

**EFISIENSI ALAT PENYIMPANAN LIMBAH MEDIS (*COLD STORAGE*)
SEDERHANA DALAM MENURUNKAN ANGKA BAKTERI
Staphylococcus Aureus PADA SITUASI
DARURAT BENCANA**

SKRIPSI



Oleh :

DANDILA DIKO MARSELA
191210614

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN
POLITEKNIK KEMENTERIAN KESEHATAN PADANG
2023**

**EFISIENSI ALAT PENYIMPANAN LIMBAH MEDIS (*COLD STORAGE*)
SEDERHANA DALAM MENURUNKAN ANGKA BAKTERI
Staphylococcus Aureus PADA SITUASI
DARURAT BENCANA**

SKRIPSI

Diajukan pada Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan
Politeknik Kementerian Kesehatan Padang Sebagai Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan
Politeknik Kesehatan Padang



Oleh :

DANDILA DIKO MARSELA
191210614

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN
POLITEKNIK KEMENTERIAN KESEHATAN PADANG
2023**

PERNYATAAAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Efisiensi Alat Penyimpanan Limbah Medis (*Cold Storage*)
Sederhana Dalam Menurunkan Angka Bakteri *Staphylococcus*
Aureus Pada Situasi Darurat Bencana
Nama : Dandila Diko Marsela
NIM : 191210614

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing skripsi dan diseminarkan dihadapan
Tim Penguji Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Politeknik Kesehatan
Kemenkes Padang.

Padang, Juli 2023

Komisi Pembimbing:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr. Muchsin Riwanto, SKM, M.Si
NIP. 197006291993031001

Afridon, ST, M. Si
NIP. 197909102007011016

Ketua
Jurusan Kesehatan Lingkungan

Hj. Awalia Gusti, S.Pd, M.Si
NIP. 19670802 199003 2 002

PERNYATAAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Efisiensi Alat Penyimpanan Limbah Medis (*Cold Storage*)
Sederhana Dalam Menurunkan Angka Bakteri *Staphylococcus*
Aureus Pada Situasi Darurat Bencana
Nama : Dandila Diko Marsela
NIM : 191210614

Laporan hasil skripsi ini telah diperiksa, disetujui dan diseminarkan dihadapan
Tim Penguji Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Politeknik
Kesehatan Kemenkes Padang pada tanggal 31 Juli 2023

Padang, Agustus 2023

Dewan Penguji

Ketua

Mukhlis, M.T
NIP : 19680304 199203 1 003

Anggota

Anggota

Anggota

Sri Lestari Adriyanti, SKM, M.Kes
NIP. 19600518 198401 2 001

(Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si)
NIP. 19700629 199303 1 001

Afridon, ST, M. Si
NIP. 19790910 200701 1 016

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini saya:

Nama Lengkap : Dandila Diko Marsela
NIM : 191210614
Tempat/Tanggal Lahir : Solok / 02 Juni 2001
Tahun Masuk : 2019
Nama Pembimbing Akademik : Dr. Wijayantono, SKM, M.Kes
Nama Pembimbing Utama : Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si
Nama Pembimbing Pendamping : Afridon. ST, M. Si

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan laporan Skripsi saya, yang berjudul: **“Efisiensi Alat Penyimpanan Limbah Medis (*Cold Storage*) Sederhana Dalam Menurunkan Angka Bakteri *Staphylococcus Aureus* Pada Situasi Darurat Bencana”**

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Padang, Juli 2023

(Dandila Diko Marsela)

NIM 191210614

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama Lengkap : Dandila Diko Marsela
Tempat/Tanggal Lahir : Solok / 02 Januari 2001
Agama : Islam
Alamat : Jorong Taratak Pauh, Nagari Sungai Nanam,
Kecamatan Lembah gumanti, Kabupaten Solok
Nama Ayah : Zulkismen, S.Pd
Nama Ayah : Defirina, S.Pd
No. Hp : 082140006475
E-mail : dandiladiko@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

No.	Pendidikan	Tempat Pendidikan	Tahun Lulus
1	SD	SDN 06 Sungai Nanam	2013
2	SMP	SMPN 1 Lembah Gumanti	2016
3	SMA	SMAN 1 Gunung Talang	2019
4	Perguruan Tinggi	Poltekkes Kemenkes Padang	2023

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Efisiensi Alat Penyimpanan Limbah Medis (*Cold Storage*) Sederhana Dalam Menurunkan Angka Bakteri *Staphylococcus Aureus* Pada Situasi Darurat Bencana”

Dalam penyusunan dan penulisan Skripsi ini penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan yang ada, sehingga masih ada penyajian yang belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun guna penyempurnaan Skripsi ini

Selama proses pembuatan Skripsi ini penulis tidak terlepas dari peran dan dukungan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si selaku pembimbing utama dan Bapak Afridon, S.T, M.Si selaku pembimbing pendamping yang telah mengarahkan, membimbing, dan memberikan masukan dengan penuh kesabaran dan perhatian dalam pembuatan Skripsi ini. Serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini:

1. Ibu Renidayati, S.Kp, M.Kp, Sp Jiwa selaku direktur Poltekkes Kemenkes Padang
2. Ibu Hj. Awalia Gusti, S.Pd, M.Si selaku ketua Jurusan Kesehatan Poltekkes Kemenkes Padang
3. Bapak Aidil Onasis, SKM, M.Kes selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang
4. Bapak Dr. Wijayantono, SKM, M.Kes selaku pembimbing Akademik
5. Dosen beserta staf Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Padang
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan sebaik mungkin.

7. Seseorang yang spesial (Hanyfah Leonna Putri) Yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini

Akhir kata, penulis berharap berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Padang, Juli 2023

DDM

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN PERSETUJUAN	ii
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iiiv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Sanitasi Darurat.....	6
B. Defenisi Limbah Medis.....	6
C. Bakteri <i>Stapylococcus aureus</i>	7
D. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri	10
E. Cold Storage.....	16
F. Dampak Limbah Medis.....	17
G. Kerangka Teori	18
H. Kerangka Konsep.....	19
I. Definisi Operasional	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
A. Jenis Penelitian.....	21
B. Waktu dan Tempat Penelitian	21
C. Objek Penelitian.....	21
D. Tahap Persiapan Pembuatan Rancangan <i>Cold Storage</i> Sederhana.....	22
E. Alat, Bahan Komponen, Prosedur, dan Rangkaian Rakitan Alat	22
F. Prinsip Kerja Alat	27
G. Tahap Pengambilan Sampel.....	28
H. Tahap Pengujian Sampel.....	31
I. Pengumpulan Data	33

J. Pengolahan Data	33
K. Analisis Data	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
A. Gambaran Alat Cold Storage	34
B. Hasil Penelitian	35
C. Pembahasan.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Definisi Operasional	20
Tabel 4. 1 Angka Bakteri <i>Staphylococcus Aureus</i> Sebelum dan Sesudah.....	36
Tabel 4. 2 Hasil Uji Normalitas	37
Tabel 4. 3 Perbedaan Penurunan Angka Bakteri pada Perlakuan	38
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Alat Selama 1 Minggu pada penyimpanan 75%	39
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Alat Selama 1 Minggu pada penyimpanan 50%	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	8
Gambar 2. 2 Pengaruh Suhu Terhadap Mikroorganisme.....	12
Gambar 2. 3 Cold Storage.....	16
Gambar 2. 4 Kerangka Teori.....	18
Gambar 2. 5 Kerangka Konsep	19
Gambar 3. 1 Bahan Komponen Pada <i>Cold Storage</i> Sederhana	24
Gambar 3. 2 Rangkaian Rakitan Listrik Pada <i>Cold Storage</i> Sederhana	26
Gambar 3. 3 Cara kerja perangkat pendingin sederhana Pada.....	26
Gambar 3. 4 Prinsip Kerja Alat.....	27
Gambar 3. 5 Pengambilan Sampel di Puskesmas dan Klinik	30
Gambar 3. 6 Penimbangan Berat Sampel	31
Gambar 3. 7 Pengoperasian <i>Cold Storage</i>	31
Gambar 3. 8 Penyimpanan Limbah <i>Handsocon</i> pada <i>Cold Storage</i>	32
Gambar 3. 9 Pengambilan Sampel <i>Handsocon</i>	32
Gambar 4. 1 <i>Cold Storage</i> Sederhana.....	34
Gambar 4. 2 Kurva penurunan angka bakteri pada suhu 0°C.	37
Gambar 4. 3 Kurva Perbandingan Waktu Terhadap Suhu pada penyimpanan 75%	39
Gambar 4. 4 Kurva Perbandingan Waktu Terhadap Suhu pada Penyimpanan 50%	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Biaya Anggaran Penelitian

Lampiran B. Desain *Cold Storage* Sederhana

Lampiran C. Alat dan Bahan Penelitian

Lampiran D. Dokumentasi Penelitian

Lampiran E. Laporan Hasil Uji Laboratorium

Lampiran F. Output Hasil Uji Mann-Whitney

Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan , Skripsi, Juli 2023

Dandila Diko Marsela

Efisiensi Alat Penyimpanan Limbah Medis (*Cold Storage*) Sederhana Dalam Menurunkan Angka Bakteri *Staphylococcus Aureus* Pada Situasi Darurat Bencana

xiii + 47 Halaman, 6 Tabel, 18 Gambar, 6 Lampiran

ABSTRAK

Pengelolaan limbah medis pada situasi darurat bencana selama ini tidak terkelola dengan baik dan tempat penyimpanan tidak tersedia. Pengelolaan limbah medis membutuhkan sarana dan prasarana yang tidak murah yang menyebabkan tingginya biaya pengelolaan, maka dibutuhkan rancangan *Cold Storage* sederhana sebagai tempat penyimpanan limbah medis yang murah dan praktis dalam penggunaannya. Tujuan dari penelitian ini untuk melihat Efisiensi *Cold Storage* sederhana dalam menurunkan angka bakteri pada limbah medis.

Penelitian ini bersifat Eksperimen semu, dalam hal ini peneliti ingin mengetahui penurunan angka bakteri *Staphylococcus Aureus* yang terdapat pada limbah medis berupa *handscoon* sesudah disimpan pada *Cold Storage* sederhana dengan perlakuan kapasitas penyimpanan 75% dan kapasitas penyimpanan 50%.

Hasil penelitian yang didapatkan penurunan angka bakteri *Staphylococcus aureus* dengan menggunakan kapasitas penyimpanan 75% dan kapasitas penyimpanan 50% selama 7 hari dengan angka bakteri sebelum disimpan 192 CFU/ml, pada kapasitas penyimpanan 75% didapatkan penurunan angka bakteri dengan persentase 100% pada hari ke-7. Sedangkan pada kapasitas penyimpanan 50% didapatkan penurunan angka bakteri dengan persentase 100% pada hari ke-6

Berdasarkan penelitian ini, *cold storage* sederhana mampu menurunkan angka bakteri *Staphylococcus aureus* yang terdapat pada limbah medis selama 7 hari. *Cold storage* dapat digunakan sebagai alternatif penyimpanan limbah medis pada situasi pada darurat bencana dikarenakan biaya pembuatan relatif murah yaitu sebesar Rp.1.762.000, efisien dari segi ukuran yang kecil dan lebih ringan sehingga mudah untuk dibawa (portable) dan efisien dalam penggunaan daya listrik yaitu sebesar 150 watt.

