan kerugiannya antara lain susah terbiodegradasi, bersifat racun, dan korosif.

- 6) Golongan garam / amonium kuarterner Beberapa bahan kimia yang terkenal dari golongan ini antara lain benzalkonium klorida, bensatonium klorida, dan setilpiridinium klorida. Golongan ini berdaya aksi dengan cara aktif-permukaan dalam rentang waktu sekira 10-30 menit dan umum digunakan dalam larutan air dengan konsentrasi 0,1%-5%. Aplikasi untuk proses desinfeksi hanya untuk bakteri vegetatif, dan lipovirus. terutama untuk desinfeksi peralatannya.

Keunggulan dari golongan garam amonium kuarterner adalah ramah terhadap material, tidak merusak kulit, tidak beracun, tidak berbau dan bersifat sebagai pengemulsi, tetapi ada kekurangannya yakni hanya dapat terbiodegradasi sebagian. Kekurangan yang lain yang menonjol adalah menjadi kurang efektif bila digunakan pada pakaian, spon, dan kain pel karena akan terabsorpsi bahan tersebut serta menjadi tidak aktif bila bercampur dengan sabun, protein, asam lemak dan senyawa fosfat. Salah satu produk yang sudah dipasarkan dari golongan ini diklaim efektif untuk membunuh parvovirus, di mana virus ini merupakan jenis virus hidrofilik yang sangat susah untuk dimatikan dibandingkan virus lipofilik.

- 7) Golongan “biguanida” Bahan kimia yang sudah digunakan dari golongan ini antara lain klorheksidin. Klorheksidin terkenal karena sangat ampuh untuk antimikroba terutama jenis bakteri gram positif dan beberapa jenis bakteri

gram negatif. Klorheksidin sangat efektif dalam proses desinfeksi *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa*, tetapi kurang baik untuk membunuh beberapa organisme gram negatif, spora, jamur, terlebi virus serta sama sekali tidak bisa membunuh *Mycoplasma pulmonis*. Faktor yang harus diperhatikan : Dari semua bahan desinfektan tersebut di atas tidak semua dapat efektif dalam semua kondisi dan aplikasi. Perbedaan jenis mikroorganisme serta kondisi lingkungan akan menjadi faktor yang harus dipertimbangkan dalam sensitivitas atau resistensinya.

Supaya fungsi desinfektan menjadi efektif, maka ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan produk desinfektan, yakni harus dapat digunakan dalam spektrum dan aktivitas penggunaan yang luas, menunjukkan daya reduksi/bunuh terhadap mikroorganisme hidup pada saat berkontak, dapat bekerja pada rentang pH dan suhu yang luas, dapat bekerja dengan adanya senyawa organik, waktu paparan/kerja yang cukup singkat, batas konsentrasi yang kecil, dan stabilitas senyawa. Selain itu, untuk aplikasi di lapangan terdapat kecenderungan konsumen untuk memilih desinfektan yang aman bagi lingkungan, mudah untuk digunakan, daya aksi yang cepat serta murah. Tetapi faktor harga terkadang menjadi batasan tersendiri. Sebagai contoh banyak konsumen menggunakan desinfektan gas klor (klorin) untuk proses desinfeksi air. Bahan tersebut bekerja dengan baik untuk membunuh bakteri, fungi dan virus, tetapi bahan ini mempunyai efek merusak/korosif pada kulit dan peralatan. Selain itu gas klorin juga berpotensi merusak sistem pernapasan bagi manusia dan binatang.

Dengan mengetahui dan mengenal jenis bahan kimia yang digunakan dalam produk desinfektan diharapkan konsumen dapat memilih produk yang tepat sasaran, yakni kesesuaian antara bahan kimia yang dikandungnya dengan jenis dan target mikroorganismenya. Hal ini

dimaksudkan agar penggunaan menjadi tepat sasaran, berhasil guna dan berdaya guna. Manfaat lain adalah dengan mengetahui risiko dan efek negatif yang mungkin ditimbulkan oleh bahan kimia dalam desinfektan, seperti risiko keracunan pada anak, polusi terhadap lingkungan, risiko terhadap kesehatan serta efek karsinogen, maka diharapkan konsumen lebih berhati-hati dalam penggunaan dan penanganan produk-produk tersebut.

Terdapat 10 kriteria suatu desinfektan dikatakan ideal, yaitu :

- 1) Bekerja dengan cepat untuk menginaktivasi mikroorganisme pada suhu kamar
- 2) Aktivitasnya tidak dipengaruhi oleh bahan organik, pH, temperatur dan kelembaban
- 3) Tidak toksik pada hewan dan manusia
- 4) Tidak bersifat korosif
- 5) Tidak berwarna dan meninggalkan noda
- 6) Tidak berbau/ baunya disenangi
- 7) Bersifat biodegradable/ mudah diurai
- 8) Larutan stabil.
- 9) Mudah digunakan dan ekonomis
- 10) Aktivitas berspektrum luas

Variabel dalam desinfektan meliputi :

- a) Konsentrasi (Kadar) Konsentrasi yang digunakan akan bergantung kepada bahan yang akan didesinfeksi dan pada organisme yang akan dihancurkan.
- b) Waktu Waktu yang diperlukan mungkin dipengaruhi oleh banyak variabel.
- c) Suhu Peningkatan suhu mempercepat laju reaksi kimia.
- d) Keadaan Medium Sekeliling pH medium dan adanya benda asing mungkin sangat mempengaruhi proses desinfeksi

Bagian tubuh manusia dan bangkai hewan biasanya tidak boleh didesinfeksi secara kimia. Namun, jika fasilitas lain untuk pembuangannya belum tersedia, limbah semacam itu dapat dimasukkan ke dalam mesin pencabik kemudian menjalani desinfeksi kimia. Dalam merencanakan penggunaan desinfeksi kimia, persyaratan untuk pembuangan akhir residu harus diperhitungkan dengan matang: teknik pembuangan yang tidak tepat dapat menimbulkan dampak lingkungan yang serius.

Resistensi mikroba terhadap desinfektan sudah lama diselidiki sehingga saat ini kita dapat menyebutkan beberapa kelompok besar mikroorganisme mulai dari yang resistensinya paling tinggi sampai yang paling rendah. seperti berikut: spora bakteri, mikobakteri, virus hidrofili, jamur vegetative, bakteri vegetative Suatu desinfektan yang dikatakan efektif terhadap kelompok organisme tertentu juga pasti efektif terhadap semua kelompok yang resistensinya lebih rendah kebanyakan parasit. seperti *Giardia* dan *Cryptosporidiurn spp.*, sangat resistan terhadap desinfeksi dan biasanya masuk dalam peringkat antara mikobakteri dan virus.

Keefektifan proses desinfeksi diukur berdasarkan angka organisme indikator yang dapat bertahan di dalam pengujian mikrobiologis standar. Saat ini, proses desinfeksi kimia pada limbah layanan kesehatan hanya dilakukan di negara industri. Namun, teknik ini merupakan pilihan yang menarik bagi negara berkembang terutama untuk mengolah cairan fisiologis yang sangat infeksius, seperti feses pasien saat terjadi KLB penyakit kolera. Desinfeksi kimia biasanya dilakukan di wilayah bangunan rumah sakit. Namun dewasa ini, sistem komersial yang lengkap dan sepenuhnya dijalankan dengan mesin, telah berkembang unit pengolah sampah layanan kesehatan. Sampah yang didesinfeksi dapat dibuang sebagai limbah layanan kesehatan yang tidak beresiko.

Berdasarkan hasil penelitian Istiqlaliah (2009) tentang kualitas kebersihan peralatan makan pada rumah makan di Agrowisata Bincau Kabupaten Banjar, menunjukkan bahwa tidak ada satupun rumah makan (dari 4 buah sampel rumah makan) yang memenuhi standar kebersihan peralatan makan seperti yang ditetapkan Kepmenkes RI No. 1098 tahun 2003. Angka bakteri yang terdapat pada peralatan makan tersebut berkisar antara 110 koloni/cm² sampai dengan 36.700 koloni/cm². Tingginya angka bakteri tersebut berhubungan dengan upaya pemeliharaan kebersihan peralatan makan, yaitu kurang sempurnanya proses pencucian peralatan, menggunakan kain lap yang dipakai berulang-ulang dan tidak dilakukannya proses desinfeksi peralatan yang dicuci.

Terdapat berbagai cara proses desinfeksi peralatan makan yang dapat digunakan, yaitu dengan pemberian bahan kimia (chlor aktif dengan konsentrasi 50 ppm) dan penggunaan suhu panas (perebusan dengan suhu 100 °C selama 1 menit atau dengan suhu 82 °C selama 2 menit)[12]. Selain itu bahan alami seperti daun jeruk purut yang memiliki kandungan senyawa kimia alkaloid, polifenol, minyak atsiri, tanin dan flavonoid mempunyai efek farmakologis sebagai antiseptik dan mempunyai antioksidan yang sangat tinggi dan bahanbahan tersebut dapat berfungsi sebagai desinfektan serta bioinsektisida [13]. Salah satu bahan desinfektan untuk peralatan makan yang sering digunakan dimasyarakat adalah larutan chlor aktif (Ca(ClO)₂) atau disebut juga kaporit. Cara desinfeksi menggunakan larutan chlor aktif adalah dengan konsentrasi 50 ppm[14]. Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh beberapa konsentrasi kaporit terhadap angka lempeng total pada desinfeksi alat makan plato (studi di Puskesmas Rawat Inap Sokaraja I Banyumas), pada kadar kaporit 10 ppm dengan waktu kontak 2 menit dapat menurunkan bakteri sekitar 94,76%, 20 ppm sebesar 97,14%, 30 ppm sebesar 99,78%, sedangkan 40 ppm dan 50 ppm dapat mereduksi 100% [4].

Permasalahan yang menyulitkan masyarakat dalam melakukan tahapan desinfeksi peralatan makan terutama dengan menggunakan larutan chlor aktif adalah mengatur konsentrasi larutan chlor aktif sesuai dengan ketentuan.

Penggunaan yang tidak diatur akan menyebabkan konsentrasi larutan chlor aktif berlebihan atau kurang dari ketentuan, apabila konsentrasi berlebihan akan menimbulkan dampak seperti bau dan apabila konsentrasi larutan chlor aktif kurang dari ketentuan maka dikhawatirkan tidak dapat mereduksi sampai 100%. Selain itu waktu perendaman yang lama juga mempengaruhi karena peralatan makan yang tersedia terbatas sedangkan pembeli/konsumen berdatangan.

Berdasarkan hal tersebut agar konsentrasi kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) sebagai desinfektan dalam proses desinfeksi peralatan makan ini sesuai dengan ketentuan maka perlu dibuat suatu alat yang dapat mengatur konsentrasi kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) dengan tepat dan mudah dioperasikan oleh masyarakat serta dilakukan uji coba untuk waktu perendaman yang paling efektif meskipun dalam waktu singkat.

Berdasarkan penelitian Alat pengatur konsentrasi kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) mampu mengatur konsentrasi kaporit dengan tepat sesuai ketentuan dalam 1 kali tekan alat dapat mengeluarkan larutan 2 ml yang setara dengan 50 mgr untuk 1 liter air (50 ppm). Penggunaan alat pengatur konsentrasi kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) pada proses desinfeksi menggunakan larutan kaporit 50 ppm efektif dalam meningkatkan kualitas kebersihan peralatan makan. Waktu kontak yang paling efektif dalam proses desinfeksi menggunakan larutan kaporit dengan bantuan alat pengatur konsentrasi kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) adalah 2 menit [15]. Penggunaan desinfektan dalam proses pencucian peralatan makan sangat dianjurkan dalam meningkatkan kualitas peralatan makan. Alat pengatur konsentrasi kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) dapat digunakan dalam proses desinfeksi peralatan makan dengan bahan kaporit agar konsentrasi tepat sesuai ketentuan 50 ppm. Diharapkan kepada peneliti selanjutnya dapat mengembangkan alat pengatur konsentrasi kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) ini agar pengoperasiannya lebih mudah dilakukan, seperti desain alat berbahan transparan, lebih memperhatikan ukuran alat, serta melakukan percobaan sampai alat benar-benar tidak dapat berfungsi dengan baik.