Kata Kunci : Cold Storage, Limbah Medis, *Staphylococcus Aureus*

Daftar Pustaka : 21 (2013-2022)

Bachelor of Applied Environmental Sanitation Study Program, Thesis, July 2023

Dandila Diko Marsela

Efficiency of a Simple Medical Waste Storage Tool (Cold Storage) in Reducing the Number of *Staphylococcus Aureus* Bacteria in Disaster Emergency Situations

xiii + 47 Pages, 6 Tables, 18 Figures, 6 Attachments

ABSTRACT

Medical waste management in disaster emergency situations has not been well managed and storage is not available. Medical waste management requires facilities and infrastructure that are not cheap which causes high management costs, so a simple Cold Storage design is needed as a medical waste storage area that is cheap and practical in its use. The purpose of this study was to see the efficiency of simple cold storage in reducing the number of bacteria in medical waste.

This research is a pseudo-experiment, in this case the researcher wants to know the decrease in the number of *Staphylococcus aureus* bacteria contained in medical waste in the form of handsoons after being stored in simple Cold Storage with 75% storage capacity treatment and 50% storage capacity.

The results of the study obtained a decrease in the number of *Staphylococcus aureus* bacteria using 75% storage capacity and 50% storage capacity for 7 days with a bacterial number before storage of 192 CFU / ml, at 75% storage capacity obtained a decrease in bacterial numbers with a percentage of 100% on day 7. While at 50% storage capacity, a decrease in bacterial numbers was obtained with a percentage of 100% on day 6.

Based on this research, simple cold storage is able to reduce the number of *Staphylococcus aureus* bacteria found in medical waste for 7 days. Cold storage can be used as an alternative to medical waste storage in disaster emergency situations because the manufacturing cost is relatively cheap, amounting to IDR.1,762,000, efficient in terms of small size and lighter so that it is easy to carry (portable) and efficient in the use of electrical power, which is 150 watts.

Keywords : Cold Storage, Medical Waste, *Staphylococcus Aureus*
Bibliography : 21 (2013-2022)

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 87 tahun 2020 Tentang Rencana Induk Penanggulangan Bencana Tahun 2020-2044. Bencana menimbulkan korban jiwa kerugian ekonomi, sosial, budaya, kerusakan infrastruktur, kerusakan perumahan dan permukiman lingkungan, serta Bencana wabah penyakit (*communicable disease*) dan penyakit akibat bahan-bahan kimia berbahaya (*chemical disease*), telah mengingatkan pemerintah Indonesia bahwa pemerintah berkewajiban untuk meningkatkan strategi pengurangan risiko bencana, mitigasi dan pencegahan, respon cepat dan tepat di masa darurat, strategi pemulihan, rehabilitasi dan rekonstruksi terhadap bencana non-alam.¹

Secara khusus dibutuhkan desain sistem ketahanan bencana (*disaster resilience*) yang bersifat menyeluruh, yang didukung oleh kapasitas kelembagaan pemerintah, kemitraan lintas pemangku kepentingan, sistem data, ilmu dan teknologi, skema pembiayaan yang beragam, peran serta masyarakat dan kearifan lokal dan kolaborasi dengan komunitas global.¹

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.56/Menlhk-Setjen/2015, Tanggal 3 November 2015 Tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun Dari Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Bahan Berbahaya dan Beracun Dari Fasilitas Pelayanan Kesehatan yang selanjutnya disingkat B3, adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi dan/atau

jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain.²

Bencana gempa bumi berkekuatan 7,4 skala Richter dan tsunami yang melanda Palu, Sulawesi Tengah, dan sekitarnya. Selama 14 hari masa tanggap darurat terdapat korban lebih dari 500 orang mengalami luka berat, korban luka dirawat di 14 posko kesehatan. Dari penanganan korban tersebut menghasilkan limbah medis sekitar 750 kg per harinya dengan total 10,5 ton limbah medis dari pelayanan kesehatan.³

Bencana di Palu 2018 relawan meminta solusi penanganan sanitasi, termasuk pengelolaan sampah dan limbah medis di lokasi pengungsian. Sampah maupun limbah medis cukup menjadi persoalan karena menumpuk dan tidak tertangani dengan baik, Tidak sedikit setelah beberapa hari pengungsi sering terserang penyakit menular seperti diare, penyakit kulit, ISPA, dan penyakit infeksi lainnya. Untuk itu perlu segera menyiapkan sarana sanitasi agar masyarakat pengungsi dapat selalu terjaga kesehatannya. Pengelolaan sampah diatur, pengumpulan dan pembuangannya agar pengungsian selalu terjaga kebersihannya Penyediaan sarana Jamban disesuaikan dengan kebiasaan pengungsi di suatu daerah.⁴

Jenis limbah yang dihasilkan dari sarana pelayanan kesehatan pada situasi darurat bencana yaitu; limbah infeksius salah satunya *handscoon* yang telah tercemar.⁵ *Handscoon* banyak ditemukan dalam kegiatan pelayanan kesehatan yang bersumber dari penanganan pasien infeksi saluran pernafasan, penanganan

korban luka dan infeksi saluran kemih (pemasangan kateter), sehingga memungkinkan *handscoon* dicemari oleh bakteri *Staphylococcus aureus*.⁶ Jenis mikroorganisme pada *handscoon* paling sering ditemukan yaitu bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae*. Bakteri tersebut merupakan bakteri patogen yang berpotensi menimbulkan masalah kesehatan bila tidak dikelola dengan baik.⁷

Pengelolaan limbah medis saat bencana selama ini tidak terkelola dengan baik, dari segi tempat penyimpanan tidak tersedia. Hal ini terjadi penumpukan dan bercampur dengan sampah rumah tangga, sehingga menimbulkan potensi terjadi penularan penyakit infeksi nosokomial.⁸

Isu yang ada saat terjadi bencana adalah permasalahan sampah, limbah medis dan sanitasi lingkungan pengungsian, termasuk penanganan sampah dan limbah medis pasca bencana, sehingga perlu dilakukan pemodelan penanganan sampah dan limbah medis sebagai kontribusi tambahan kepada masyarakat. Hal tersebut untuk merespon kebutuhan relawan dan masyarakat akan kesehatan, kenyamanan, dan ketenangan psikologis pasca bencana yang dapat terganggu karena permasalahan sampah. Sampah mungkin dianggap bukan masalah penting saat bencana berlangsung, akan tetapi akan menjadi persoalan saat recovery pasca bencana.⁴

Pelayanan kesehatan pada situasi darurat bencana menghasilkan limbah medis, maka diperlukan *Cold Storage*, *Cold Storage* merupakan suatu mesin pendingin yang menampung benda-benda yang akan mengalami proses pendinginan dengan tujuan untuk mempertahankan temperatur suatu area tertentu

agar tetap lebih rendah dari temperatur sekelilingnya, Prinsip kerja dari sistem refrigerasi yaitu menurunkan suhu suatu ruangan, hingga mencapai sekitar 0°C, hal ini bertujuan agar aktivitas mikroba, enzim, maupun reaksi kimia dapat ditekan sehingga proses pendinginan bertujuan untuk menghambat kegiatan mikroorganisme dan proses kimia serta fisik lainnya.⁹

Berdasarkan kasus tersebut diperlukan salah satu alternatif dalam penanganan limbah medis infeksius dengan penyediaan *Cold Storage* agar tidak mencemari lingkungan sekitarnya.

Penulis tertarik melakukan penelitian lanjutan dari Putri (2022) yang memiliki kekurangan baik dari komponen pendingin maupun stabilitas suhu yang dihasilkannya, berdasarkan ini penulis akan mengganti komponen pendingin menggunakan pendingin Freon (R134a) pada situasi darurat bencana dengan skala laboratorium sebagai tempat penyimpanan limbah medis infeksius.¹⁰

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian adalah “Apakah tempat penyimpanan limbah infeksius efisien dalam menurunkan angka bakteri *Staphylococcus aureus* pada situasi darurat bencana”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui efisiensi *Cold Storage* sederhana dalam menurunkan angka bakteri *Staphylococcus aureus* yang terdapat pada limbah medis dalam situasi darurat bencana sebagai tempat

penyimpanan limbah infeksius sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan.

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui angka bakteri *Staphylococcus aureus* sesudah penyimpanan pada (*Cold Storage*) sederhana.
- b. Untuk mengetahui perbedaan angka bakteri *Staphylococcus aureus* pada *Cold Storage* sederhana antara kapasitas penyimpanan 75% dengan kapasitas penyimpanan 50%.

D. Manfaat Penelitian

1. Sebagai wawasan bagi peneliti mengenai rancangan *Cold Storage* sederhana pada situasi darurat bencana.
2. Sebagai alternative bagi BPBD untuk penyimpanan limbah infeksius pada situasi darurat bencana.
3. Sebagai referensi bagi mahasiswa Poltekkes Kemenkes RI Padang.
4. Sebagai informasi bagi peneliti selanjutnya

E. Ruang Lingkup Penelitian

Penulis membatasi ruang lingkup penelitian dengan membuat *Cold Storage* sederhana pada suhu 0°C untuk melakukan pengujian terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dari *handscoon* yang telah dipakai oleh petugas pelayanan kesehatan dari penanganan korban luka yang terdapat kontak dengan darah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sanitasi Darurat

Berdasarkan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 24 tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana. Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.¹¹

Sanitasi Darurat merupakan masalah sanitasi lingkungan yang ada saat terjadi bencana. Masalah sanitasi lingkungan timbul dan menjadi penting ketika pascabencana, karena masyarakat harus berada di barak pengungsian untuk beberapa waktu, salah satunya mengenai permasalahan sampah dan sanitasi lingkungan pengungsian, termasuk penanganan sampah pasca bencana, sehingga perlu dilakukan pemodelan penanganan sampah, kebutuhan relawan dan masyarakat akan kesehatan, kenyamanan, dan ketenangan psikologis pasca bencana yang dapat terganggu karena permasalahan sampah.⁴

B. Defenisi Limbah Medis

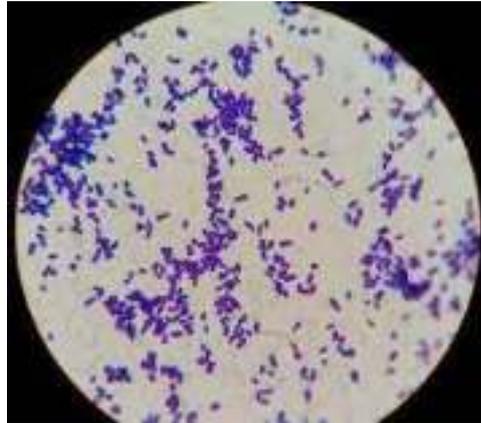
Secara umum limbah pada situasi darurat bencana dibagi menjadi dua kelompok, yaitu limbah medis (Limbah padat dan cair) dan limbah nonmedis (Limbah domestik). Limbah medis memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda dengan limbah pada umumnya, terutama karena sifatnya yang tidak stabil.¹²

Jenis limbah medis padat yang dihasilkan dari penanganan korban luka pada saat bencana salah satunya *handscoon* yang dikategorikan sebagai limbah infeksius. Limbah yang dihasilkan tersebut mengandung bakteri patogen (bakteri, virus, parasit atau jamur) dalam konsentrasi atau jumlah yang cukup untuk menyebabkan penyakit pada penjamu yang rentan yang berpotensi menimbulkan masalah kesehatan serius bila tidak dikelola dengan baik. Limbah medis infeksius mengandung mikroorganisme patogen yang berpotensi menimbulkan masalah kesehatan serius bila tidak dikelola dengan baik. *Staphylococcus aureus* adalah bakteri yang ditemukan paling sering dan bersifat patogen.⁷

C. Bakteri *Stapylococcus aureus*

1. Definisi *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus adalah penyebab utama infeksi bernanah pada manusia yang terdapat di rongga hidung dan kulit sebagian besar populasi manusia. *Staphylococcus aureus* adalah bakteri aerob yang bersifat grampositif, Bakteri tumbuh pada suhu optimum 37°C. Tetapi membentuk pigmen paling baik pada suhu kamar (20-25°C). dan merupakan salah satu flora normal manusia pada kulit dan selaput mukosa. *Staphylococcus aureus* merupakan patogen utama pada manusia dan hampir setiap orang pernah mengalami infeksi *Staphylococcus aureus* yang bervariasi dalam beratnya, mulai dari keracunan makanan hingga infeksi kulit ringan sampai berat yang mengancam jiwa. Gejala yang dialami seperti muncul benjolan pada kulit yang penuh dengan nanah, peradangan, rasa sakit.¹³



Gambar 2. 1 Bakteri *Staphylococcus aureus*
(Sumber: Maryuni, 2017)

2. Klasifikasi Bakteri *Staphylococcus aureus*

Klasifikasi *Staphylococcus aureus* adalah sebagai berikut :¹⁴

Domain : *Bacteria*

Kingdom : *Eubacteria*

Ordo : *Eubacteriales*

Famili : *Micrococcaceae*

Genus : *Staphylococcus*

Spesies : *Staphylococcus aureus*

3. Morfologi Bakteri *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram positif berbentuk bulat berdiameter 0,7-1,2 μm , yang tersusun dalam kelompok-kelompok yang tidak teratur seperti buah anggur, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dan tidak bergerak (Gambar 1.).¹⁵ Berdasarkan bakteri yang tidak membentuk spora, maka *Staphylococcus aureus* termasuk jenis bakteri yang paling kuat daya tahannya. Pada agar miring tetap hidup sampai berbulan bulan, baik dalam lemari es maupun pada suhu kamar.

Dalam keadaan kering pada benang, kertas kain dan dalam nanah tetap hidup selama 6-14 minggu.¹⁴ Bakteri ini tumbuh pada suhu optimum 37 °C, tetapi membentuk pigmen paling baik pada suhu kamar (20-25°C). Koloni pada perbenihan padat berwarna abu-abu sampai kuning keemasan, berbentuk bundar, halus, menonjol, dan berkilau. Lebih dari 90% isolat klinik menghasilkan *Staphylococcus aureus* yang mempunyai kapsul polisakarida atau selaput tipis yang berperan dalam virulensi bakteri. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri koagulase positif, dan memfermentasi mannitol, hal ini yang membedakan *Staphylococcus aureus* dengan spesies *Staphylococcus* lainnya. Koloni *Staphylococcus* pada medium padat berbentuk halus, bulat, meninggi, dan berkilau. Koloni berwarna abu-abu hingga kuning keemasan. *Staphylococcus aureus* juga menghasilkan hemolisis pada pertumbuhan optimalnya.¹⁶

4. Patogenitas Bakteri *Staphylococcus aureus*

Sebagian bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan flora normal pada kulit, saluran pernafasan, dan saluran pencernaan makanan pada manusia. Bakteri ini juga ditemukan di udara dan lingkungan sekitar. *Staphylococcus aureus* yang patogen bersifat invasi, menyebabkan hemolisis, membentuk koagulase, dan mampu meragikan manitol. *Staphylococcus aureus* yang terdapat di folikel rambut menyebabkan terjadinya nekrosis pada jaringan setempat.¹⁷

Staphylococcus aureus menyebabkan sindrom infeksi yang luas. Infeksi kulit dapat terjadi pada kondisi hangat yang lembab atau saat kulit

terbuka akibat penyakit seperti ekstim, luka pembedahan, atau akibat alat intravena.¹⁶ Infeksi *Staphylococcus aureus* dapat juga berasal dari kontaminasi langsung dari luka, misalnya infeksi pasca operasi *Staphylococcus* atau infeksi yang menyertai trauma. Jika *S.aureus* menyebar dan terjadi bakterimia, maka dapat terjadi endokarditis, osteomielitis hematogenous akut, meningitis atau infeksi paru-paru. Setiap jaringan ataupun alat tubuh dapat diinfeksi oleh bakteri *Staphylococcus aureus* dan menyebabkan timbulnya penyakit dengan tanda-tanda yang khas, yaitu peradangan, nekrosis dan pembentukan abses. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri kedua terbesar penyebab peradangan pada rongga mulut setelah bakteri *Streptococcus alpha*. *Staphylococcus aureus* menyebabkan berbagai jenis peradangan pada rongga mulut seperti parotitis, cellulitis, angular cheilitis, dan abses periodontal Djas.¹⁶

D. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya ukuran atau substansi atau masa zat suatu organisme, manusia dapat disebut tumbuh apabila bertambah tinggi, besar atau berat. Sedangkan pada organisme bersel satu pertumbuhan didefinisikan sebagai pertumbuhan koloni yakni jumlah koloni yang bertambah, ukuran koloni yang semakin besar, massa mikroba dalam koloni semakin banyak. Definisi dari Pertumbuhan mikroba yaitu penambahan jumlah sel pada mikroba tersebut. Definisi koloni yaitu kumpulan dari beberapa mikroba yang mempunyai persamaan sifat seperti bentuk, susunan permukaan.¹³

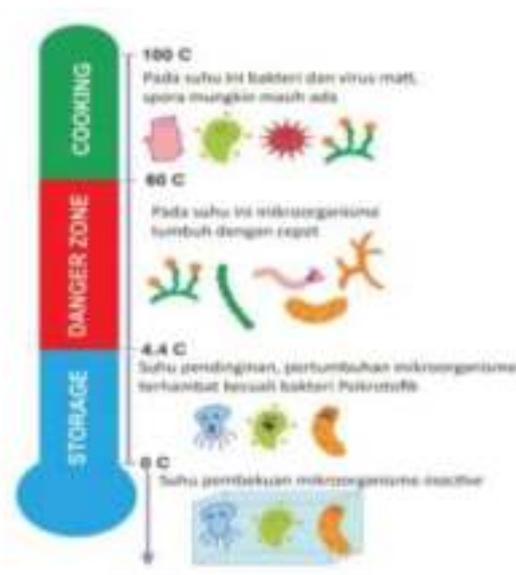
Faktor lingkungan dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba. Segala perubahan lingkungan dapat mempengaruhi morfologi dan fisiologi mikroba. Pertumbuhan mikroorganisme dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor biotik maupun faktor abiotik. Faktor biotik ada yang dari dalam dan ada faktor biotik dari lingkungan. Faktor biotik dari dalam menyangkut bentuk mikroorganisme, sifat mikroorganisme dalam merespon perubahan lingkungan, kemampuan menyesuaikan diri (adaptasi). lingkungan biotik berhubungan dengan keberadaan organisme lain didalam lingkungan hidup mikroorganisme yang bersangkutan. Faktor abiotik meliputi susunan dan jumlah senyawa yang dibutuhkan di dalam medium kultur, lingkungan fisik (suhu, kelembaban, cahaya), keberadaan senyawa-senyawa lain yang dapat bersifat toksik, penghambat, atau pemacu, baik yang berasal dari lingkungan maupun yang dihasilkan sendiri. Faktor lingkungan tersebut antara lain:¹³

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penting di dalam mempengaruhi dan pertumbuhan mikroorganisme. Setiap bakteri memiliki temperatur optimal dimana mereka dapat tumbuh sangat cepat dan memiliki rentang temperatur dimana mereka dapat tumbuh. Suhu untuk pertumbuhan terdiri atas suhu minimum, suhu optimum, dan suhu maksimum. Suhu minimum yaitu suhu terendah tetapi mikroba masih dapat hidup. Suhu optimum yaitu suhu paling baik untuk pertumbuhan mikroba. Suhu maksimum yaitu suhu tertinggi untuk kehidupan mikroba. Berdasarkan rentang temperatur dimana dapat terjadi pertumbuhan, bakteri dikelompokkan menjadi tiga:

- a. Psikrofilik, mikroba yang dapat hidup pada suhu dingin -5°C sampai 30°C dan dapat tumbuh paling baik pada suhu optimum 10°C - 20°C ,
- b. Mesofilik, mikroba dapat hidup maksimal pada suhu 10°C - 45°C , dan suhu optimum pada 20°C - 40°C
- c. Termofilik mikroba yang tumbuh dengan baik pada suhu 25°C - 80°C , tumbuh optimum pada 50°C - 60°C .

Suhu optimal merupakan suhu yang biasanya menggambarkan lingkungan normal mikroorganisme. Bakteri patogen/ berbahaya pada manusia akan tumbuh baik pada temperatur 37°C .



Gambar 2. 2 Pengaruh Suhu Terhadap Mikroorganism
(Sumber: Aisiah, 2020)

2. pH

pH medium biakan mempengaruhi kecepatan pertumbuhan, untuk pertumbuhan bakteri juga terdapat rentang pH dan pH optimal. Pada bakteri patogen pH optimalnya $7,2 - 7,6$. Meskipun medium pada awalnya

dikondisikan dengan pH yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tetapi, secara bertahap besarnya pertumbuhan akan dibatasi oleh produk metabolit yang dihasilkan mikroorganisme tersebut.

- a. Asidofil, tumbuh pada kisaran pH 2-5
- b. Neutrofil, tumbuh pada kisaran pH 5,5-8
- c. alkalofil, tumbuh pada kisaran pH 8,4-9,5

3. Kelembapan

Mikroorganisme mempunyai nilai kelembapan optimum. Mikroba dapat tumbuh pada media yang basah dan udara lembab. Nilai kadar air bebas didalam larutan untuk bakteri pada umumnya antara 0,90 sampai 0,999.

4. Ketersediaan Oksigen

Berdasarkan kebutuhan oksigennya mikroba dikelompokkan menjadi:

- a. Aerobik : hanya dapat tumbuh apabila ada oksigen bebas.
- b. Anaerob : hanya dapat tumbuh apabila tidak ada oksigen bebas.
- c. Anaerob fakultatif : dapat tumbuh baik dengan atau tanpa oksigen bebas.
- d. Mikroaerofilik : dapat tumbuh apabila ada oksigen dalam jumlah kecil.

5. Tekanan Osmosis

Tekanan osmosis sangat mempengaruhi bakteri. Jika tekanan osmosis lingkungan lebih besar (hipertonis) sel akan mengalami plasmolisis (keluarnya cairan dari sel bakteri melalui membran sitoplasma). Jika tekanan osmosis lingkungan hipotonis akan menyebabkan sel membengkak serta mengakibatkan rusaknya sel. Oleh karena itu, dalam mempertahankan

hidupnya sel bakteri harus berada pada tingkat tekanan osmosis yang sesuai walaupun sel bakteri memiliki daya adaptasi, perbedaan tekanan osmosis dengan lingkungannya tidak boleh terlalu besar. Berdasarkan tekanan osmosis yang dibutuhkan dapat dikelompokkan menjadi:

- a. mikroba osmofil adalah mikroba yang dapat tumbuh pada kadar gula tinggi
- b. mikroba halofil adalah mikroba yang dapat tumbuh pada kadar garam halogen yang tinggi
- c. mikroba halodurik adalah kelompok mikroba yang dapat tahan (tidak mati) tetapi tidak dapat tumbuh pada kadar garam tinggi, kadar garamnya dapat mencapai 30 %.