2.5. Dampak Limbah Medis.

Kegiatan rumah sakit serta puskesmas yang sangat kompleks tidak saja memberikan dampak positif bagi masyarakat sekitarnya, tetapi juga kemungkinan dampak negatif. Dampak negatif berupa cemaran akibat proses kegiatan maupun limbah yang dibuang tanpa pengelolaan yang benar. Pengelolaan limbah rumah sakit maupun Puskesmas yang tidak baik akan memicu risiko terjadinya kecelakaan kerja dan penularan penyakit dari pasien ke pekerja, dari pasien ke pasien, dari pekerja ke pasien, maupun dari dan kepada masyarakat pengunjung [16]. Paparan limbah medis yang berbahaya dapat mengakibatkan infeksi atau cedera. Limbah medis yang tidak dikelola dengan baik akan memberikan dampak terhadap kesehatan, antara lain [17]:

a. Dampak limbah infeksius dan benda tajam

Dampak yang ditimbulkan dari limbah infeksius dan benda tajam adalah infeksi virus seperti *Human Immunodeficiency Virus/Acquired Immunodeficiency Syndrome* (HIV/AIDS) dan hepatitis, infeksi ini terjadi melalui cedera akibat benda yang terkontaminasi umumnya jarum suntik. Cedera terjadi karena kurangnya upaya memasang tutup jarum suntik sebelum dibuang ke dalam kontainer, upaya yang tidak perlu seperti membuka kontainer tersebut dan karena pemakaian materi yang tidak anti robek dalam membuat kontainer. Risiko tersebut terjadi pada perawat, tenaga kesehatan lain, pelaksana pengelola sampah dan pemulung di lokasi pembuangan akhir sampah. Di kalangan pasien dan masyarakat, risiko tersebut jauh lebih rendah. Namun beberapa infeksi yang menyebabkan media lain atau disebabkan oleh agen yang lebih resisten dapat menyebabkan risiko yang bermakna pada masyarakat dan pasien. Contoh: pembuangan air kotor dari rumah sakit yang tidak terkendali yang merawat pasien kolera memberikan dampak yang cukup besar terhadap terjadinya wabah kolera di Negara Amerika Latin.

b. Dampak limbah kimia dan farmasi

Penanganan zat kimia atau farmasi secara tidak tepat di instansi pelayanan kesehatan juga dapat menyebabkan cedera. Kelompok risiko yang terkena

penyakit pernapasan atau kulit akibat terpajan zat kimia yang berwujud uap aerosol atau cairan adalah apoteker, ahli anestesi, tenaga perawat, pendukung serta pemeliharaan.

c. Dampak limbah sitotoksik

Potensi bahaya tersebut muncul dalam bentuk peningkatan kadar senyawa mutagenik di dalam urine pekerja yang terpajan dan meningkatnya risiko abortus. Tingkat keterpaparan pekerja yang membersihkan urinal (semacam pispot) melebihi tingkat keterpaparan perawat dan apoteker, pekerja tersebut kurang menyadari bahaya yang ada sehingga hanya melakukan sedikit pencegahan.

d. Dampak limbah radioaktif

Ada beberapa kecelakaan yang terjadi akibat pembuangan zat radioaktif secara tidak tepat. Kecelakaan terjadi adalah kasus yang mencakup radiasi di lingkungan rumah sakit akibat pemakaian instrumen radiologi yang tidak benar, penanganan bahan radioaktif secara tidak tepat atau pengendalian radioterapi yang tidak baik. limbah radio aktif dapat mengakibatkan kemandulan, wanita hamil melahirkan bayi cacat, kulit keriput.

Pengaruh limbah Puskesmas terhadap kualitas lingkungan dan kesehatan dapat menimbulkan berbagai masalah seperti :

1) Gangguan kenyamanan dan estetika

Ini berupa warna yang berasal dari sedimen, larutan, bau phenol, eutrofikasi dan rasa dari bahan kimia organik.

2) Kerusakan harta benda

Dapat disebabkan oleh garam yang terlarut (korosif, karat), air yang berlumpur dan sebagainya yang dapat menurunkan kualitas bangunan disekitar lingkungan Puskesmas.

3) Gangguan/kerusakan tanaman dan binatang

Ini dapat disebabkan oleh berbagai jenis bakteri, virus, senyawa-senyawa kimia, pestisida, serta logam seperti Hg, Pb, dan Cd yang berasal

dari bagian kedokteran gigi.

4) Gangguan genetik dan reproduksi

Meskipun mekanisme gangguan belum sepenuhnya diketahui secara pasti, namun beberapa senyawa dapat menyebabkan gangguan atau kerusakan genetik dan sistem reproduksi manusia misalnya pestisida, bahan radioaktif[17].

Ada beberapa kelompok masyarakat yang mempunyai risiko untuk mendapat gangguan karena buangan Puskesmas. Pertama, pasien yang datang ke Puskesmas untuk memperoleh pertolongan pengobatan dan perawatan Puskesmas. Kelompok ini merupakan kelompok yang paling rentan Kedua, karyawan Puskesmas dalam melaksanakan tugas sehari-harinya selalu kontak dengan orang sakit yang merupakan sumber agen penyakit. Ketiga, pengunjung/pengantar orang sakit yang berkunjung, risiko terkena gangguan kesehatan akan semakin besar. Keempat, masyarakat yang bermukim di sekitar Puskesmas, lebih-lebih lagi bila Puskesmas membuang hasil buangan tidak sebagaimana mestinya ke lingkungan sekitarnya. Akibatnya adalah mutu lingkungan menjadi turun kualitasnya, dengan akibat lanjutannya adalah menurunnya derajat kesehatan masyarakat di lingkungan tersebut. Oleh karena itu, Puskesmas wajib melaksanakan pengelolaan buangan Puskesmas yang baik dan benar dengan melaksanakan kegiatan sanitasi instansi layanan kesehatan [18].

Membahas dampak limbah secara khusus berdasarkan limbah yang dihasilkan.

a. Bahaya Limbah Infeksius dan Benda Tajam

Limbah infeksius dapat mengandung berbagai macam mikroorganisme patogen.

Patogen tersebut dapat memasuki tubuh manusia melalui beberapa jalur :

- 1) Akibat tusukan, lecet, atau luka di kulit
- 2) Melalui membran mukosa
- 3) Melalui pernapasan
- 4) Melalui ingesti

Kekhawatiran muncul terutama terhadap *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) serta virus hepatitis B dan C karena ada bukti kuat yang menunjukkan bahwa virus tersebut ditularkan melalui limbah layanan kesehatan. Penularan umumnya terjadi melalui cedera dan jarum *sprit* yang terkontaminasi darah manusia.

b. Bahaya Limbah Kimia dan farmasi

Banyak zat kimia dan bahan farmasi berbahaya digunakan dalam layanan kesehatan (misalnya zat yang bersifat toksik, genotoksik, korosif, mudah terbakar, reaktif, mudah meledak, atau yang sensitif terhadap guncangan). Kuantitas zat tersebut umumnya rendah di dalam limbah layanan kesehatan, kuantitas yang lebih besar dalam limbah umumnya ditemukan jika instansi membuang zat kimia atau bahan farmasi yang sudah tidak terpakai lagi atau sudah kadaluarsa. Kandungan zat itu di dalam limbah dapat menyebabkan intoksikasi atau keracunan, baik akibat pajanan secara akut maupun kronis dan cedera, termasuk luka bakar.

c. Bahaya Limbah Genotoksik

Pajanan terhadap zat genotoksik di lingkungan layanan kesehatan juga dapat terjadi selama masa persiapan atau selama terapi yang menggunakan obat atau zat tertentu. Jalur pajanan utama adalah dengan menghirup debu atau aerosol, absorpsi melalui kulit, tanpa sengaja menelan makanan yang terkontaminasi obat – obatan sitotoksik, zat kimia, atau limbah, dan kebiasaan buruk saat makan, misalnya menyedot makanan. Pajanan juga dapat terjadi melalui kontak dengan cairan dan sekret tubuh pasien yang menjalani kemoterapi.

d. Bahaya Limbah Radioaktif

Jenis penyakit yang disebabkan limbah radioaktif bergantung pada jenis dan intensitas pajanan. Kesakitan yang muncul dapat berupa sakit kepala, pusing, dan muntah sampai masalah lain yang lebih serius. Karena limbah radioaktif, seperti halnya limbah bahan farmasi, bersifat genotoksik, maka efeknya juga dapat mengenai materi genetik. Penanganan sumber yang sangat aktif, misalnya terhadap sumber tertutup dalam instrumen diagnostik, dapat menyebabkan

cedera yang jauh lebih parah (misalnya kerusakan jaringan, keharusan untuk mengamputasi bagian tubuh) dan karenanya harus dilakukan dengan sangat hati – hati.

e. Sensivitas publik

Selain rasa takut akan dampak kesehatan yang mungkin muncul, masyarakat juga sangat sensitif terhadap dampak visual limbah anatomi, bagianbagian tubuh yang dapat dikenali, termasuk janin [17]. Menurut Adisasmito, 2007, kegiatan pelayanan kesehatan di rumah sakit disamping memberikan kesembuhan atau peningkatan derajat kesehatan masyarakat, juga menghasilkan sejumlah hasil sampingan. Hasil sampingan itu berupa buangan padat, cairan dan gas yang banyak mengandung bakteri patogen, zat kimia yangberacun, zat radioaktif dan zat lain-lain. Buangan tersebut dapat mengganggu kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan ataupun ekosistem di dalam dan sekitar rumah sakit. Apabila pengelolaan bahan buangan ini tidak dilaksanakan secara saniter, maka akan menyebabkan gangguan terhadap kelompok masyarakat di dan sekitar rumah sakit.

Agen penyakit yang dihasilkan oleh kegiatan pelayanan kesehatan di rumah sakit memasuki media lingkungan melalui air (air kotor dan air minum), udara, makanan, alat atau benda, serangga, tenaga kesehatan, dan media lainnya. Melalui media ini agen penyakit tersebut akan dapat ditularkan kepada kelompok masyarakat yang rentan, misalnya penderita yang dirawat atau yang berobat jalan, karyawan, pengunjung atau pengantar orang sakit, serta masyarakat sekitar.

Oleh karena itu, pengawasan terhadap mutu media ini terhadap kemungkinan akan adanya kontaminasi oleh agen penyakit yang dihasilkan oleh kegiatan pelayanan kesehatan,hendaknya dipantau dengan cermat sehingga media tersebut bebas dari kontaminasi. Dengan demikian, kelompok masyarakat terhindar dari kemungkinan untukmendapatkan gangguan atau penyakit akibat buangan agen dari masyarakat tersebut.Kelompok masyarakat yang memunyai risiko untuk mendapat gangguan

rumah sakit serta Puskesmas tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Kelompok masyarakat yang datang untuk memperoleh pertolongan pengobatan dan perawatan, kelompok ini merupakan kelompok yang paling rentan terhadap kemungkinan untuk mendapatkan infeksi nosokomial. Pemberian obat-obatan yang dapat menurunkan daya tahan/kekebalan seseorang (misalnya obat golongan kortikosteroid), penderita gangguan gizi/nutrisi, gangguan darah (Hb), serta fungsi-fungsi tubuh lainnya yang dapat memperburuk daya tahan penderita terhadap kemungkinan serangan agen penyakit lain yang dideritanya. Lebih-lebih lagi bila kualitas media lingkungan rumah sakit maupun Puskesmas yang tidak terawasi, akan lebih memperbesar risiko penderita yang bersangkutan.
- b. Karyawan dalam melaksanakan tugas sehari-harinya akan selalu kontak dengan orang sakit yang merupakan sumber agen penyakit. Hal ini diperberat lagi bila penderita tersebut menderita penyakit menular atau karyawan yang berada dalam lingkungan yang kurang saniter akibat pengelolaan buangan rumah sakit maupun Puskesmas yang kurang baik. Dengan demikian, ia terpapar dengan media lingkungan yang terkontaminasi dengan agen penyakit.
- c. Pengunjung/pengantar orang sakit, karena berada di dalam lingkungan rumah sakit maupun Puskesmas, maka mereka akan terpapar dengan keadaan lingkungan tersebut. Bila keadaan lingkungan kurang saniter, risiko gangguan kesehatan semakin besar.
- d. Masyarakat yang bermukim di sekitar rumah sakit; lebih-lebih lagi bila rumah sakit maupun Puskesmas membuang hasil buangan tidak sebagaimana mestinya ke lingkungan sekitarnya. Akibatnya adalah mutu lingkungan menjadi turun nilainya, dengan akibat lanjutannya adalah menurunnya derajat kesehatan masyarakat di lingkungan tersebut. Oleh karena itu, maka rumah sakit wajib melaksanakan pengelolaan buangan (limbah) yang baik dan benar dengan melaksanakan kegiatan sanitasi.

2.6. Kerangka Teori Penelitian.

Keberadaan sampah medis pada fasilitas Pelayanan Kesehatan tidak bisa dihindari. Semakin banyak fasilitas layanan kesehatan semakin banyak sampah medis yang dihasilkan. Peningkatan jumlah sampah medis dipengaruhi oleh jumlah pasien yang ditangani, jenis kegiatan layanan kesehatan, serta penggunaan bahan dan alat tindakan pelayanan. Jumlah sampah medis yang dihasilkan dari kegiatan layanan kesehatan dalam hal ini Puskesmas Perawatan berkisar 15-25 kg perhari setiap Puskesmas.

Keberadaan sampah medis hasil kegiatan Puskesmas merupakan sampah dengan sifat infeksius. Jenis sampah ini berdasarkan peraturan perundangan termasuk limbah beracun dan berbahaya (B3). Keberadaan sampah hasil aktifitas Puskesmas harus dikelola sesuai dengan peraturan perundangan sehingga tidak menyebabkan kerugian manusia. Kerugian yang ditimbulkan berupa mencemari lingkungan dan berpotensi menularkan beberapa penyakit pada manusia yang bersentuhan di lingkungan sekitar.

Kendala utama yang dialami pengelola sampah medis di Puskesmas adalah keterbatasan alat pengolahan sampah medis. Selama ini untuk memusnahkan sampah medis menggunakan Incenerator. Penggunaan incinerator memerlukan biaya yang sangat besar. Incenerator standar untuk Puskesmas diperlukan biaya 200-500 juta. Penggunaan incinerator berdasarkan pengamatan efektif 3-5 th, setelah itu kebanyakan rusak dan berkarat rapuh karena pemakaian/panas dan asam. Keberlangsungan dalam pengolahan sampah menjadi permasalahan tersendiri. Kepemilikan Incenerator oleh Puskesmas juga menjadi pertanyaan tersendiri, jarang Puskesmas memiliki Incenerator sendiri. Pemusnahan sampah medis juga dilakukan bekerjasama dengan pihak ketiga yaitu RS yang sudah memiliki Incenerator. Kemampuan RS dalam menampung sampah medis juga mempunyai

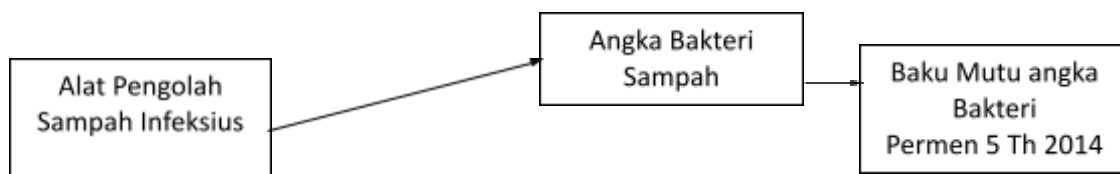
keterbatasan. Kesulitan dan hambatan dalam memusnahkan sampah medis menjadi permasalahan yang harus diselesaikan.

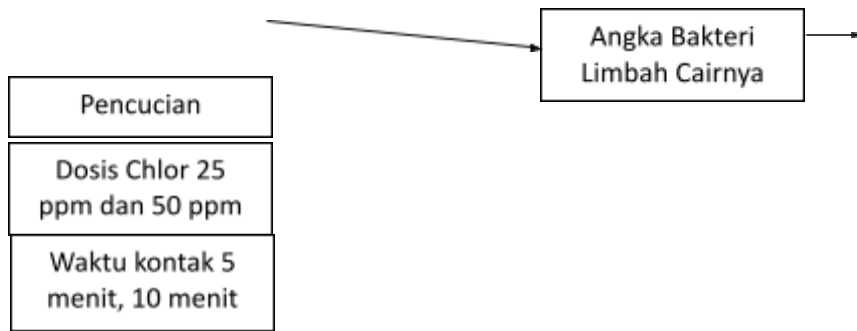
Salah satu upaya yang kami tawarkan dalam memusnahkan sampah medis Puskesmas adalah mengurangi jumlah sampah medis. Pengurangan sampah medis melalui penghilangan potensi penularan penyakit atau menghilangkan sifat infeksius sampah. Penghilangan sifat infeksius dilakukan dengan melakukan pengolahan melalui alat “Pengolah Sampah Infeksius” . Alat ini dioperasikan dengan menggunakan prinsip tahapan pengolahan meliputi : Pencacahan dilanjutkan dengan pencucian, penirisan, dilanjutkan proses desinfeksi dan penirisan.

Pengolahan dengan pencacahan dilakukan bertujuan untuk mengurangi volume dan membuka bidang dan lipatan sampah supaya mudah dalam pembersihan. Pencucian sampah dimaksudkan untuk memisahkan material sampah dengan pengotor lainnya. Desinfeksi dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan potensi infeksius sampah. Proses desinfeksi menggunakan bahan kimia chlor baik berupa serbuk maupun cair. Dari rangkaian proses pengolahan sampah tersebut, diharapkan menghasilkan material sampah medis yang bebas dari potensi infeksius dan aman bagi lingkungan.

Untuk mendapatkan alat MWT-P yang optimal perlu dilakukan penelitian berkaitan dengan kesesuaian model, operasional alat. Untuk mendapatkan hasil yang optimal dilakukan uji coba dengan melakukan perlakuan variasi ukuran sampah, variasi waktu pencucian, variasi dosis chlor. Dari ujicoba beberapa variasi perlakuan diharapkan formula hasil yang optimal dalam menghilangkan potensi infeksius sampah. Penilaian terhadap potensi infeksi, berupa angka bakteri pada sampah setelah dilakukan pengolahan sampah.

2.7. Kerangka Konsep Penelitian.





Gambar 2.1. Kerangka Konsep Penelitian

2.8. Hipotesis.

Hipotesis minor dalam penelitian ini adalah

1. Alat pengolah sampah infeksius Puskesmas dengan menggunakan dosis khlor 25 ppm dengan waktu kontak 5 menit akan menurunkan angka bakteri pada sampah infeksius dan limbah cairnya.
2. Alat pengolah sampah infeksius Puskesmas dengan menggunakan dosis khlor 25 ppm dengan waktu kontak 10 menit akan menurunkan angka bakteri pada sampah infeksius dan limbah cairnya.
3. Alat pengolah sampah infeksius Puskesmas dengan menggunakan dosis khlor 50 ppm dengan waktu kontak 5 menit akan menurunkan angka bakteri pada sampah infeksius dan limbah cairnya.
4. Alat pengolah sampah infeksius Puskesmas dengan menggunakan dosis khlor 50 ppm dengan waktu kontak 10 menit akan menurunkan angka bakteri pada sampah infeksius dan limbah cairnya.
5. Variasi dosis chlor (25 ppm, 50 ppm) dan variasi waktu (5 menit, 10 menit) pada proses pengolahan sampah infeksius berpengaruh penurunan angka bakteri (TPC,MPN) sampah dan limbah cair.

Hipotesis mayor dalam penelitian ini adalah

Alat pengolah sampah infeksius Puskesmas dengan dosis chlor dan waktu kontak yang tepat dapat menurunkan angka bakteri pada sampah infeksius dan limbah cairnya.

B A B III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan.

Secara Umum penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan "Alat Pengolah sampah infeksius dengan dosis chlor dan waktu kontak yang tepat dapat

menurunkan angka bakteri pada sampah infeksius dan limbah cairnya.

Tujuan khusus penelitian adalah :

1. Diketuainya efektifitas alat pengolah sampah infeksius dalam menurunkan angka bakteri Total Plat Count (TPC) dan Most Probable Number (MPN) sampah infeksius.
2. Diketuainya efektifitas alat pengolah sampah infeksius dengan menggunakan dosis khlor 25 ppm dengan waktu kontak 5 menit dalam menurunkan angka bakteri pada sampah infeksius dan angka bakteri limbah cairnya.
3. Diketuainya efektifitas alat pengolah sampah infeksius dengan menggunakan dosis khlor 25 ppm dengan waktu kontak 10 menit dalam menurunkan angka bakteri pada sampah infeksius dan angka bakteri limbah cairnya.
4. Diketuainya efektifitas alat pengolah sampah infeksius dengan menggunakan dosis khlor 50 ppm dengan waktu kontak 5 menit dalam menurunkan angka bakteri pada sampah infeksius dan angka bakteri limbah cairnya.
5. Diketuainya efektifitas alat pengolah sampah infeksius dengan menggunakan dosis khlor 50 ppm dengan waktu kontak 10 menit dalam menurunkan angka bakteri pada sampah infeksius dan angka bakteri limbah cairnya.
6. Diketuainya pengaruh variasi dosis chlor dan Variasi waktu kontak terhadap angka bakteri (TPC,MPN) sampah dan limbah cair.

3.2. Manfaat Penelitian.

Manfaat penelitian yang ingin di capai dalam penelitian ini antara lain:

1. Manfaat penelitian dari aspek teknis.
 - a. Ditemukan Alat Pengolah sampah infeksius dengan dosis chlor dan waktu kontak yang tepat dapat menurunkan angka bakteri pada sampah infeksius dan limbah cairnya untuk Puskesmas.
 - b. Ditemukan alat pengolah sampah infeksius yang terjangkau dan mudah untuk mengoperasionalkannya.
 - c. Puskesmas mendapatkan alternative dalam mengolah sampah infeksius.

2. Manfaat dari aspek ilmiah.

- a. Sebagai bahan referensi atau perbandingan bagi peneliti berikutnya, khususnya dalam penyempurnaan alat pengolahan sampah infeksius.
- b. Memberi kontribusi ilmiah terhadap perkembangan keilmuan berkaitan dengan perkembangan alat pengolahan sampah infeksius.

3.3. Luaran.

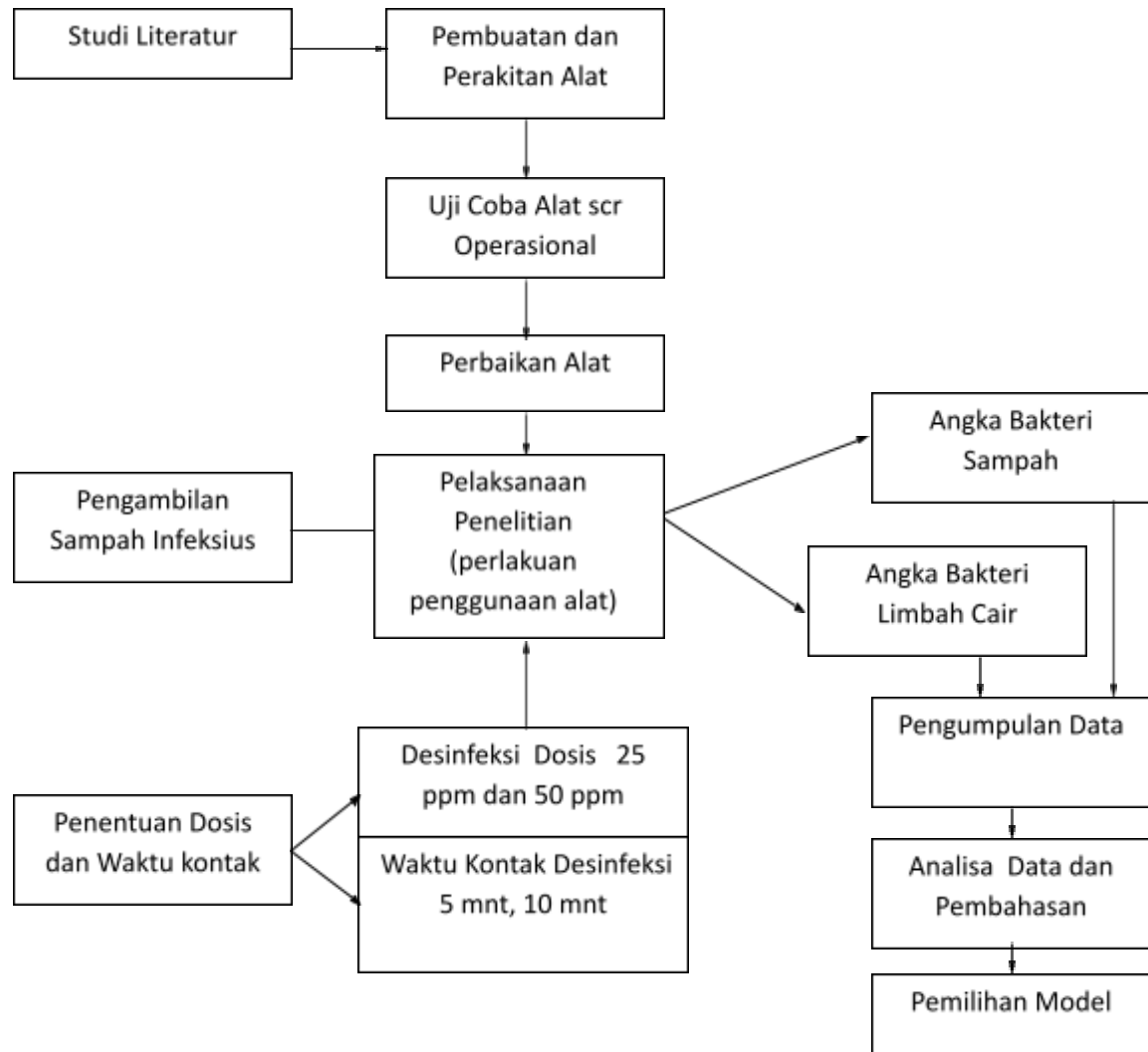
Luaran penelitian adalah:

- a. Produk berupa alat pengolah sampah infeksius untuk mengolah sampah infeksius untuk Puskesmas.
- b. Publikasi hasil penelitian untuk kebijakan dalam mengolah sampah infeksius di Puskesmas.
- c. HKI (paten, hak cipta).

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Bagan Alir Penelitian.