6. Nutrisi

Nutrisi diperlukan oleh mikroba untuk sebagai sumber energi dan pertumbuhan selnya. Unsur-unsur dasar tersebut adalah : karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor, zat besi dan sejumlah kecil logam lainnya. Kekurangan sumber-sumber nutrisi ini dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba hingga pada akhirnya dapat menyebabkan kematian. Berdasarkan sumber karbon dan energi yang diperlukan bakteri digolongkan menjadi :

- a. Khemoheterotrof : bakteri yang memerlukan bahanbahan organik seperti protein, karbohidrat dan lipid.
- b. Khemoautotrof : Golongan bakteri yang sebagian sumber karbonnya berasal dari CO₂.

- c. Fototrof : Golongan bakteri yang memerlukan sumber karbon yang seluruhnya dari CO₂.

Berdasarkan Sumber Nitrogen, Sulfur dan Fosfor. Untuk menyusun bagian-bagian sel, misalnya untuk mensintesis protein diperlukan nitrogen dan sulfur sedangkan untuk mensintesis DNA dan RNA diperlukan nitrogen dan fosfor.

7. Ion-ion lain

Untuk pertumbuhannya bakteri membutuhkan unsur-unsur kimia seperti C, H, N, S, dan P. selain itu juga membutuhkan unsur mikro seperti, Zn, Fe, dan Cu. Sedangkan logam berat seperti Hg, Ag, Cu, Au, dan Pb pada kadar rendah dapat bersifat meracun (toksin). Logam berat memiliki daya oligodinamik yaitu daya bunuh logam berat pada kadar rendah. Selain logam berat ada juga ion-ion lain yang dapat mempengaruhi kegiatan fisiologi mikroba antara lain ion sulfat, tartrat, klorida, nitrat, dan benzoat. Ion-ion ini dapat mengurangi pertumbuhan mikroba tertentu. Oleh sebab itu ion-ion ini dapat digunakan untuk mengawetkan suatu bahan. Ada senyawa lain yang dapat mempengaruhi fisiologi mikroba, misalnya asam benzoat, asam asetat, dan asam sorbat.

8. Radiasi

Radiasi yang berbahaya bagi mikroorganisme yaitu radiasi pengionisasi yang memiliki arti radiasi dari gelombang panjang yang sangat pendek dan berenergi sehingga atom kehilangan elektron (ionisasi). Ditingkat rendah

radiasi pengionisasi dapat menyebabkan mutasi dan lama-kelamaan dapat menyebabkan kematian.

E. Cold Storage

Cold Storage merupakan suatu mesin pendingin yang menampung benda-benda yang akan mengalami proses pendinginan dengan tujuan untuk mempertahankan temperatur suatu area tertentu agar tetap lebih rendah dari temperatur sekelilingnya.⁹



Gambar 2. 3 Cold Storage
(Sumber: Gesunde, 2020)

Prinsip kerja dari sistem refrigerasi yaitu menurunkan suhu suatu ruangan, hingga mencapai sekitar 0°C, hal ini bertujuan untuk menghindari penularan penyakit yang disebabkan oleh bakteri pada limbah medis yang dihasilkan.⁹

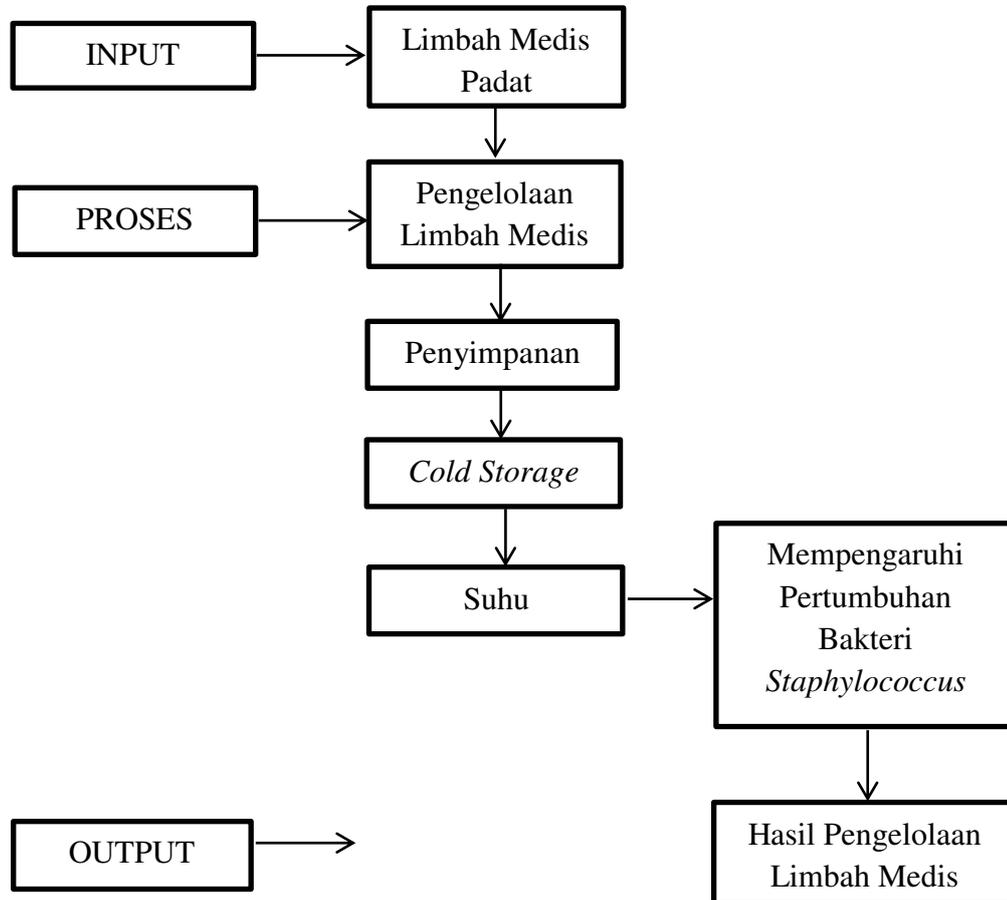
F. Dampak Limbah Medis

Pajanan limbah medis yang berbahaya dapat mengakibatkan infeksi atau cedera. Limbah medis yang tidak dikelola dengan baik atau tidak saniter terhadap lingkungan akan memberikan dampak, antara lain: ⁵

1. Merosotnya mutu lingkungan rumah sakit serta puskesmas yang dapat mengganggu dan menimbulkan masalah kesehatan bagi masyarakat yang tinggal di lingkungan sekitar maupun masyarakat luar.
2. Limbah medis yang mengandung berbagai macam bahan kimia beracun, buangan yang terkena kontaminasi serta benda-benda tajam dapat menimbulkan gangguan kesehatan berupa kecelakaan akibat kerja atau penyakit akibat kerja
3. Limbah medis yang berupa partikel debu dapat menimbulkan pencemaran udara yang akan menyebabkan kuman penyakit menyebar dan mengkontaminasi peralatan medis ataupun peralatan yang ada.

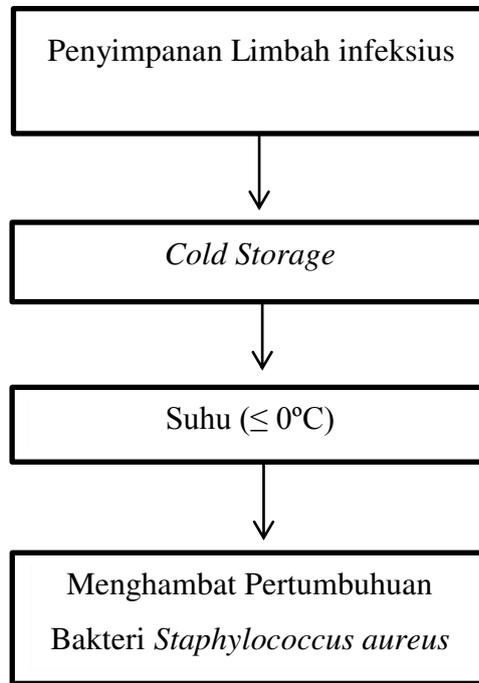
Pengelolaan limbah medis yang kurang baik akan menyebabkan estetika lingkungan yang kurang sedap dipandang sehingga mengganggu kenyamanan pasien, petugas, pengunjung serta masyarakat sekitar.

G. Kerangka Teori



Gambar 2. 4 Kerangka Teori
(Sumber: Rini, dkk, 2020)

H. Kerangka Konsep



Gambar 2. 5 Kerangka Konsep

I. Definisi Operasional

Tabel 2. 1 Definisi Operasional

No	Variabel	Pengertian	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
1.	Rancangan Cold Storage Sederhana	Tempat, bangunan, yang dipergunakan untuk menyimpan barang.	Menghitung	Alat dan Media Menghitung	Efisiensi Cold Storage dalam menurunkan angka bakteri	
2.	Penurunan bakteri	Suatu proses penghambatan bakteri yang tidak berkembang yang dipengaruhi suhu	Menghitung	Uji laboratorium	CFU/mL	Rasio
3.	Suhu	Suhu adalah salah satu faktor lingkungan yang terpenting yang memengaruhi pertumbuhan organisme.	Mengukur	Thermometer	°C	Interval

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat Eksperimen semu, dalam hal ini peneliti ingin mengetahui penurunan angka bakteri *Staphylococcus aureus* yang terdapat pada limbah medis berupa *handscoon* sesudah disimpan pada *Cold Storage* dengan perlakuan kapasitas volume penyimpanan 0,01071 dari penyimpanan 75% dan kapasitas volume penyimpanan dari penyimpanan 50%.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Maret Tahun 2023, dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Negeri Padang.

C. Objek Penelitian

Objek pada penelitian adalah limbah medis berupa *handscoon* yang bersumber dari kegiatan pelayanan kesehatan di Puskesmas Anak Air, Kecamatan Koto Tangah, Puskesmas Parak Karakah, Kecamatan Padang Timur dan di Klinik gigi di Gunung Pangilun. Jumlah *handscoon* yang digunakan sebanyak 4.55 kg untuk kapasitas penyimpanan 75% dan 3.15 kg untuk kapasitas penyimpanan 50%, kemudian disimpan pada *Cold Storage* sederhana selama 7 hari pada masing-masing perlakuan dengan pengaturan suhu 0°C.