Gambar 4.1. Bagan Alir Proses Penelitian

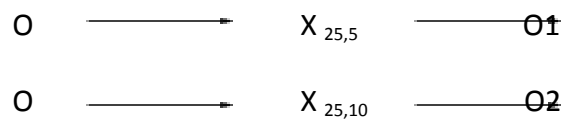
Penelitian dilakukan diawali dengan pencarian alat dan bahan pembuatan alat pengolah sampah infeksius, dilanjutkan dengan perancangan dan perakitan. Setelah alat jadi dilakukan uji coba operasional dengan indicator pengaturan waktu pencucian dan waktu operasional. Penelitian dilanjutkan dengan Pengambilan sampah infeksius dari Puskesmas kemudian dilakukan pemilahan sesuai dengan

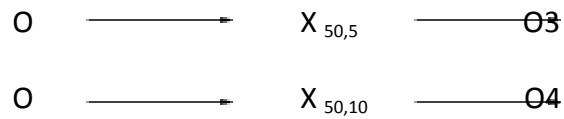
karakteristik. Penelitian dilanjutkan dengan pengujian alat dengan tahapan proses pencucian, penirisan. Proses lanjutan adalah intervensi desinfeksi dengan chlor 25 ppm, 50 ppm menggunakan waktu kontak 5 menit dan 10 menit. Penelitian dilanjutkan dengan melakukan pengukuran angka bakteri terhadap sampah, serta angka bakteri pada limbah cair. Penelitian dilakukan dengan berbagai kombinasi dosis dan waktu pengolahan. Data yang dikumpulkan dianalisa untuk mendapatkan formulasi yang optimal dalam menurunkan angka bakteri baik di sampah maupun di limbah cair. Bagian akhir dari penelitian ini adalah ditemukan alat dan formula pengolahan sampah infeksius.

4.2. Desain Penelitian.

Desain penelitian ini adalah Ekperimen *Pre and Post Test only without Control Group design* untuk sampah medis dan *Post Test only without Control Group design* untuk limbah cair. Penelitian perancangan alat pengolah sampah infeksius dilakukan dengan pendekatan Proses dan kuantitatif juga menggunakan pendekatan kualitatif. Pendekatan proses artinya alat yang dihasilkan alat yang mudah untuk dioperasikan dan mudah untuk dibuat sendiri dengan mengkombinasi beberapa peralatan yang ada dipasaran. Metode kuantitatif dan kualitatif dilakukan untuk penelitian jumlah bakteri yang terdapat pada sampah medis yang diolah berdasar proses pencucian dan desinfeksi secara optimal. Dalam proses penelitian akan didapatkan pola atau formula yang sesuai sehingga menghasilkan sampah dengan kualitas tidak berpotensi infeksius sehingga aman di lingkungan. Penelitian kualitatif dan kuantitatif menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif.

Desain penelitian adalah *Pre and Post test only without Group design*. dengan 2 perlakuan perlakuan yaitu intervensi dosis chlor dan waktu kontak desinfeksi pada sampah medis sebagai berikut:





Keterangan:

$X_{25,5}$: Pelakuan dosis 25 ppm dengan waktu kontak 5 menit.

$X_{25,10}$: Pelakuan dosis 25 ppm dengan waktu kontak 10 menit.

$X_{50,5}$: Pelakuan dosis 50 ppm dengan waktu kontak 5 menit.

$X_{50,10}$: Pelakuan dosis 50 ppm dengan waktu kontak 10 menit.

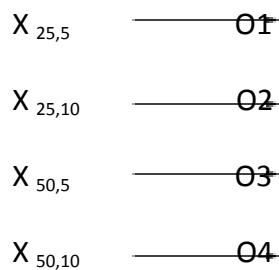
O1 : Angka bakteri sampah infeksius setelah diolah pada perlakuan dosis 25 ppm dan waktu kontak 5 menit..

O2 : Angka bakteri sampah infeksius setelah diolah pada perlakuan dosis 25 ppm dan waktu kontak 10 menit.

O3 : Angka bakteri sampah infeksius setelah diolah pada perlakuan dosis 50 ppm dan waktu kontak 5 menit..

O4 : Angka bakteri sampah infeksius setelah diolah pada perlakuan dosis 50 ppm dan waktu kontak 10 menit.

Desain penelitian adalah *Post test only without Group design*. dengan 2 perlakuan perlakuan yaitu intervensi dosis chlor dan waktu kontak desinfeksi pada limbah cair sebagai berikut:



Keterangan:

$X_{25,5}$: Pelakuan dosis 25 ppm dengan waktu kontak 5 menit.

$X_{25,10}$: Pelakuan dosis 25 ppm dengan waktu kontak 10 menit.

X_{50,5}: Pelakuan dosis 50 ppm dengan waktu kontak 5 menit.

X_{50,10}: Pelakuan dosis 50 ppm dengan waktu kontak 10 menit.

O1 : Angka bakteri limbah cair pada perlakuan dosis 25 ppm dan waktu kontak 5 menit.

O2 : Angka bakteri limbah cair pada perlakuan dosis 25 ppm dan waktu kontak 10 menit.

O3 : Angka bakteri limbah cair pada perlakuan dosis 50 ppm dan waktu kontak 5 menit.

O4 : Angka bakteri bakteri pada limbah cair pada perlakuan dosis 50 ppm dan waktu kontak 10 menit.

4.3. Variabel dan Definisi operasional.

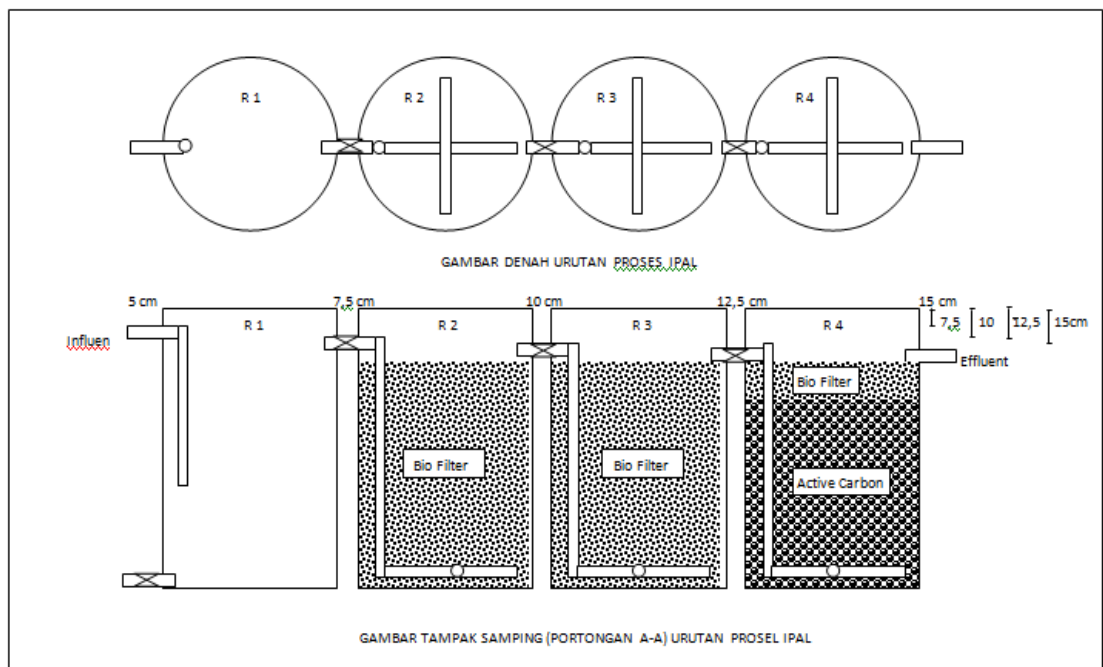
Definisi operasional variabel dalam penelitian ini dijelaskan pada tabel berikut :

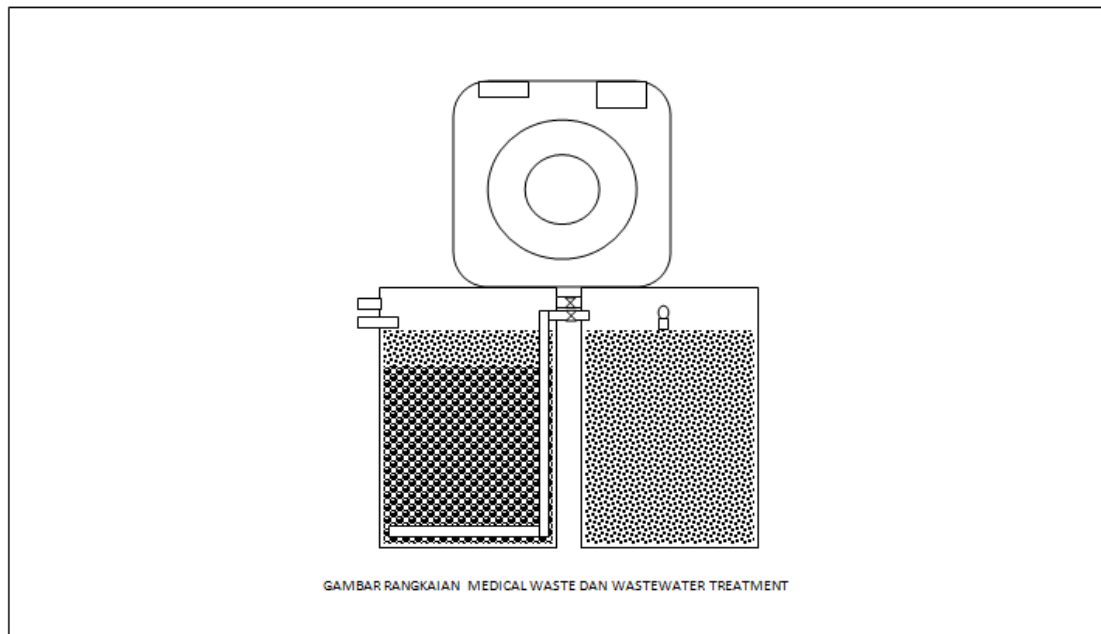
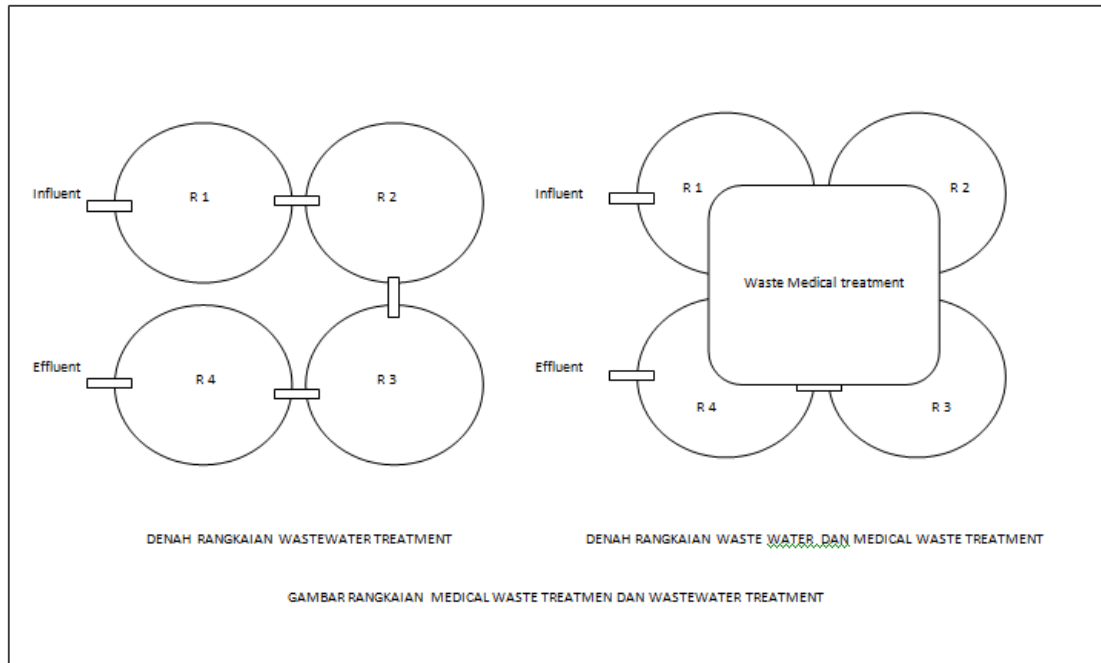
Tabel 4.1. Definisi Variabel Penelitian.

N o	Variabel	Definisi Operasional	Alat ukur	Jenis Data
1	Bebas: Perlakuan dosis dan waktu kontak. a. Dosis 25 ppm, waktu kontak 5 menit. b. Dosis 25 ppm, waktu kontak 10 menit. c. Dosis 50 ppm, waktu kontak 5 menit. d. Dosis 50 ppm, waktu kontak 10 menit.	Alat yang dirancang untuk pengolahan sampah infeksius dengan perlakuan sbb: a. Dosis 25 ppm, waktu kontak 5 menit. b. Dosis 25 ppm, waktu kontak 10 menit. c. Dosis 50 ppm, waktu kontak 5 menit.	Timbangan dan Jam	Nominal

		d. Dosis 50 ppm, waktu kontak 10 menit.		
2	Terikat : Angka bakteri sampah infeksius dan angka bakteri limbah cairnya a. Angka bakteri perlakuan dosis 25 ppm dan waktu 5 menit. b. Angka bakteri perlakuan dosis 25 ppm dan waktu 10 menit. c. Angka bakteri perlakuan dosis 50 ppm dan waktu 5 menit. d. Angka bakteri perlakuan dosis 50 ppm dan waktu 10 menit.	Angka bakteri pada sampah olahan dan angka atau jumlah bakteri pada parameter Total Plat Count (TPC) dan Most Probable number (MPN) pada limbah cairnya.	pemeriksaan	Rasio
3	Efektifitas penurunan Angka bakteri sampah infeksius.	Persentase penurunan angka bakteri (TPC dan MPN) sampah infeksius hasil olahan.	Perhitungan	Rasio
4	Penurunan angka bakteri sampah dan limbah.	Angka atau jumlah bakteri (TPC dan MPN) pada sampah infeksius hasil olahan dan limbahnya.	Angka TPC dan MPN	Rasio

4.4. Bahan dan Cara Kerja.





Gambar 4.2. Alat Pengolah Limbah Infeksius.

Tabel 4.2. Bahan dan Cara Kerja.

No	Kegiatan	Bahan	Cara Kerja
1.	Studi Literatur	Buku buku dan Jurnal yang berkaitan.	-

2.	Membuat alat	• Satu set mesin cuci. • Dua buah drum • Pompa air. • Shock elbow. • Batang pengikat drum.	1. Dua buah drum dihubungkan dan diikat dengan batang besi pengikat. 2. Menghubungkan dan merakit mesin cuci dengan drum melalui elbow 3. Memasang pompa air. 4. Mensetting waktu dan timer.
3.	Melakukan Uji Coba	-	1. Mengoperasikan alat dengan terlebih dahulu menghubungkan pompa air, dan listrik. 2. Mensetting waktu dan dosis. 3. Mengoperasikan alat.
4.	Menentukan dosis dan waktu kontak.	Literatur berkaitan dengan penelitian desinfeksi menggunakan chlor terhadap jumlah bakteri.	-
5	Memilah dan memilih sampah infeksius		1. Mengambil sampah dari Puskesmas. 2. Memilih berdasarkan jenis sampah. 3. Mengelompokkan sampah berdasarkan jenisnya.
6	Melakukan Penelitian alat.	• Alat pengolah. • Koagulan. • Sampah infeksius.	1. Memasukkan sampah infeksius kedalam mesin, 2. Mengatur waktu pencucian, dan mencuci. 3. Meniriskan. 4. Melakukan desinfeksi dengan mengatur dosis chlor dan waktu kontak.
7.	Melakukan pengambilan sampel untuk pemeriksaan	• Botol sampel. • Set instrumen sampling	1. Pengambilan sampel secara aseptis pada sampah yg

	angka bakteri.	bakteri.	sudah diolah. 2. Pengambilan sampel limbah cair untuk pemeriksaan bakteriologis.
8.	Pengumpulan data dan analisa data	• Data angka bakteri	1. Data dikumpulkan berdasarkan rancangan percobaan. 2. Data dianalisa menggunakan SPSS. 3. Data dikonfirmasi dengan PermenLH No. 5 Th 2014.
9.	Menentukan Model	• Data hasil analisa	Menentukan formula dosis dan waktu yang optimal dalam menurunkan angka bakteri.

4.5. Lokasi dan Waktu Penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan pada skala laboratorium dengan lokasi penelitian di Laboratorium Rekayasa Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Banjarmasin dan Laboratorium Rekayasa Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Surabaya. Waktu penelitian selama 1 tahun mulai bulan Januari Tahun 2018 s/d bulan Nopember Tahun 2018.

4.6. Populasi dan Sampel.

Penelitian perancangan alat pengolah sampah medis menggunakan alat MWT-P merupakan penelitian semi eksperimen, dimana alat dicoba dengan berbagai kondisi variasi penelitian. Jumlah sampel mengikuti jumlah variasi uji coba alat. Replikasi pengujian berdasarkan jumlah perlakuan dengan menggunakan pendekatan rumus sbb:

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

t = jumlah perlakuan, r = jumlah replikasi.

Dengan melihat persamaan diatas maka Rancangan Percobaan yang akan dilakukan sebagai berikut:

Tabel 4.3. Rancangan percobaan.

Waktu Dosis	r	W1	W2
D1	1	D1W1	D1W2
	2	D1W1	D1W2
	3	D1W1	D1W2
	4	D1W1	D1W2
	5	D1W1	D1W2
	6	D1W1	D1W2
	...	...	...
	15	D1W1	D1W2
D2	1	D2W1	D2W2
	2	D2W1	D2W2
	3	D2W1	D2W2
	4	D2W1	D2W2
	5	D2W1	D2W2
	6	D2W1	D2W2
	...	...	...
	16	D2W1	D2W2

Keterangan:

D = Dosis (D1=25 ppm, D2=50ppm)

W = Waktu (W1=5 mnt, W2=10 mnt)

Berdasarkan tabel rancangan percobaan di atas, dengan replikasi minimal 15 kali didapatkan sampel sebesar 75 sampel angka bakteri sampah. Pemeriksaan juga dilakukan untuk angka bakteri limbah cair yang dihasilkan sebanyak 60 sampel. Jumlah keseluruhan sampel yang diuji adalah 135 sampel.

4.7. Pengolahan dan Analisis Data.

Data yang didapat dari penelitian ini dikelompokkan sebagai berikut :

D 25 ppm ,W 5 mnt			D 25 ppm ,W10 mnt			D 50 ppm ,W 5 mnt			D 50 ppm ,W 10 mnt		
r	Sampah	Limbah	r	Sampah	Limbah	r	Sampah	Limbah	r	Sampah	Limbah
1	Os1	Ol1	1	Os1	Ol1	1	Os1	Ol1	1	Os1	Ol1
2	Os2	Ol2	2	Os2	Ol2	2	Os2	Ol2	2	Os2	Ol2

3	Os3	OI3
4	Os4	OI4
5	Os5	OI5
6	Os6	OI6
.	..	..
15	Os15	OI15

3	Os3	OI3
4	Os4	OI4
5	Os5	OI5
6	Os6	OI6
.	..	..
15	Os15	OI15

3	Os3	OI3
4	Os4	OI4
5	Os5	OI5
6	Os6	OI6
.	...	...
15	Os15	OI15

3	Os3	OI3
4	Os4	OI4
5	Os5	OI5
6	Os6	OI6
.	...	...
15	Os15	OI15

Data dikumpulkan merupakan hasil dari pemeriksaan angka bakteri pada sampah medis dan hasil pemeriksaan angka bakteri limbah cair. Data yang dikumpulkan dilakukan tabulasi yaitu mengelompokkan data sesuai dengan tujuan penelitian. Analisis data hasil pemeriksaan dilakukan secara analitik untuk memastikan adanya penurunan angka bakteri/bakteri yang terdapat pada sampah medis. Selanjutnya dilakukan penghitungan efisiensi penurunan angka bakteri/bakteri berdasarkan berbagai variasi perlakuan. Nilai efisiensi dipakai dalam menentukan pola dan model alat pengolah sampah infeksius dalam mengolah sampah secara optimal.

Selain itu penelitian ini juga akan melakukan uji beda pada berbagai perlakuan. Pada penelitian ini perlakuan dosis chlor sebanyak 2 (25 ppm, 50 ppm) dan perlakuan waktu kontak ada dua (5 menit, 10 menit) terhadap 4 kelompok angka bakteri, maka analisis statistik yang dilakukan adalah: Uji normalitas, dilanjutkan Multi Variat Analisis atau *KrucaI Wallis* pada program statistik SPSS.

B A B V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Proses Perancangan Alat.

Proses perancangan alat pengolah sampah medis dimaksudkan untuk mendapatkan bentuk dan kemapanan suatu alat. Dalam penelitian ini terdapat perubahan perubahan bentuk alat yang dimaksudkan untuk mendapatkan model alat yang ideal. Terdapat perubahan alat pada penampungan limbah cair medis baik pada ukuran maupun bentuk konstruksi.

Bentuk ukuran penampung dan pengolah limbah cair berubah dari kapasitas 400 liter menjadi kapasitas 800 liter. Posisi atau bentuk penampung/pengolah limbah cair berubah dari posisi horizontal menjadi vertical. Urutan proses pengolahan juga berubah dari dari proses sedimentasi – biofiltrasi secara aliran horizontal menjadi sedimentasi-biofiltrasi-biofiltrasi-activecarbon dengan aliran vertical (gambar terlampir).

5.2. Proses Pengolahan Sampah Infeksius.

Proses pengolahan dilakukan dengan jalan melakukan pengumpulan, pemilahan dan pengolahan. Pengumpulan sampah medis dilakukan secara bertahap sesuai dengan kemampuan sampling. Sampah medis diambil dari 4 Puskesmas antara lain : Puskesmas Cempaka, Puskesmas Sungai Besar, Puskesmas Banjarbaru Selatan dan Banjarbaru Utara. Berdasarkan jumlah sampah medis yang didapat dari empat puskesmas, alat ini mampu mengolah sesuai kapasitas.

Tahap pemilahan sampah medis dilakukan untuk memilih sampah dengan membedakan berdasarkan jenis nya antara lain : kain perban, kapas, plester, tissue, masker, plastic pembungkus, botol plastic, botol kaca, tabung infuse, sarung tangan, selang infuse, jarum dan spuit. Dari jenis jenis sampah medis tersebut yang bisa dilakukan pengolahan adalah sbb: kain perban, kapas, plester, tissue, masker, plastic pembungkus, botol plastic, tabung infuse dan sarung tangan.

Pada proses pengolahan dilakukan pencucian terhadap sampah medis selanjutnya dilakukan proses desinfeksi. Proses pencucian dilakukan selama 30 menit dan selanjutnya dilakukan desinfeksi dengan variasi dosis dan variasi waktu kontak. Variasi dosis yang digunakan untuk percobaan pertama menggunakan dosis chlor 25

ppm dan 50 ppm. Variasi waktu kontak yang digunakan 5 menit dan 10 menit. Adapun Hasil pengukuran bakteri (TPC dan MPN) sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 25 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 5 menit pada sampah medis.

Pengulangan	Angka TPC sampah sebelum diolah	Angka MPN sampah sebelum diolah	Angka TPC sampah sesudah diolah	Angka MPN sampah sesudah diolah
1	298.000.000	1.400	2.510	70
2	297.000.000	2.400	4.000	150
3	237.000.000	2.400	2.400	120
4	256.000.000	1.400	3.220	190
5	246.000.000	1.000	2.000	250
6	238.000.000	1.400	1.860	110
7	287.000.000	2.400	1.810	190
8	278.000.000	1.400	3.400	70
9	277.000.000	2.400	4.000	150
10	257.000.000	2.400	2.400	120
11	276.000.000	2.400	3.220	190
12	256.000.000	2.400	2.000	250
13	245.000.000	2.400	1.860	110
14	278.000.000	2.400	1.810	190
15	265.000.000	1.400	2.800	70
Rerata	266.066.667	1.973	2.619	149
Efektifitas			99,999	92,466

Sumber: Data primer hasil penelitian.

Dari tabel 5.1. dapat dijelaskan angka bakteriologi sampah hasil Pengolahan dengan desinfeksi chlor 25 ppm dengan waktu kontak 5 menit sebagai berikut: Kandungan bakteriologis TPC pada sampah sebelum diolah rata-rata sebesar 266.066.667, sedangkan angka bakteriologi TPC sesudah diolah sebesar 2.619, efektifitas pengolahan sebesar 99,99%. Kandungan bakteriologis MPN sampah sebelum diolah sebesar 1.973 /gr sampah, sedangkan angka bakteriologi MPN

sampah setelah diolah sebesar 149 /gr sampah dan efektifitas pengolahan sebesar 92,46%.

Tabel 5.2 Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 25 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 10 menit pada sampah medis.

Pengulangan	Angka TPC sampah sebelum diolah	Angka MPN sampah sebelum diolah	Angka TPC sampah sesudah diolah	Angka MPN sampah sesudah diolah
1	298.000.000	2.400	750	70
2	297.000.000	1.400	2.400	130
3	237.000.000	2.400	2.050	150
4	256.000.000	2.400	2.000	120
5	246.000.000	2.400	1.800	120
6	238.000.000	2.400	1.760	70
7	287.000.000	2.400	1.800	120
8	278.000.000	1.400	2.400	70
9	277.000.000	2.400	3.040	150
10	257.000.000	2.400	2.400	120
11	276.000.000	2.400	3.000	150
12	256.000.000	2.400	2.000	120
13	245.000.000	2.400	1.770	110
14	278.000.000	2.400	1.650	150
15	265.000.000	1.400	1.800	70
Rerata	266.066.667	2.200	2.041	115
Efektifitas			99,999	99,99996

Sumber: Data primer hasil penelitian.