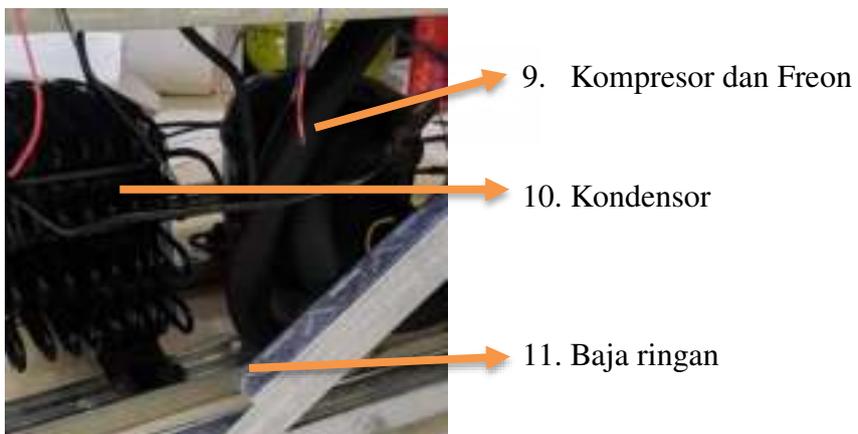
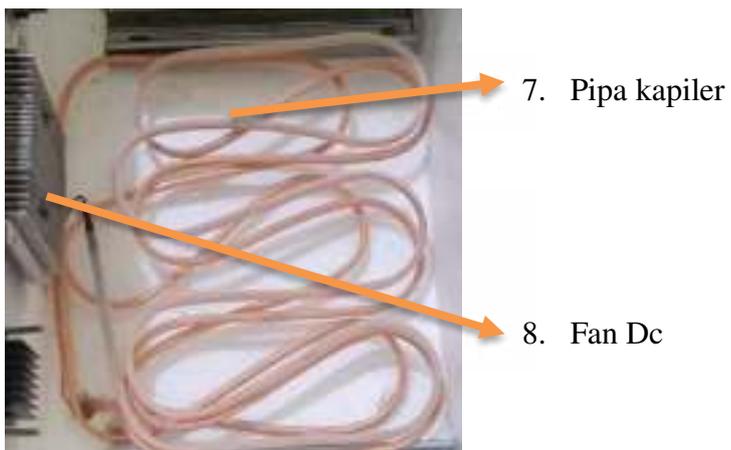
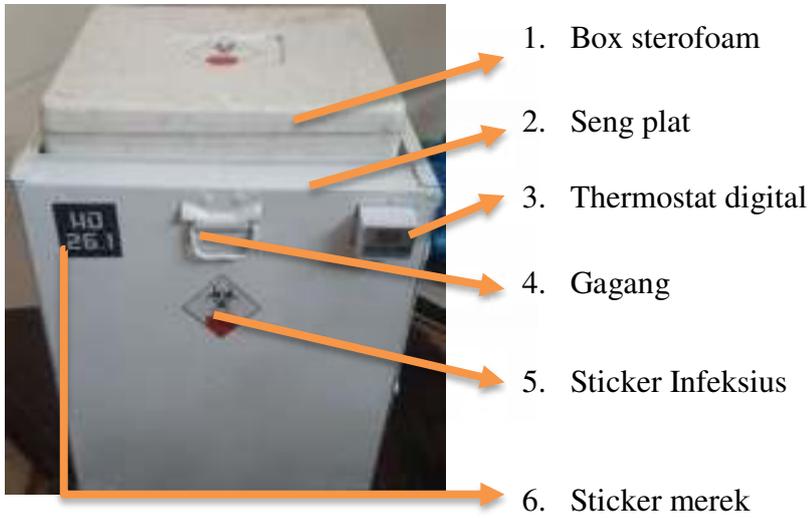
D. Tahap Persiapan Pembuatan Rancangan *Cold Storage* Sederhana

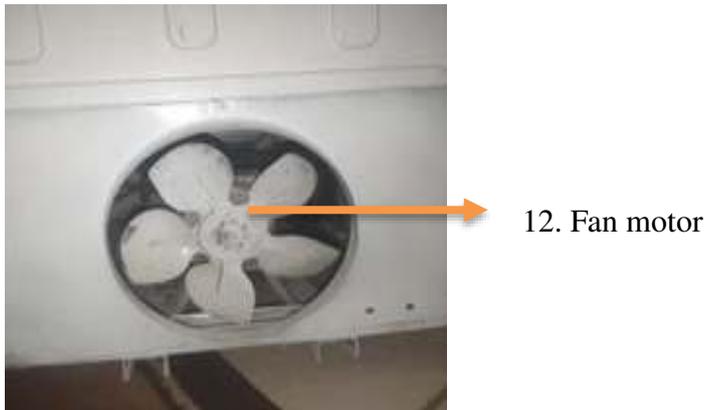
1. Melakukan penggantian alat pendingin (peltier) dengan menggunakan Refrigerator (freon)
2. Menggunakan alat (pendingin freon dengan suhu capaian maksimal 0°C, kondensor, pipa kapiler, kipas pendingin Kompresor, *power supply* 12 Volt / 10 Ampere)
3. Pengaturan suhu menggunakan Thermostart
4. Menggunakan aluminium Foil untuk pelapisan dalam *Box Sterofoam*
5. Muatan volume limbah *handscoon* sesuai kebutuhan
6. Menyediakan arus listrik 120 Watt
7. Menggunakan simbol limbah infeksius
8. Menggunakan kawat pelindung pada kipas pendingin kompresor

E. Alat, Bahan Komponen, Prosedur, dan Rangkaian Rakitan Alat

1. Alat
 - a. Cutter
 - b. Paku Keling
 - c. Obeng
 - d. Baut
 - e. Gerinda

2. Bahan Komponen





Gambar 3. 1 Bahan Komponen Pada *Cold Storage* Sederhana

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan *Cold Storage* sederhana ini sebagai berikut:

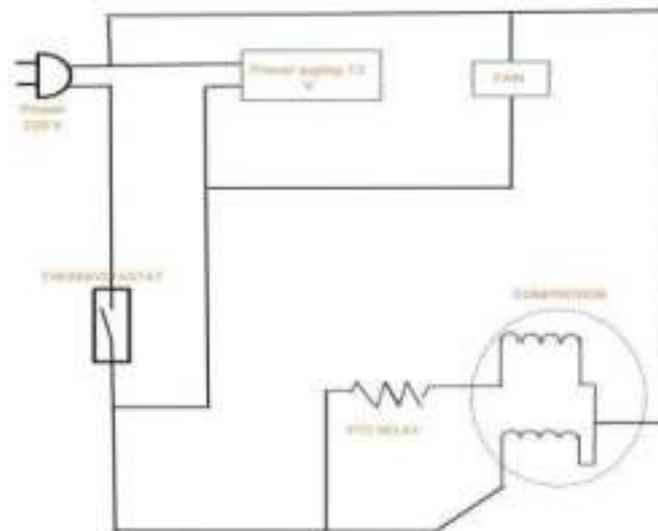
- a. Sterofoam berukuran 39x30x33 cm dengan volume 0.01428 m³.
- b. Pelapisan lapisan luar menggunakan seng plat supaya box lebih kokoh dan melindungi komponen dari terkenanya air.
- c. Thermostart digital 12 Volt (DC) berfungsi sebagai sensor suhu dan pengatur suhu pada *cold storage*.
- d. Gagang sebagai pegangan untuk mengangkat *cold storage*.
- e. Stiker merek pada *cold storage*.
- f. Stiker Limbah infeksius sebagai penanda bahwa *cold storage* merupakan penyimpanan limbah infeksius.
- g. Pipa Kapiler yang berfungsi untuk menghasilkan bunga es dari freon yang dialirkan dari kondensor
- h. Fan DC 12 Volt ukuran 9x9 cm yang berfungsi sebagai penyebaran dingin yang dihasilkan dari pipa kapiler
- i. Freon R-134a dan kompresor 1/8 PK yang berfungsi sebagai komponen pendingin utama.

- j. Kondensor U6 yang berfungsi mengubah Freon dari wujud gas menjadi wujud cair yang dihasilkan dari Freon dan kompresor
- k. Baja ringan yang berfungsi sebagai kedudukan/ kerangka pada alat.
- l. Fan motor 220 volt 50 Hz dengan diameter baling-baling 16 cm berfungsi untuk membuang udara panas dari kerja kompresor.

3. Prosedur

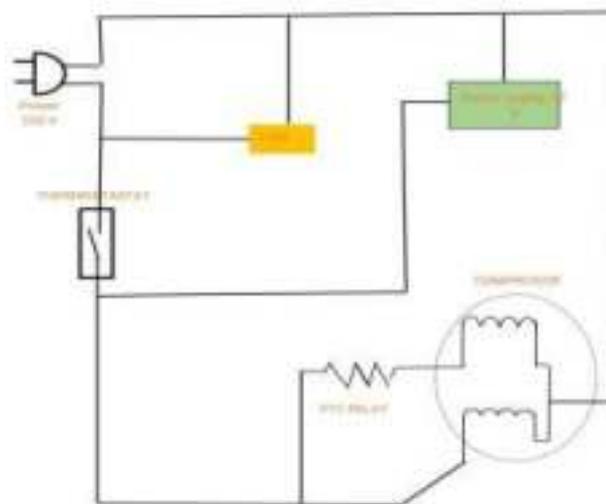
- a. Membuka alat pendingin (peltier) dari *Cold Storage* dan mengganti alat pendingin menggunakan Freon
- b. Selanjutnya, pasang kompresor dan freon, kondensor, dan Thermostart pada tempat yang sudah tersedia.
- c. Memasang kawat pelindung pada bagian kipas pendingin kompresor.
- d. Memasang seng plat untuk pelindung di sisi box Sterofoam.
- e. Memasang aluminium foil didalam box Sterofoam.
- f. Memasang simbol limbah infeksius.
- g. Rakit kelistrikan sesuai dengan rangkaian alat pendingin yang baru.
- h. Selanjutnya, menghidupkan dengan menyalakan stop kontak.
- i. Setelah menyala arus akan menyalakan power supply dan elemen-elemen lainnya.
- j. Selanjutnya alat akan bekerja, sampel bisa di masukkan ke pada *Cold, Storage*.
- k. Setelah alat hidup, suhu pada alat akan turun hingga suhu Maksimum 0°C

4. Rangkaian Rakitan Listrik



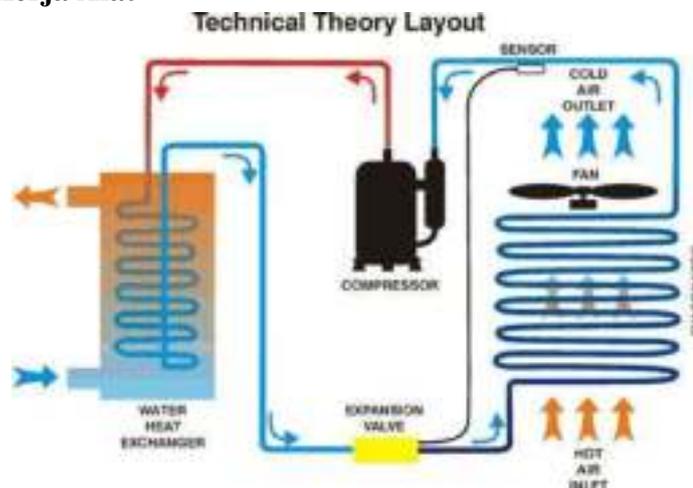
Gambar 3. 2 Rangkaian Rakitan Listrik Pada *Cold Storage* Sederhana

5. Cara kerja perangkat pendingin sederhana



Gambar 3. 3 Cara kerja perangkat pendingin sederhana Pada *Cold Storage* Sederhana

F. Prinsip Kerja Alat



Gambar 3. 4 Prinsip Kerja Alat

1. Kompresor, bertugas untuk memompa freon atau cairan pendingin keseluruhan bagian *Cold storage*.
2. Kondensator, berfungsi menukar panas dalam proses perubahan gas freon yang sebelumnya masuk ke dalam *Cold storage* dalam wujud cair
3. Filter, menyaring kotoran yang mungkin terbawa masuk selama proses sirkulasi pendinginan berlangsung
4. Evaporator, bertugas menyerap panas dari benda yang dimasukkan ke dalam *Cold storage*. Benda yang kehilangan panas kemudian akan menjadi dingin
5. Thermostat, berfungsi mengatur kerja kompresor berdasarkan batas suhu di setiap bagian *Cold storage*. Komponen ini bertanggung jawab mengatur suhu di dalam *Cold storage* agar sesuai dengan yang diinginkan
6. Heatsink, berfungsi mencairkan bunga es yang terbentuk dalam evaporator.