Dari tabel 5.2. dapat dijelaskan angka bakteriologi sampah hasil Pengolahan dengan desinfeksi chlor 25 ppm dengan waktu kontak 10 menit sebagai berikut: Kandungan bakteriologis TPC pada sampah sebelum diolah rata-rata sebesar 266.066.667, sedangkan angka bakteriologi TPC sesudah diolah sebesar 2.041/gr sampah, efektifitas pengolahan sebesar 99,99%. Kandungan bakteriologis MPN sampah sebelum diolah sebesar 2.200/gr sampah, sedangkan angka bakteriologi MPN sampah setelah diolah sebesar 115 dan efektifitas pengolahan sebesar 92,99%.

Tabel 5.3 Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 50 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 5 menit pada sampah medis.

Pengulangan	Angka TPC sampah sebelum diolah	Angka MPN sampah sebelum diolah	Angka TPC sampah sesudah diolah	Angka MPN sampah sesudah diolah
1	298.000.000	2.400	440	11
2	297.000.000	1.400	880	7
3	237.000.000	2.400	980	15
4	256.000.000	2.400	200	7
5	246.000.000	2.400	210	0
6	238.000.000	2.400	350	7
7	287.000.000	2.400	90	15
8	278.000.000	1.400	350	28
9	277.000.000	2.400	150	7
10	257.000.000	2.400	120	11
11	276.000.000	2.400	340	15
12	256.000.000	2.400	240	11
13	245.000.000	2.400	250	11
14	278.000.000	2.400	270	15
15	265.000.000	1.400	150	19
Rerata	266.066.667	2.200	335	12
Efektifitas			100,000	99,458

Sumber: Data primer hasil penelitian.

Dari tabel 5.3. dapat dijelaskan angka bakteriologi sampah hasil pengolahan dengan desinfeksi chlor 50 ppm dengan waktu kontak 5 menit sebagai berikut: Kandungan bakteriologis TPC pada sampah sebelum diolah rata-rata sebesar 266.066.667, sedangkan angka bakteriologi TPC sesudah diolah sebesar 335, efektifitas pengolahan sebesar 100%. Kandungan bakteriologis MPN sampah sebelum diolah sebesar 2.200/gr sampah, sedangkan angka bakteriologi MPN sampah setelah diolah sebesar 12/gr sampah dan efektifitas pengolahan sebesar 99,45%.

Tabel 5.4 Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 50 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 10 menit pada sampah medis.

Pengulangan	Angka TPC sampah sebelum diolah	Angka MPN sampah sebelum diolah	Angka TPC sampah sesudah diolah	Angka MPN sampah sesudah diolah
1	298.000.000	2.400	220	7
2	297.000.000	1.400	240	7
3	237.000.000	2.400	230	7
4	256.000.000	2.400	220	0
5	246.000.000	2.400	210	0
6	238.000.000	2.400	250	0
7	287.000.000	2.400	80	0
8	278.000.000	1.400	300	7
9	277.000.000	2.400	150	7
10	257.000.000	2.400	110	0
11	276.000.000	2.400	130	7
12	256.000.000	2.400	220	0
13	245.000.000	2.400	240	7
14	278.000.000	2.400	260	7
15	265.000.000	1.400	150	0
Rerata	266.066.667	2.200	201	4
Efektifitas			100,000	99,830

Sumber: Data primer hasil penelitian.

Dari tabel 5.4. dapat dijelaskan angka bakteriologi sampah hasil pengolahan dengan desinfeksi chlor 50 ppm dengan waktu kontak 10 menit sebagai berikut: Kandungan bakteriologis TPC pada sampah sebelum diolah rata-rata sebesar 266.066.667, sedangkan angka bakteriologi TPC sesudah diolah sebesar 201, efektifitas pengolahan sebesar 100%. Kandungan bakteriologis MPN sampah sebelum diolah sebesar 2.200/gr sampah, sedangkan angka bakteriologi MPN sampah setelah diolah sebesar 4/gr sampah dan efektifitas pengolahan sebesar 99,83%.

Tabel 5.5 Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 25 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 5 menit pada limbah cair medis.

Pengulangan	Angka TPC limbah sesudah diolah	Angka MPN limbah sesudah diolah (angka bakteri/100 ml limbah cair)
1	690	78
2	1.740	67
3	1.260	80
4	900	93
5	1.130	110
6	1.190	89
7	1.120	120
8	980	70
9	1.500	67
10	1.300	93
11	1.350	80
12	1.240	89
13	1.200	93
14	1.150	78
15	1.190	120
Rerata	1.196	88

Sumber: Data primer hasil penelitian.

Dari tabel 5.5. dapat dijelaskan angka bakteriologi limbah cair hasil pengolahan dengan desinfeksi chlor 25 ppm dengan waktu kontak 10 menit sebagai berikut: Kandungan bakteriologis TPC pada limbah cair rata-rata sebesar 1.196. Kandungan bakteriologis MPN limbah cair setelah pengolahan sebesar 88/100 ml.

Tabel 5.6 Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 25 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 10 menit pada limbah cair medis.

Pengulangan	Angka TPC limbah sesudah diolah	Angka MPN limbah sesudah diolah (angka bakteri/100 ml limbah cair)
1	650	45
2	1.300	63
3	1.150	80
4	900	93
5	1.050	70
6	950	67
7	970	70
8	980	70
9	1.250	67
10	1.070	93
11	980	80
12	980	89
13	940	93
14	890	78
15	870	67
Rerata	995	75

Sumber: Data primer hasil penelitian.

Dari tabel 5.6. dapat dijelaskan angka bakteriologi limbah cair hasil pengolahan dengan desinfeksi chlor 25 ppm dengan waktu kontak 10 menit sebagai berikut: Kandungan bakteriologis TPC pada limbah cair rata-rata sebesar 995. Kandungan bakteriologis MPN limbah cair setelah pengolahan sebesar 75/100 ml.

Tabel 5.7 Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 50 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 5 menit pada limbah cair medis.

Pengulangan	Angka TPC limbah sesudah diolah	Angka MPN limbah sesudah diolah (angka bakteri/100 ml limbah cair)
1	220	0
2	60	7
3	20	0

4	130	7
5	10	0
6	60	0
7	90	7
8	70	0
9	60	0
10	90	7
11	80	0
12	60	0
13	30	0
14	50	7
15	20	0
Rerata	70	2

Sumber: Data primer hasil penelitian.

Dari tabel 5.7. dapat dijelaskan angka bakteriologi limbah cair hasil pengolahan dengan desinfeksi chlor 50 ppm dengan waktu kontak 5 menit sebagai berikut: Kandungan bakteriologis TPC pada limbah cair rata-rata sebesar 70. Kandungan bakteriologis MPN limbah cair setelah pengolahan sebesar 2/100 ml.

Tabel 5.8 Hasil pengukuran jumlah bakteri dengan Dosis Kaporit 50 ppm dan Waktu kontak desinfeksi 10 menit pada limbah cair medis.

Pengulangan	Angka TPC limbah sesudah diolah	Angka MPN limbah sesudah diolah (angka bakteri/100 ml limbah cair)
1	80	0
2	60	0
3	20	0
4	70	0
5	10	0
6	60	0
7	60	0
8	40	0
9	60	0
10	40	0

11	50	0
12	60	0
13	30	0
14	50	0
15	20	0
Rerata	47	0

Sumber: Data primer hasil penelitian.

Dari tabel 5.8. dapat dijelaskan angka bakteriologi limbah cair hasil pengolahan dengan desinfeksi chlor 50 ppm dengan waktu kontak 10 menit sebagai berikut: Kandungan bakteriologis TPC pada limbah cair rata-rata sebesar 47. Kandungan bakteriologis MPN limbah cair setelah pengolahan sebesar 0/100 ml.

5.3. Prosedur dan Hambatan dalam Penelitian.

Perlakukan pengolahan berkaitan dengan prosedur pengolahan sangat mempengaruhi hasil pengolahan. Dalam penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang kontinyu/konsisten memerlukan prosedur pengolahan yang standart antara lain :

1. Pemasangan dan penyusunan alat pengolah sampah infeksius meliputi :
 - a. Perakitan alat sesuai dengan gambar.
 - b. Pemasangan instalasi listrik sesuai dengan petunjuk pemasangan listrik.
 - c. Pemasangan instalasi jaringan penyuplai air pencuci yang berasal dari air bersih, suplai air bersih harus mempunyai tekanan minimal 0,5 atm atau 5m tekanan air.
 - d. Pelepasan pengoci motor alat padabagian belakang alat pencuci sebanyak 4 buah.
2. Melakukan pemilahan sampah infeksius yang kita kumpulkan dengan memilih sampah jenis: kain perban, kapas, plester, tissue, masker, plastic pembungkus, botol plastic, tabung infuse dan sarung tangan. Sisihkan sampah yang tidak bisa diolah yaitu sampah yang terbuat dari botol kaca, jarum dan bahan kimia/obat/reagen.

3. Melakukan pengolahan sampah infeksius dengan urutan proses sebagai berikut:
 - a. Pasang kelistrikan dan suplai air dengan jalan mencolokkan dan membuka kran suplai air.
 - b. Masukkan sampah yang sudah dipilah ke dalam mesin pengolah sampai penuh, kira kira 5-7 liter.
 - c. Lakukan pencucian sampah selama 30 menit dengan mensetting/memutar pengaturan pemilihan pencucian (Quick 30, speed 400, temp 60) dengan menambahkan detergen cair (20 ml). Mulai mengolah dengan menekan tombol onn lalu start, biarkan sampai 30 menit.
 - d. Lakukan desinfeksi menggunakan chlor 25 ppm atau 50 ppm dengan waktu 5 menit atau 10 menit. Tambahkan chlor sesuai dengan dosis pada ruang pengolah dengan jalan membuka pintu mesin. Atur mesin dengan memutar ke download cycle dan atur waktu kontak/waktu desinfeksi.
4. Ambil sampah hasil olahan dan dapat dieliminasi ketempat lain atau dimanfaatkan lagi untuk barang/bentuk lain.
5. Cuci lah mesin pengolah dengan jalan menyemprot menggunakan air bersih sebelum digunakan lagi atau disimpan.
6. Pada pengolahan sampah infeksius secara terus menerus (5X) pengolahan, alat akan mengalami gangguan berupa penyumbatan motor oleh material kecil.

Dalam melakukan penelitian pada proses pengolahan uji coba alat terjadi macet tidak berfungsi. Macetnya alat disebabkan adanya penyumbatan sampah medis jenis tissue. Sampah medis jenis tissue jika dilakukan pengolahan akan dan cenderung hancur dan menyumbat motor. Penyumbatan pada motor tersebut mengakibatkan putaran motor berhenti. Kondisi ini dapat diatas dengan jalan membuka manhole drain pada bagian depan bawah mesin, selanjutnya dilakukan penyemprotan menggunakan air bersih.

5.4. Pembahasan.

5.4.1. Efisiensi Alat dalam Menurunkan Bakteri pada Sampah.

Efisiensi pengolahan sampah infeksius dalam menurunkan bakteri pada pengujian alat didapatkan dari hasil pemeriksaan bakteriologi. Efisiensi didapatkan dengan menghitung rata-rata angka bakteri sampah sebelum diolah dikurang rata-rata angka bakteri sampah sesudah di olah dibagi rata-rata angka bakteri sampah sebelum diolah dikali 100. Hasil efisiensi pengolahan alat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel.5.9. Efisiensi Penurunan Bakteri (TPC) Sampah pada Pengujian Alat

Dosis Waktu	Chlor 25 ppm	Chlor 50 ppm
5 menit	99,99%	100,00%
10 menit	99,99%	100,00%

Berdasarkan hasil uji coba pengolahan sampah infeksius menggunakan alat pengolah sampah infeksius mempunyai kemampuan efisiensi yang hampir merata. Efisiensi pengolahan menggunakan alat berdasarkan penggunaan dosis chlor dan waktu desinfeksi untuk bakteri TPC sampah berkisar antara 99,99% s/d 100%. Hasil ini menandakan bahwa dengan dosis 25 ppm mampu menurunkan bakteri sampai 99,99%. Dengan dosis chlor 50 ppm mampu menurunkan bakteri TPC sampah sampai 100%. Angka 100% dalam kasus ini mempunyai arti bahwa angka bakteri sampah hasil olahan tidak ada bakteri atau bakteri nol melainkan masih mengandung bakteri. Berdasarkan hasil penelitian angka bakteri (TPC) sampah hasil olah masih mengandung bakteri sebesar 201 s/d 2.619.