7. Fan Motor, atau kipas yang berfungsi menghembuskan udara dingin dari evaporator ke seluruh bagian *Cold storage*
8. Freon atau Refrigeran, adalah zat yang memiliki titik didih rendah dan berfungsi untuk menarik panas dari dalam *Cold storage*.

G. Tahap Pengambilan Sampel

Berdasarkan *cold storage* yang sudah dibuat, dilakukan pengujian bakteri *Staphylococcus aureus* menggunakan limbah infeksius berupa *handscoon* yang bersumber dari kegiatan pelayanan kesehatan di Puskesmas Anak Air, Kecamatan Koto Tangah, Puskesmas Parak Karakah, Kecamatan Padang Timur dan di Klinik gigi di Gunung Pangilun.

1. Sampel *handscoon* yang akan diuji pada perlakuan penyimpanan dengan kapasitas penyimpanan 75% dan kapasitas penyimpanan 50% dengan perhitungan sebagai berikut:

Dengan perhitungan kapasitas penyimpanan 75% dan kapasitas penyimpanan 50% sebagai berikut.:

- a. Volume *Cold storage*

$$\text{Panjang} = 0,34 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,20 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 0,21 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = P \times L \times T$$

$$V = 0,34 \times 0,20 \times 0,21 = \mathbf{0,01428 \text{ m}^3}$$

- b. Kapasitas volume penyimpanan 75 %

$$V = \frac{75}{100} \times 0,01428 \text{ m}^3$$

$$= \mathbf{0,01071 \text{ m}^3}$$

c. Kapasitas volume penyimpanan 50%

$$V = \frac{50}{100} \times 0,01428 \text{ m}^3$$

$$= \mathbf{0,00714 \text{ m}^3}$$

d. Volume 1 kotak *handcoon* (100 pcs)

$$\text{Panjang} = 0,23 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 0,06 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = P \times L \times T$$

$$V = 0,23 \times 0,12 \times 0,06 = \mathbf{0,001656 \text{ m}^3}$$

Perhitungan volume penyimpanan \div volume *Cold storage*

1) Kapasitas penyimpanan 75%

$$0,01071 \text{ m}^3 \div 0,001656 \text{ m}^3 = 6,46 \text{ kotak } \textit{handscoon}$$

Dibulatkan menjadi 6,5 kotak *handscoon*

2) Kapasitas penyimpanan 50%

$$0,00714 \text{ m}^3 \div 0,001656 \text{ m}^3 = 4,31 \text{ kotak } \textit{handscoon}$$

Dibulatkan menjadi 4,5 kotak *handscoon*

Keterangan : Berat 1 kotak *handscoon* = 0,7 kilogram

: Berat 1 lembar *handscoon* = 7 gram

e. Berat *handscoon* yang akan disimpan pada kapasitas penyimpanan

75% dan 50% sebagai berikut :

Perhitungan berat jumlah kotak x berat 1 kotak *handscoon*

- 1) Kapasitas penyimpanan 75%.

$$6,5 \times 0,7 \text{ Kg} = \mathbf{4,55 \text{ kilogram (650 handscoon)}}$$

- 2) Kapasitas penyimpanan 50%.

$$4,5 \times 0,7 \text{ Kg} = \mathbf{3,15 \text{ kilogram (450 handscoon)}}$$

2. Siapkan sampel *handscoon* dari penanganan pasien korban luka dan kegiatan pelayanan yang kontak dengan darah di puskesmas dan rumah sakit
3. Selanjutnya, Handscoon diambil dengan cara menggunakan pinset satu persatu lalu di masukkan kedalam kantong plastik berwarna kuning khusus limbah infeksius.



Gambar 3. 5 Pengambilan Sampel di Puskesmas dan Klinik

4. Selanjutnya, sampel dimasukkan ke kantong limbah infeksius yang berwarna kuning
5. Selanjutnya, sampel siap untuk diteliti

H. Tahap Pengujian Sampel

1. Sampel *handscoon* yang sudah didapatkan selanjutnya ditimbang sesuai kapasitas yang akan diuji, Berat sampel *handscoon* yang akan diuji pada *cold storage* sebanyak 4,55 Kg untuk kapasitas penyimpanan 75% dan 3,15 Kg untuk kapasitas penyimpanan 50%



Berat *Handscoon* Kapasitas
Penyimpanan 75%



Berat *Handscoon* Kapasitas
Penyimpanan 50%

Gambar 3. 6 Penimbangan Berat Sampel

2. Selanjutnya hidupkan *Cold storage* dan atur sesuai suhu yang diinginkan (0°C)



Gambar 3. 7 Pengoperasian *Cold Storage*

- Setelah mencapai suhu yang diinginkan, Masukkan sampel *handscoon* ke dalam *Cold storage* dengan kapasitas penyimpanan 75% dan kapasitas penyimpanan 50% untuk diuji selama 7 hari



Pengujian Kapasitas Penyimpanan
75%



Pengujian Kapasitas Penyimpanan
50%

Gambar 3. 8 Penyimpanan Limbah *Handscoon* pada *Cold Storage*

- Setelah 1 hari ambil 1 pasang sampel *handscoon* secara acak pada bagian tengah kemudian menggunakan pinset yang sudah disterilkan dengan lampu Bunsen kemudian masukkan ke dalam plastik klip dan diberi label A kemudian sampel dibawa ke laboratorium menggunakan ice box.



Gambar 3. 9 Pengambilan Sampel *Handscoon*

- Selanjutnya, pengujian hari ke-2 ambil 1 pasang sampel *handscoon* yang sudah diaduk pada hari sebelumnya, ambil sampel secara acak pada bagian

tengah kemudian masukkan ke dalam plastik klip menggunakan pinset dan diberi label B pada sampel kemudian dibawa ke laboratorium

6. Selanjutnya, ulangi prosedur sebelumnya sampai hari ke-7.

I. Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer diperoleh dari hasil uji laboratorium angka bakteri *Staphylococcus aureus*.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh melalui jurnal, artikel, dan buku yang berkaitan dengan penelitian dari berbagai sumber.

J. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan pengumpulan dan mengolah data hasil uji laboratorium angka bakteri *Staphylococcus aureus* dan perbandingan penurunan angka bakteri pada dua perlakuan volume penyimpanan menggunakan SPSS

K. Analisis Data

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu uji non parametrik Mann Whitney U Test untuk melihat perbandingan penurunan bakteri *Staphylococcus aureus* antara dua perlakuan volume penyimpanan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Alat Cold Storage

Cold storage sederhana terbuat dari *Box Sterofoam* yang berukuran 39x30x33 cm dengan volume 0.01428 m³, berat *cold storage* 23 kg dan biaya pembuatan Rp.1.762.000 (satu juta tujuh ratus enam puluh dua ribu). *Cold Storage* tersebut terdiri dari beberapa komponen pendingin yaitu: Freon R-134a dipakai sebagai pendingin utama dalam *cold storage*, kompresor 1/8 PK berfungsi memompa dingin yang dihasilkan dari freon, lalu kondensor menukar panas dari proses penukaran gas dari freon menjadi wujud cair, kemudian pipa perak berfungsi untuk menimbulkan salju dari tekanan kompresor dan kondensor .

Selanjutnya terdapat kipas kecil yang berfungsi untuk menyebarkan hawa dingin pada ruangan, kemudian terdapat sensor suhu (*Thermostart digital*) yang digunakan untuk mengatur suhu yang terhubung pada seluruh komponen secara otomatis, kemudian terdapat fan motor dibawah *cold storage* yang berfungsi membuang hawa panas yang dihasilkan kompresor, daya listrik yang dibutuhkan untuk *cold Storage* tersebut sebesar 150 watt.



Gambar 4. 1 Cold Storage Sederhana

Proses kerja alat tersebut mulai dari saat menghubungkan listrik alat bekerja dari dari kompresor dan memompa dingin yang dihasilkan dari freon, lalu kondensor menukar panas dari proses penukaran gas dari freon menjadi cair lalu disalurkan pada pipa kapiler yang dihasilkan dari Freon yang akan menghubungkan dingin pada aluminium yang telah terikat pada *cold storage*.

Pada saat proses pembentukan dingin berjalan alat tersebut akan menyalurkan dinginnya melalui pipa kapiler yang terletak pada bawah box antara pembatas ruang penyimpanan dengan pipa kapiler tersebut dan saat itu pipa akan menimbulkan salju es pada ruangan tersebut dan kipas akan menyebarkan dingin yang dihasilkan pada freon, pada saat alat sedang bekerja akan timbul hawa panas yang dibuang melalui Fan kondensor tersebut, lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 0°C selama 12 menit.

B. Hasil Penelitian

1. Angka Bakteri *Staphylococcus Aureus* Sebelum dan Sesudah Disimpan pada *Cold Storage* Sederhana

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada sampel *handscoon*, angka bakteri *staphylococcus aureus* sebelum disimpan pada *Cold Storage* didapatkan dari salah satu pasang sampel pada kelompok sampel 4.55 kg yang diambil dengan cara diaduk pada kelompok sampel kemudian diambil secara acak satu pasang sampel *handscoon* pada bagian tengah tumpukan sampel dan didapatkan hasil angka bakteri 192 CFU/ml. Angka bakteri *staphylococcus aureus* sesudah disimpan pada *cold storage* sederhana selama 7 hari pada kapasitas penyimpanan 75% dan kapasitas penyimpanan 50%,

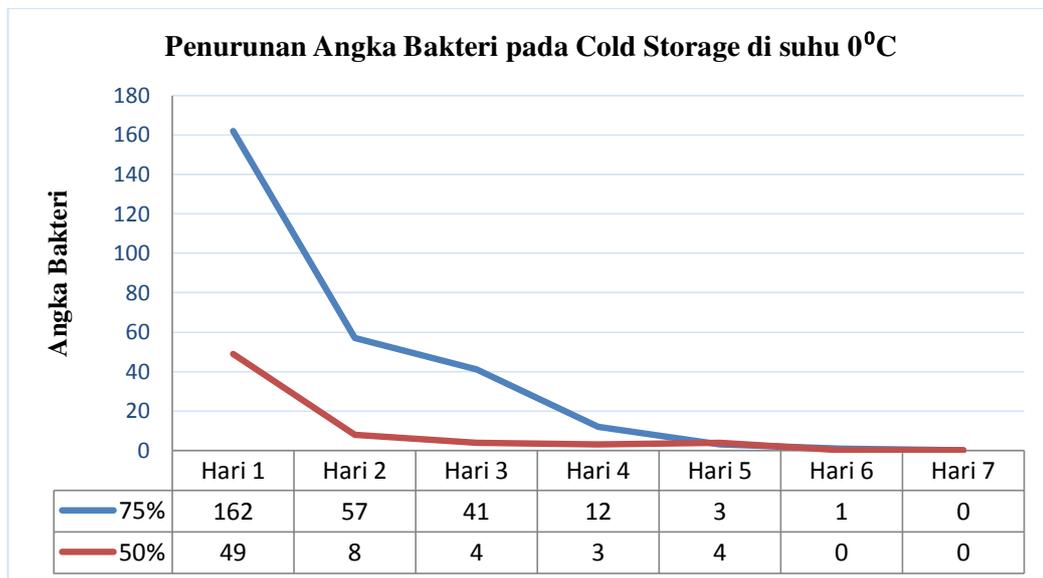
maka didapatkan hasil perhitungan dengan menggunakan rumus persentase, penurunan angka bakteri *staphylococcus aureus* yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 1 Angka Bakteri *Staphylococcus Aureus* Sebelum dan Sesudah Disimpan pada Cold Storage