Tabel.5.10. Efisiensi Penurunan Bakteri (MPN) Sampah pada Pengujian Alat

Dosis Waktu	Chlor 25 ppm	Chlor 50 ppm
5 menit	92,49%	99,46%
10 menit	99,99%	99,83%

Pada Tabel 2.10. Hasil uji coba pengolahan sampah infeksius menggunakan alat pengolah sampah infeksius mempunyai kemampuan efisiensi yang hampir merata. Efisiensi pengolahan menggunakan alat berdasarkan penggunaan dosis chlor dan waktu desinfeksi untuk bakteri MPN sampah berkisar antara 92,49% s/d 99,99%. Hasil ini menandakan bahwa dengan dosis 25 ppm mampu menurunkan bakteri sampai 99,99%. Dengan dosis chlor 50 ppm mampu menurunkan bakteri TPC sampah sampai 99,83%. Angka 99,99% dalam kasus ini mempunyai arti bahwa angka bakteri sampah hasil olahan masih mengandung bakteri. Berdasarkan hasil penelitian angka bakteri (MPN) sampah hasil olah masih mengandung bakteri sebesar 4 per gr sampah s/d 149 per gr sampah.

5.4.2. Kemampuan Alat dalam Menurunkan Bakteri Limbah Cair.

Berdasarkan data penelitian dalam pengujian alat, limbah cair yang dihasilkan mengandung bakteri sebagai berikut:

Tabel.5.11. Rata-rata Bakteri (TPC) Limbah Cair Hasil Pengolahan pada Pengujian Alat.

Dosis Waktu	Chlor 25 ppm	Chlor 50 ppm
5 menit	1.196	70
10 menit	995	47

Pada Tabel 2.11. Hasil uji coba pengolahan sampah infeksius menggunakan alat pengolah sampah infeksius mempunyai kemampuan alat dalam menurunkan bakteri. Pada penggunaan dosis chlor dan waktu desinfeksi untuk bakteri TPC limbah cair sebagai berikut : Untuk penggunaan dosis chlor 25 ppm dan waktu kontak 5 menit, rata-rata jumlah bakteri sebesar 1.196. Penggunaan dosis chlor 25 ppm dan waktu kontak 10 menit, rata-rata jumlah bakteri sebesar 995. Sedangkan penggunaan dosis chlor 50 ppm dan waktu kontak 5 menit, rata-rata jumlah bakteri

sebesar 70. Dan penggunaan dosis chlor 50 ppm dan waktu kontak 10 menit, rata-rata jumlah bakteri sebesar 47. Hasil ini menandakan bahwa dengan peningkatan dosis chlor akan meningkatkan performan yairu turunnya angka bakteri pada limbah cair. Peningkatan waktu kontak juga akan menurunkan angka bakteri. Hal ini disebabkan adanya waktu yang cukup bagi proses desinfeksi dan kematian bakteri.

Tabel.5.12. Rata-rata Bakteri (MPN) Limbah Cair Hasil Pengolahan pada Pengujian Alat.

Dosis Waktu	Chlor 25 ppm	Chlor 50 ppm
5 menit	88	2
10 menit	75	0

Pada Tabel 2.12. Hasil uji coba pengolahan sampah infeksius menggunakan alat pengolah sampah infeksius mempunyai kemampuan alat dalam menurunkan bakteri. Pada penggunaan dosis chlor dan waktu desinfeksi untuk bakteri MPN limbah cair sebagai berikut : Untuk penggunaan dosis chlor 25 ppm dan waktu kontak 5 menit, rata-rata jumlah bakteri sebesar 88 per100 ml limbah. Penggunaan dosis chlor 25 ppm dan waktu kontak 10 menit, rata-rata jumlah bakteri sebesar 75 per100 ml limbah. Sedangkan penggunaan dosis chlor 50 ppm dan waktu kontak 5 menit, rata-rata jumlah bakteri sebesar 2 per100 ml limbah. Dan penggunaan dosis chlor 50 ppm dan waktu kontak 10 menit, rata-rata jumlah bakteri sebesar 0 per100 ml limbah. Hasil ini menandakan bahwa dengan peningkatan dosis chlor akan meningkatkan performan yairu turunnya angka bakteri pada limbah cair. Peningkatan waktu kontak juga akan menurunkan angka bakteri. Hal ini disebabkan adanya waktu yang cukup bagi proses desinfeksi dan kematian bakteri dan Dosis chlor yang cukup untuk mematikan bakteri.

5.4.3. Pengaruh Dosis Chlor dan Waktu pada Pengujian Alat Terhadap Jumlah Bakteri Sampah.

Beberapa desinfektan dapat membunuh bakteri dengan kadar atau dosis tertentu. Penggunaan chlor dalam proses desinfeksi merupakan pilihan yang ideal, mengingat kemampuannya dalam memmbunuh bakteri, keberadaannya mudah didapatkan, dan harganya yang relative murah. Hasil penurunan angka bakteri sampah setelah dilakukan desinfeksi menggunakan alat sebagai berikut:

Tabel 5.13 Penurunan Bakteri Sampah pada Pengolahan Alat dengan Dosis 25 ppm.

Pengulangan	Waktu kontak 5 menit		Waktu kontak 10 menit	
	Penurunan TPC	Penurunan MPN	Penurunan TPC	Penurunan MPN
1	297.997.490	1.330	297.999.250	2.330
2	296.996.000	2.250	296.997.600	1.270
3	236.997.600	2.280	236.997.950	2.250
4	255.996.780	1.210	255.998.000	2.280
5	245.998.000	750	245.998.200	2.280
6	237.998.140	1.290	237.998.240	2.330
7	286.998.190	2.210	286.998.200	2.280
8	277.996.600	1.330	277.997.600	1.330
9	276.996.000	2.250	276.996.960	2.250
10	256.997.600	2.280	256.997.600	2.280
11	275.996.780	2.210	275.997.000	2.250
12	255.998.000	2.150	255.998.000	2.280
13	244.998.140	2.290	244.998.230	2.290
14	277.998.190	2.210	277.998.350	2.250
15	264.997.200	1.330	264.998.200	1.330
Rerata	266.064.047	1.825	266.064.625	2.085

Pada Tabe I5.13. Menunjukkan penurunan angka bakteri sampah setelah dilakukan pengolahan dengan alat pada desinfeksi chlor 25 ppm dengan waktu desinfeksi 5 menit dan 10 menit. Rata-rata hasil penurunan bakteri TPC sampah

dengan waktu desinfeksi 5 menit sebesar 266.064.047, sedangkan desinfeksi dengan waktu 10 menit sebesar 266.064.625. Penurunan angka bakteri MPN sampah setelah diolah dengan alat dengan waktu desinfeksi 5 menit, sebesar 1.825 per gr sampah, sedangkan pada waktu desinfeksi 10 menit sebesar 2.085 per gram sampah.

Tabel 5.14 Penurunan Bakteri Sampah pada Pengolahan Alat dengan Dosis 50 ppm .

Pengulangan	Waktu kontak 5 menit		Waktu kontak 10 menit	
	Penurunan TPC	Penurunan MPN	Penurunan TPC	Penurunan MPN
1	297.999.560	2.389	297.999.780	2.393
2	296.999.120	1.393	296.999.760	1.393
3	236.999.020	2.385	236.999.770	2.393
4	255.999.800	2.393	255.999.780	2.400
5	245.999.790	2.400	245.999.790	2.400
6	237.999.650	2.393	237.999.750	2.400
7	286.999.910	2.385	286.999.920	2.400
8	277.999.650	1.372	277.999.700	1.393
9	276.999.850	2.393	276.999.850	2.393
10	256.999.880	2.389	256.999.890	2.400
11	275.999.660	2.385	275.999.870	2.393
12	255.999.760	2.389	255.999.780	2.400
13	244.999.750	2.389	244.999.760	2.393
14	277.999.730	2.385	277.999.740	2.393
15	264.999.850	1.381	264.999.850	1.400
Rerata	266.066.332	2.188	266.066.466	2.196

Pada Tabe l5.14. Menunjukkan penurunan angka bakteri sampah setelah dilakukan pengolahan dengan alat pada desinfeksi chlor 50 ppm dengan waktu desinfeksi 5 menit dan 10 menit. Rata-rata hasil penurunan bakteri TPC sampah

dengan waktu desinfeksi 5 menit sebesar 266.066.332, sedangkan desinfeksi dengan waktu 10 menit sebesar 266.066.499. Penurunan angka bakteri MPN sampah setelah diolah dengan alat dengan waktu desinfeksi 5 menit, sebesar 2.188 per gr sampah, sedangkan pada waktu desinfeksi 10 menit sebesar 2.196 per gram sampah.

Perlakuan variasi dosis chlor (25 ppm, 50 ppm) pada pengolahan sampah terhadap jumlah bakteri (TPC, MPN) sampah hasil olahan mempunyai pengaruh perbedaan. Berdasarkan uji *Kruskal Wallis* didapatkan signifikansi uji pengaruh dosis chlor terhadap penurunan bakteri TPC sampah sebesar *Asimp.sig* 0,574. Hasil ini menunjukkan signifikansi *Asimp.sig* 0,574 > 0,05 yang mempunyai arti tidak ada perbedaan yang bermakna penggunaan variasi dosis chlor terhadap angka bakteri TPC sampah. Berdasarkan uji *Kruskal Wallis* juga didapatkan signifikansi uji pengaruh dosis chlor terhadap penurunan bakteri MPN sampah sebesar *Asimp.sig* 0,00. Hasil ini menunjukkan signifikansi *Asimp.sig* 0,00 < 0,05 yang mempunyai arti ada perbedaan yang bermakna penggunaan variasi dosis chlor terhadap angka bakteri MPN sampah hasil pengolahan.

Perlakuan variasi dosis waktu kontak (5 menit, 10 menit) pada pengolahan sampah terhadap jumlah bakteri (TPC, MPN) sampah hasil olahan mempunyai pengaruh perbedaan. Berdasarkan uji *Kruskal wallis* didapatkan signifikansi uji pengaruh waktu kontak terhadap penurunan bakteri TPC sampah sebesar *Asimp.sig* 0,859. Hasil ini menunjukkan signifikansi *Asimp.sig* 0,859 > 0,05 yang mempunyai arti tidak ada perbedaan yang bermakna penggunaan variasi waktu kontak terhadap angka bakteri TPC sampah. Berdasarkan uji *Kruskal wallis* juga didapatkan signifikansi uji pengaruh waktu kontak terhadap penurunan bakteri MPN sampah sebesar *Asimp.sig* 0,78. Hasil ini menunjukkan signifikansi *Asimp.sig* 0,78 > 0,05 yang mempunyai arti tidak ada perbedaan yang bermakna penggunaan variasi waktukontak terhadap angka bakteri MPN sampah.

5.4.4. Pengaruh Dosis Chlor dan Waktu pada Pengujian Alat Terhadap Jumlah Bakteri Limbah Cair.

Penggunaan Chlor dalam proses desinfeksi merupakan pilihan yang ideal, mengingat kemampuannya dalam memmbunuh bakteri, keberadaannya mudah didapatkan, dan harganya yang relative murah. Hasil penurunan angka bakteri limbah cair setelah proses desinfeksi menggunakan alat sebagai berikut.:

Tabel 5.15 Jumlah Bakteri Limbah Cair pada Pengolahan Dosis 25 ppm .

Pengul angan	Waktu kontak 5 menit		Waktu kontak 10 menit	
	TPC	MPN	TPC	MPN
1	690	78	650	45
2	1.740	67	1.300	63
3	1.260	80	1.150	80
4	900	93	900	93
5	1.130	110	1.050	70
6	1.190	89	950	67
7	1.120	120	970	70
8	980	70	980	70
9	1.500	67	1.250	67
10	1.300	93	1.070	93
11	1.350	80	980	80
12	1.240	89	980	89
13	1.200	93	940	93
14	1.150	78	890	78
15	1.190	120	870	67
Rerata	1.196	88	995	75

Pada Tabe 5.15. Menunjukkan angka bakteri limbah cair setelah dilakukan pengolahan dengan alat pada desinfeksi chlor 25 ppm dengan waktu desinfeksi 5 menit dan 10 menit. Rata-rata angka bakteri TPC limbah cair dengan waktu desinfeksi 5 menit sebesar 1.196, sedangkan desinfeksi dengan waktu 10 menit sebesar 995. Angka bakteri MPN limbah cair setelah diolah dengan alat dengan waktu desinfeksi 5 menit, sebesar 88 per 100 ml limbah, sedangkan pada waktu

desinfeksi 10 menit sebesar 75 per 100 ml limbah.

Tabel 5.16 Jumlah Bakteri Limbah Cair pada Pengolahan Dosis 50 ppm .

	Waktu kontak 5 menit		Waktu kontak 10 menit	
Pengulangan	TPC	MPN	TPC	MPN
1	220	0	80	0
2	60	7	60	0
3	20	0	20	0
4	130	7	70	0
5	10	0	10	0
6	60	0	60	0
7	90	7	60	0
8	70	0	40	0
9	60	0	60	0
10	90	7	40	0
11	80	0	50	0
12	60	0	60	0
13	30	0	30	0
14	50	7	50	0
15	20	0	20	0
Rerata	70	2	47	0

Pada Tabe 5.16. Menunjukkan angka bakteri limbah cair setelah dilakukan pengolahan dengan alat pada desinfeksi chlor 25 ppm dengan waktu desinfeksi 5 menit dan 10 menit. Rata-rata angka bakteri TPC limbah cair dengan waktu desinfeksi 5 menit sebesar 70, sedangkan desinfeksi dengan waktu 10 menit sebesar 47. Angka bakteri MPN limbah cair setelah diolah dengan alat dengan waktu desinfeksi 5 menit, sebesar 2 per 100 ml limbah, sedangkan pada waktu desinfeksi 10 menit sebesar 0 per 100 ml limbah.