Waktu (Hari)	Angka Bakteri Sesudah Disimpan Pada Volume Penyimpanan (CFU/ml)			
	Kapasitas Penyimpanan 75%		Kapasitas Penyimpanan 50%	
	Kapasitas Penyimpanan	%	Kapasitas Penyimpanan	%
H0	192	0	192	0
H1	162	15,6	49	74,5
H2	57	64,8	8	83,7
H3	41	28,0	4	50,0
H4	12	70,7	3	25,0
H5	3	75,0	4	+33,3
H6	1	66,6	0	100
H7	0	100	0	100
Jumlah	276		68	
Rata rata	39.43		9.71	

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui bahwa hasil pengamatan pada proses penurunan angka bakteri *staphylococcus aureus* dengan menggunakan kapasitas penyimpanan 75% dan kapasitas penyimpanan 50% selama 7 hari dengan angka bakteri sebelum disimpan 192 CFU/ml, pada kapasitas penyimpanan 75% didapatkan penurunan angka bakteri (15,6%) pada hari ke-1, (64,8%) pada hari ke-2, (28,0%) pada hari ke-3, (70,0%) pada hari ke-4, (75,0%) pada hari ke-5, (66,6) pada hari ke-6, dan (100%) pada hari ke-7. Sedangkan pada kapasitas penyimpanan 50% didapatkan penurunan angka bakteri dengan persentase 100% pada hari ke-6.

Berikut ini adalah kurva pengujian Suhu terhadap angka bakteri pada tabel 4.2



Gambar 4. 2 Kurva penurunan angka bakteri pada suhu 0°C

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan kurva pengujian terhadap penurunan angka bakteri pada suhu 0°C selama 1 minggu didapatkan hasil penurunan angka yang drastis pada penyimpanan 50%.

2. Perbedaan Penurunan Angka Bakteri *Staphylococcus Aureus* Sesudah Disimpan pada Cold Storage Sederhana

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan dalam pemeriksaan laboratorium, maka diperlukan pengolahan data untuk melihat data berdistribusi normal atau tidak berdistribusi normal dengan cara uji Normalitas. Berikut hasil yang didapatkan dari hasil uji normalitas:

Tabel 4. 2 Hasil Uji Normalitas

Perlakuan Penyimpanan	Shapiro-Wilk		
	Statistik	Df	P
Kapasitas Penyimpanan 75%	0.743	7	0.011
Kapasitas Penyimpanan 50%	0.594	7	0.000

Berdasarkan tabel 4.2 didapatkan hasil Normalitas pada kapasitas penyimpanan 75% dengan hasil $p=0.011$ ($p<0.05$) yang artinya data tersebut tidak berdistribusi normal, maka diperlukan uji non parametrik yaitu uji Mann-Whitney untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan dari dua perlakuan volume penyimpanan.

Hasil penurunan angka bakteri pada dua perlakuan penyimpanan limbah *handscoon* dapat diketahui apakah adanya perbedaan yang signifikan, maka perlu dilakukan uji Mann-Whitney. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 3 Perbedaan Penurunan Angka Bakteri pada Perlakuan Penyimpanan

Waktu (Hari)	Perlakuan		P-value
	Kapasitas Penyimpanan 75%	Kapasitas Penyimpanan 50%	
	H1	162	
H2	57	8	
H3	41	4	
H4	12	3	
H5	3	4	0.368
H6	1	0	
H7	0	0	
Mean Rank	8.50	6.50	
Sum of Rank	59.50	45.50	

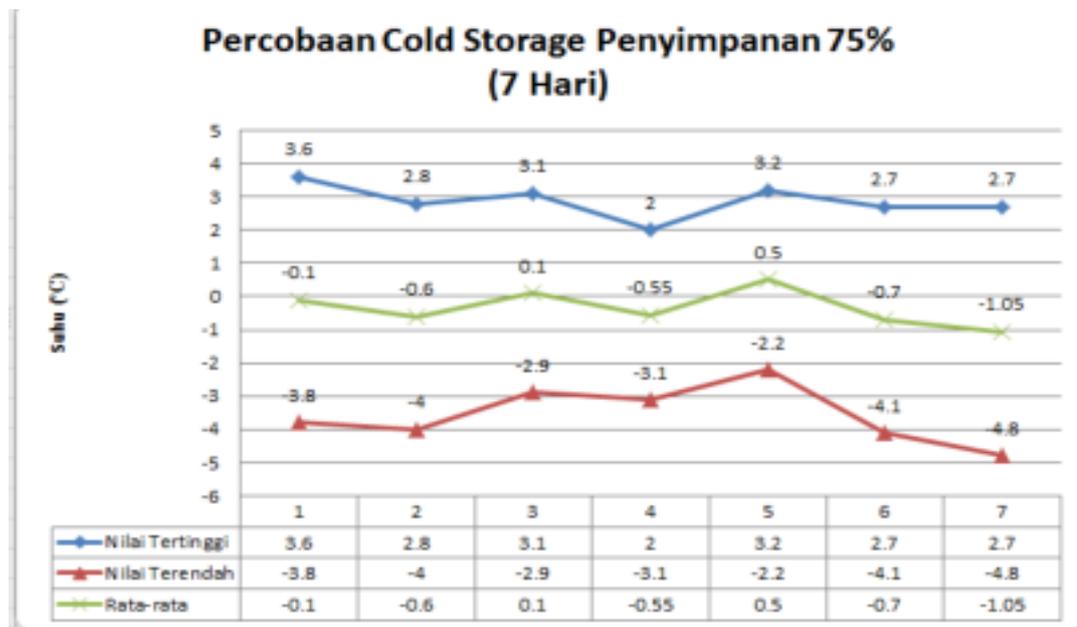
Berdasarkan tabel 4.3 didapatkan hasil mean rank atau rata rata penurunan pada kapasitas penyimpanan 75% yaitu 8.50, sum of rank 59.50. Didapatkan nilai $p=0.368$ ($p>0.05$) yang artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kapasitas penyimpanan 75% dengan kapasitas penyimpanan 50%.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Alat Selama 1 Minggu pada penyimpanan 75%

Hari	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
Nilai Tertinggi	3.6	2.8	3.1	2	3.2	2.7	2.7
Nilai Terendah	-3.8	-4	-2.9	-3.1	-2.2	-4.1	-4.8
Rata-rata	-0.1	-0.6	0.1	-0.55	0.5	-0.7	-1.05

Berdasarkan hasil dari Tabel 4.4 pada pengujian 24 jam selama 1 minggu pada alat mendapatkan hasil hari pertama rata-rata suhu $-0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, hari ke-2 rata-rata suhu $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, hari ke-3 rata-rata suhu $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, hari ke-4 rata-rata suhu $-0.55\text{ }^{\circ}\text{C}$, hari ke-5 rata-rata suhu $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, hari ke-6 rata-rata suhu $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, hari ke-7 rata-rata suhu $-1.05\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Berikut ini adalah kurva pengujian waktu terhadap suhu pada tabel 4.4



Gambar 4. 3 Kurva Perbandingan Waktu Terhadap Suhu pada penyimpanan 75%

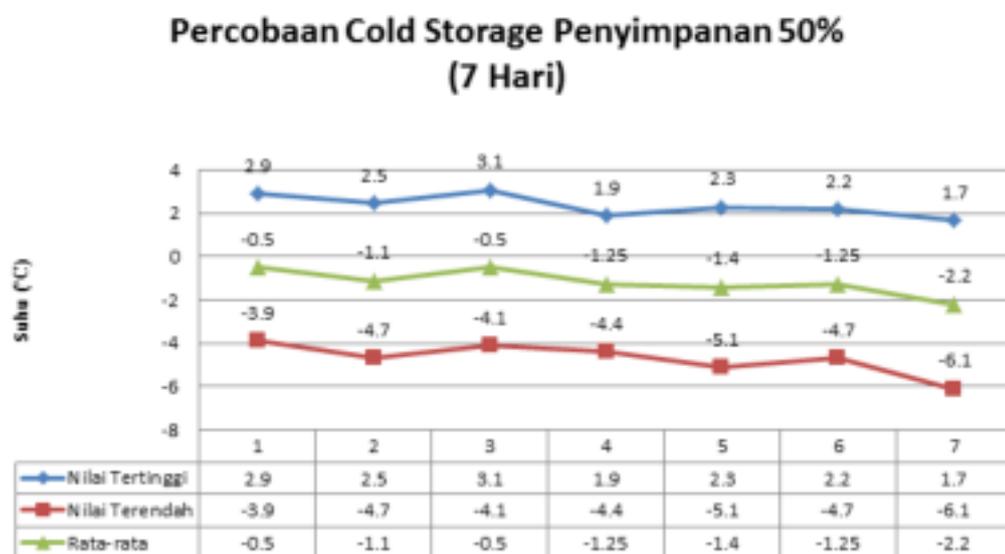
Berdasarkan Gambar 4.3 menunjukkan kurva pengujian terhadap box Cold Storage selama 1 minggu didapatkan hasil suhu yang stabil dengan suhu rata-rata $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $-1,05\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Alat Selama 1 Minggu pada penyimpanan 50%

Hari	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
Nilai Tertinggi	2.9	2.5	3.1	1.9	2.3	2.2	1.7
Nilai Terendah	-3.9	-4.7	-4.1	-4.4	-5.1	-4.7	-6.1
Rata-rata	-0.5	-1.1	-0.5	-1.25	-1.4	-1.25	-2.2

Berdasarkan hasil dari Tabel 4.5 pada pengujian 24 jam selama 1 minggu pada alat mendapatkan hasil hari pertama rata-rata suhu $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, hari ke-2 rata-rata suhu $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, hari ke-3 rata-rata suhu $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, hari ke-4 rata-rata suhu $-1,25\text{ }^{\circ}\text{C}$, hari ke-5 rata-rata suhu $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, hari ke-6 rata-rata suhu $-1,25\text{ }^{\circ}\text{C}$, hari ke-7 rata-rata suhu $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Berikut ini adalah kurva pengujian waktu terhadap suhu pada tabel 4.5



Gambar 4. 4 Kurva Perbandingan Waktu Terhadap Suhu pada Penyimpanan 50%

Berdasarkan Gambar 4.4 menunjukkan kurva pengujian terhadap box Cold Storage selama 1 minggu didapatkan hasil suhu yang stabil dengan suhu rata-rata $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

C. Pembahasan

Berdasarkan pembuatan *Cold Storage* yang telah peneliti lakukan, *cold storage* sederhana berukuran 39x30x33 cm dengan volume 0.01428 m³, berat *cold storage* 23 kg, daya listrik yang dibutuhkan untuk *cold Storage* tersebut sebesar 150 watt. *Cold storage* sederhana tersebut mampu mencapai suhu 0°C dengan waktu 12 menit, Biaya pembuatan *Cold storage* sederhana tersebut sebesar Rp.1.762.000 (satu juta tujuh ratus enam puluh dua ribu rupiah).