Perlakuan variasi dosis chlor (25 ppm, 50 ppm) pada pengolahan sampah terhadap jumlah bakteri (TPC, MPN) limbah cair hasil olahan mempunyai pengaruh perbedaan yang berbeda. Berdasarkan uji *Kruskal wallis* didapatkan signifikansi uji

pengaruh dosis chlor terhadap penurunan bakteri TPC limbah cair sebesar *Asimp.sig* = 0. Hasil ini menunjukkan signifikansi *Asimp.sig* $0 < 0,05$ yang mempunyai arti ada perbedaan yang bermakna penggunaan variasi dosis chlor terhadap angka bakteri TPC sampah. Berdasarkan uji *Kruskal wallis* juga didapatkan signifikansi uji pengaruh dosis chlor terhadap penurunan bakteri MPN sampah sebesar *Asimp.sig* = 0,00. Hasil ini menunjukkan signifikansi *Asimp.sig* $0,00 < 0,05$ yang mempunyai arti ada perbedaan yang bermakna penggunaan variasi dosis chlor terhadap angka bakteri MPN sampah hasil pengolahan.

Perlakuan variasi waktu kontak (5 menit, 10 menit) pada pengolahan sampah terhadap jumlah bakteri (TPC, MPN) limbah cair hasil olahan mempunyai pengaruh berbeda. Berdasarkan uji *Kruskal wallis* didapatkan signifikansi uji pengaruh waktu kontak terhadap penurunan bakteri TPC limbah cair sebesar *Asimp.sig* 0,159. Hasil ini menunjukkan signifikansi *Asimp.sig* $0,159 > 0,05$ yang mempunyai arti tidak ada perbedaan yang bermakna penggunaan variasi waktu kontak terhadap angka bakteri TPC limbah cair. Berdasarkan uji *Kruskal wallis* juga didapatkan signifikansi uji pengaruh waktu kontak terhadap penurunan bakteri MPN limbah cair sebesar *Asimp.sig* 0,197. Hasil ini menunjukkan signifikansi *Asimp.sig* $0,197 > 0,05$ yang mempunyai arti tidak ada perbedaan yang bermakna penggunaan variasi waktu kontak terhadap angka bakteri MPN limbah cair.

Hasil pengolahan sampah infeksius pada dosis 50 ppm dan waktu kontak 10 menit menghasilkan kadar bakteri TPC limbah cair sebesar 47, kadar bakteri MPN limbah cair sebesar 0 per 100 ml limbah cair. Hasil ini sesuai dengan standar effluent limbah cair bagi fasilitas kesehatan, yaitu peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014. Dengan melihat hasil pengolahan sampah infeksius menggunakan alat hasil rancangan dalam penelitian dapat diaplikasikan pada sarana/fasilitas kesehatan (Puskesmas/RS).

B A B VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan.

Penelitian dengan judul “Perancangan Alat Pengolah sampah Infeksius untuk Puskesmas” dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Efektifitas alat pengolah sampah infeksius dalam menurunkan angka bakteri Total Plat Count (TPC) sebesar 99,99% sampai dengan 100% dan bakteri Most Probable Number (MPN) sampah infeksius mencapai 92,49% sampai dengan 99,99% dan limbah cairnya.
2. Efektifitas alat pengolah sampah infeksius dengan dosis 25 ppm waktu 5 menit dapat menurunkan angka bakteri (TPC) sampah sebesar 99,9%, Bakteri MPN sampah 92,49% dan TPC limbah cair 1.196, MPN limbah cair 88 per100 ml limbah.
3. Efektifitas alat pengolah sampah infeksius dengan dosis 25 ppm waktu 10 menit dapat menurunkan angka bakteri (TPC) sampah sebesar 100%, Bakteri MPN sampah 99,9% dan TPC limbah cair 995, MPN limbah cair 75 per100 ml limbah.
4. Efektifitas alat pengolah sampah infeksius dengan dosis 50 ppm waktu 5

menit dapat menurunkan angka bakteri (TPC) sampah sebesar 99,9%, Bakteri MPN sampah 99,46% dan TPC limbah cair 70, MPN limbah cair 2 per100 ml limbah.

5. Efektifitas alat pengolah sampah infeksius dengan dosis 25 ppm waktu 5 menit dapat menurunkan angka bakteri (TPC) sampah sebesar 100%, Bakteri MPN sampah 99,83% dan TPC limbah cair 47, MPN limbah cair 0 per100 ml limbah.
6. Tidak ada perbedaan yang bermakna penggunaan variasi dosis chlor terhadap angka bakteri TPC sampah berdasarkan uji *Kruskal Wallis* didapatkan signifikansi *Asimp.sig* 0,574 > 0,05. Terdapat perbedaan yang bermakna Pengaruh variasi dosis chlor terhadap bakteri MPN sampah, bakteri TPC limbah cair, bakteri MPN limbah cair, dengan signifikansi *Asimp.sig* 0,00 < 0,05.

Tidak ada perbedaan yang bermakna penggunaan variasi waktu kontak terhadap angka bakteri TPC sampah berdasarkan uji *Kruskal Wallis* didapatkan signifikansi *Asimp.sig* 0,859 > 0,05. Tidak ada perbedaan yang bermakna Pengaruh variasi waktu kontak terhadap bakteri MPN sampah, bakteri TPC limbah cair, bakteri MPN limbah cair, dengan signifikansi *Asimp.sig* 0,078 > 0,05, *Asimp.sig* 0,159 > 0,05, *Asimp.sig* 0,197 > 0,05.

6.2. Saran

Penelitian dengan judul “Perancangan Alat Pengolah sampah Infeksius untuk Puskesmas” dapat menyarankan sebagai berikut:

1. Untuk menjaga dan mempertahankan hasil penelitian ini dalam melakukan pengolahan sampah infeksius harus sesuai dengan prosedur pengolahan yang sudah ditetapkan.
2. Untuk meningkatkan perform hasil pengolahan dapat dilakukan dengan melakukan penambahan waktu pencucian menjadi 1 jam dan peningkatan suhu air menjadi 60°C.

3. Rancangan alat pengolah sampah infeksius dapat diterapkan pada fasilitas layanan kesehatan (Puskesmas, Rumah Sakit) yang tersedia daya listrik minimal 2200 Watt dan mempunyai suplai air dengan tekanan air 0,5 atm atau 5 m tekanan air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jendral Kesehatan Masyarakat, “Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1204 Tahun 2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit,” 2004.
- [2] Direktorat Jendral Sampah Limbah dan B3 Kementerian LHK, “Pengelolaan Sampah. Undang-Undang Republik Indonesia No 18 tahun 2008,” 2008.
- [3] A. S. L. Dionisius Rahno., Jack Roebijoso., “Pengelolaan Limbah Medis Padat Di Puskesmas Borong Kabupaten Manggarai Timur Propinsi Nusa Tenggara Timur,” *J-PAL*, vol. 6, no. 1, 2015.
- [4] Basuki Rahmat, “Pengaruh Beberapa Konsentrasi Terhadap Angka Lempeng Total Pada Desinfeksi Alat Makan Plato,” 2004.
- [5] B. Chandra, “Pengantar Kesehatan Lingkungan,” *Buku Kedokt. EGC*, 2007.
- [6] A. Wiku, “Sistem Manajemen Lingkungan Rumah Sakit,” 2009.
- [7] D. Kesmas, “Pedoman Sanitasi Rumah Sakit di Indonesia,” 1997.
- [8] S. Djoko, “Pengelolaan Limbah Rumah Sakit,” *J. Sipil*, vol. 3, no. 8, pp. 91–95, 2001.
- [9] M. Sekjen, “PERMEN LHK P.56/Menlhk-Sekjen/2015 tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah B3 dari FASYANKES,” 2015.

- [10] WHO, “Pengelolaan Aman Limbah Layanan Kesehatan.,” *Kedokt. EGC.*, 2005.
- [11] Anonim, “<https://signaterdadie.wordpress.com/2009/10/08/desinfektan/>.,”
- [12] Balai Pengawasan Obat dan Makanan Kementerian Kesehatan RI, “Mikrobiologi Pangan. Jakarta: Direktorat Surveilans dan Penyuluhan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya.,” 2003.
- [13] Miftahendrawati, “Efek Antibakteri Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans* (in vitro).,” *Kedokt. Gigi Univ. Hasanuddin Makassar*, 2014.
- [14] S. Nainggolan R., “Kualitas Limbah Padat Medis Rumah Sakit.,” *J. Ekol. Kesehat.*, vol. 5, no. 3, pp. 497–505, 2006.
- [15] D. Siti Noor A'in A'fifah Puteri, Rahmawati, “Penggunaan Alat Pengatur Konsentrasi Kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) dalam Meningkatkan Efektifitas Desinfeksi Peralatan Makanan.,” *Kesehat. Lingkung.*, vol. 3, no. 2, p. 6, 2017.
- [16] Ariyanto Y, “Limbah Rumah Sakit Perlu Pengendalian dan Monitoring.,” *Kesehat. Lingkung.*, 2007.
- [17] WHO, “Pengelolaan Aman Limbah Layanan Kesehatan.,” *Jakarta Penerbit Buku Kedokt. EGC*, 2005.
- [18] Kusnoputranto P, “Kusnoputranto, H. 1995. Kesehatan Lingkungan. Jakarta: FKM Universitas Indonesia.,” *FKM Univ. Indones.*, 1995.

LAMPIRAN HASIL UJI STATISTIK

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Angka Bakteri TPC Sampah	60	266065367,6667	19628555,32548	236997600,00	297999780,00
Angka MPN Sampah	60	2073,5833	461,37133	750,00	2400,00
Dosis Kaporit (ppm)	60	1,5000	,50422	1,00	2,00

Kruskal-Wallis Test

Ranks

	Dosis Kaporit (ppm)	N	Mean Rank
Angka Bakteri TPC Sampah	25 ppm	30	29,23
	50 ppm	30	31,77
	Total	60	
Angka MPN Sampah	25 ppm	30	19,70
	50 ppm	30	41,30
	Total	60	

Test Statistics^{a,b}

	Angka Bakteri TPC Sampah	Angka MPN Sampah
Chi-Square	,316	23,149
df	1	1
Asymp. Sig.	,574	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Dosis Kaporit (ppm)

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Angka bakteri TPC Limbah Cair	60	577,1667	547,15626	10,00	1740,00
Angka MPN Limbah Cair	60	41,4500	42,30776	,00	120,00
Dosis Kaporit (ppm)	60	1,5000	,50422	1,00	2,00

Kruskal-Wallis Test

Ranks

	Dosis Kaporit (ppm)	N	Mean Rank
Angka bakteri TPC Limbah Cair	25 ppm	30	45,50
	50 ppm	30	15,50
	Total	60	
Angka MPN Limbah Cair	25 ppm	30	45,50
	50 ppm	30	15,50
	Total	60	

Test Statistics^{a,b}

	Angka bakteri TPC Limbah Cair	Angka MPN Limbah Cair
Chi-Square	44,453	47,858
df	1	1
Asymp. Sig.	,000	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Dosis Kaporit (ppm)

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Angka Bakteri TPC Sampah	60	266065367,6667	19628555,32548	236997600,00	297999780,00
Angka MPN Sampah	60	2073,5833	461,37133	750,00	2400,00
Waktu kontak desinfeksi	60	1,5000	,50422	1,00	2,00

Kruskal-Wallis Test

Ranks

	Waktu kontak desinfeksi	N	Mean Rank
Angka Bakteri TPC Sampah	5 menit	30	30,10
	10 MENIT	30	30,90
	Total	60	
Angka MPN Sampah	5 menit	30	26,55
	10 MENIT	30	34,45
	Total	60	

Test Statistics^{a,b}

	Angka Bakteri TPC Sampah	Angka MPN Sampah
Chi-Square	,031	3,097
df	1	1
Asymp. Sig.	,859	,078

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Waktu kontak desinfeksi

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Angka bakteri TPC Limbah Cair	60	577,1667	547,15626	10,00	1740,00
Angka MPN Limbah Cair	60	41,4500	42,30776	,00	120,00
Waktu kontak desinfeksi	60	1,5000	,50422	1,00	2,00

Kruskal-Wallis Test

Ranks

	Waktu kontak desinfeksi	N	Mean Rank
Angka bakteri TPC Limbah Cair	5 menit	30	33,67
	10 MENIT	30	27,33
	Total	60	
Angka MPN Limbah Cair	5 menit	30	33,30
	10 MENIT	30	27,70
	Total	60	

Test Statistics ^{a,b}		
	Angka bakteri TPC Limbah Cair	Angka MPN Limbah Cair
Chi-Square	1,981	1,668
df	1	1
Asymp. Sig.	,159	,197

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Waktu kontak desinfeksi