Berdasarkan *cold storage* sederhana yang peneliti buat terdiri dari beberapa komponen pendingin yaitu: Freon R-134a dipakai sebagai pendingin utama dalam *cold storage*, kompresor 1/8 PK berfungsi memompa dingin yang dihasilkan dari freon, lalu kondensor menukar panas dari proses penukaran gas dari freon menjadi wujud cair, kemudian pipa perak berfungsi untuk menimbulkan salju dari tekanan kompresor dan kondensor selanjutnya terdapat kipas kecil yang berfungsi untuk menyebarkan hawa dingin pada ruangan, kemudian terdapat sensor suhu (*Thermostart digital*) yang digunakan untuk mengatur suhu yang terhubung pada seluruh komponen secara otomatis, kemudian terdapat fan motor dibawah *cold storage* yang berfungsi membuang hawa panas yang dihasilkan kompresor.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Putri (2022), perancangan alat *Cold Storage* sederhana menggunakan komponen pendingin (*peltier*), alat tersebut terdapat kekurangan pada tempat penyimpanan limbah tersebut yaitu suhu yang dihasilkan pada tempat penyimpanan limbah infeksius tersebut tidak stabil, saat beroperasi suhu bisa naik sampai 12°C dan penggunaan komponen

(*peltier*) kurang maksimal dalam menurunkan suhu dibandingkan dengan pendingin Freon yang lebih stabil dalam menurunkan suhu, maka dari itu peneliti mengganti komponen pendingin (*peltier*) dengan pendingin Freon, namun freon memiliki dampak pencemaran pada lingkungan.¹⁰

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahmat, dkk (2015), Dari hasil perancangan unit sistem *cold storage* temperatur ruangan 2 - 8°C didapat komponen-komponen condensing unit seperti kondensor dan kompresor.¹⁸

Berdasarkan penelitian S. Ubis dkk (2015) Kotak pendingin sederhana merupakan salah satu ide untuk mengatasi masalah penyimpanan yang dipengaruhi oleh pergerakan udara secara alami. Untuk itu perlu diteliti tentang penyimpanan dingin sayur sawi hijau menggunakan kotak pendingin sederhana.¹⁹

Berdasarkan *Cold Storage* Sederhana yang sudah peneliti buat, *Cold Storage* Sederhana praktis digunakan untuk penyimpanan limbah infeksius pada pelayanan kesehatan pada situasi darurat bencana dikarenakan *cold storage* sederhana memiliki kelebihan yaitu:

Cold Storage yang dirancang oleh peneliti sudah efisien dari segi biaya pembuatan yang relatif murah yaitu sebesar RP. 1.762.000 (satu juta tujuh ratus enam puluh dua ribu rupiah) dibandingkan dengan membeli hasil pabrikan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syafril M (2017), Harga *Cold storage* pabrikan untuk puskesmas dan rumah sakit diperlukan biaya sebesar Rp. 50.000.000.²⁰

Cold Storage yang dirancang tersebut sudah efisien dari segi ukuran yang lebih kecil dan lebih ringan sehingga mudah untuk dibawa (*portable*), *Cold*

Storage tersebut Efisiensi dalam penggunaan bahan dan komponen yang digunakan oleh peneliti dalam perancangan alat tersebut menggunakan box styrofoam tahan dalam menjaga ketahanan suhu didalam-nya, ringan dan relatif murah.

Cold Storage yang dirancang oleh peneliti sudah efisien dalam penggunaan daya listrik yaitu sebesar 150 watt. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wiharjo, dkk (2019) penelitian ini membuat *cold storage* menggunakan Kompresor yang menghasilkan daya listrik 2.9 Ampere, 645 Watt.²¹

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.56/Menlhk-Setjen/2015 Limbah infeksius, benda tajam, dan/atau patologis tidak boleh disimpan lebih dari 2 (dua) hari untuk menghindari pertumbuhan bakteri, putrefaksi, dan bau. Apabila disimpan lebih dari 2 (dua) hari, limbah harus dilakukan desinfeksi kimiawi atau disimpan dalam refrigerator atau pendingin pada suhu 0°C (nol derajat celsius) atau lebih rendah. Lama waktu penyimpanan untuk penyimpanan limbah infeksius yang kurang dari 50 kg per hari adalah 180 (seratus delapan puluh) hari.²

Berdasarkan *cold storage* sederhana yang peneliti buat dari pengujian yang telah peneliti lakukan dengan menggunakan limbah infeksius (*handscoon*) dengan pengaturan suhu 0°C, pada kapasitas penyimpanan 75% dengan berat sampel 4.55 kg didapatkan penurunan bakteri *Staphylococcus aureus* 0 CFU/ml pada hari ke-7 sedangkan pada kapasitas penyimpanan 50% dengan berat sampel 3.15 kg didapatkan penurunan angka bakteri *Staphylococcus aureus* 0 CFU/ml pada hari ke-6.

Menurut Rini (2020), Suhu merupakan faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri, bakteri *Staphylococcus aureus* yang termasuk kedalam kelompok bakteri mesofilik yang dapat hidup maksimal pada suhu 10°C - 45°C, sedangkan pada suhu dibawah 10°C bakteri mesofilik tidak dapat tumbuh. Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri aerob dimana membutuhkan oksigen bebas untuk tumbuh sehingga ketersediaan oksigen juga memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan.¹³

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Siburian, dkk (2013), Disimpulkan bahwa suhu dan waktu penyimpanan berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri dan fungi. Suhu beku (-6 °C) dan suhu dingin (10 °C) penyimpanan selama 24 jam dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan fungi. Pertumbuhan optimal bagi bakteri dan fungi terjadi pada penyimpanan dalam suhu kamar (30 °C) selama 24 jam, 48 jam, 72 jam.²²

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada *cold storage* sederhana lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 0°C pada kapasitas penyimpanan 75% selama 19 menit, sedangkan pada kapasitas penyimpanan 50% membutuhkan waktu 15 menit, hal ini disebabkan oleh adanya pengaruh dari udara dalam ruangan penyimpanan sehingga pada kapasitas penyimpanan 75% mendapatkan udara dingin yang lebih sedikit dibandingkan dengan kapasitas penyimpanan 50% dan hal ini memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan bakteri pada limbah infeksius yang disimpan pada *cold storage*, dikarenakan bakteri *Staphylococcus aureus* termasuk jenis bakteri aerob (membutuhkan

oksigen untuk tumbuh) sehingga semakin banyak limbah yang disimpan akan membuat bakteri mengalami penurunan yang lebih lambat.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rosmania (2021) Fase adaptasi *Staphylococcus aureus* adalah saat dimana fase penyesuaian bakteri terhadap substrat dan kondisi lingkungan di sekitarnya dan belum terjadinya pembelahan sel karena beberapa enzim belum disintesis. Jumlah sel pada fase ini mengalami tetap, namun kadang kala menurun. Pada penelitian ini berdasarkan jumlah sel (Standard Plate Count) *Staphylococcus aureus* yang diperoleh, fase adaptasi dimulai pada hari ke-0 hingga hari ke-7, hal ini terdapat pengaruh suhu terhadap penurunan angka bakteri *Staphylococcus aureus*, yaitu pada saat penyimpanan suhu 5-10°C pada waktu penyimpanan selama 7 hari memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan bakteri.²³

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan *cold storage* sederhana mampu menurunkan angka bakteri *Staphylococcus aureus* yang terdapat pada limbah medis selama 7 hari penyimpanan menggunakan suhu 0°C, dengan berat penyimpanan maksimal 4.55 kg, apabila limbah yang akan disimpan lebih banyak maka perlu disimpan dengan pengaturan suhu yang lebih rendah.

Cold storage sederhana dirancang untuk penyimpanan limbah medis infeksius dari pelayanan kesehatan. Hal ini bertujuan untuk mencegah pertumbuhan bakteri agar tidak berpotensi menimbulkan masalah kesehatan akibat penuluran penyakit infeksi nosokomial.

Hasil penelitian yang penulis sudah lakukan pada *Cold Storage* sederhana terdapat kekurangan pada alat tersebut sebagai berikut:

1. *Cold Storage* sederhana memerlukan thermostart digital yang lebih modern.
2. Penulis saat melakukan percobaan suhu pada alat beroperasi bekerja pada suhu $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan hidup kembali di atas $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ yang berpengaruh dalam pertumbuhan bakteri pada limbah tersebut.
3. Peneliti menyimpan sampel dalam jumlah yang banyak didalam *Cold Storage*, maka dari itu angka bakteri sampel dalam jumlah yang banyak belum tentu sama jumlah angka bakterinya, kemudian pada saat pengambilan sampel masih menggunakan pinset yang steril, hal ini memiliki potensi terkontaminasi bakteri yang ada dilingkungan sekitar.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat faktor penghambat dan pendukung dari penulis yaitu:

1. Faktor pendukung yaitu bahan dan komponen tidak sulit ditemukan dan biaya yang cukup murah.
2. Faktor penghambat yaitu peneliti membutuhkan waktu yang cukup lama untuk membuat alat dan pengujian pada alat
3. Penulis masih menggunakan tenaga ahli listrik dalam merangkai komponen pada *Cold Storage* sederhana.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan pengujian alat yang sudah penulis lakukan selama 1 minggu, pada penyimpanan 75% didapatkan hasil rata-rata suhu $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $-1,05\text{ }^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada penyimpanan 50% didapatkan hasil rata-rata suhu $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, yang telah mencapai suhu target yaitu $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Pendingin yang digunakan oleh peneliti sebelumnya menggunakan peltier dan peneliti saat ini menggunakan Freon
3. Pada *Cold Storage* sederhana memiliki keunggulan dalam efisiensi; Biaya pembuatan yang relatif murah yaitu sebesar RP.1.762.000, efisien dari segi ukuran yang lebih kecil dan lebih ringan sehingga mudah untuk dibawa (portable) dan efisien dalam penggunaan daya listrik yaitu sebesar 150 watt.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan pada *cold storage* sederhana sebagai penyimpanan limbah infeksius, peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk pelayanan kesehatan pada situasi darurat bencana dapat menggunakan *cold storage* sederhana sebagai alternatif penyimpanan limbah infeksius
2. Untuk peneliti selanjutnya dapat membuat *cold storage* menggunakan daya baterai dengan daya 12 volt sebagai tenaga listriknya supaya dapat digunakan pada situasi tanpa adanya listrik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Presiden Republik Indonesia. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 87 tahun 2020 tentang Rencana Induk Penanggulangan Bencana Tahun 2020-2044. *Database Peratur. BPK RI* 1–31 (2020).
2. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.56/Menlhk-Setjen/2015 Tentang Tata Cara Dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun Dari Fasilitas Pelayanan. (2015).
3. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Penanganan Limbah Medis Gempa Sulteng Capai 10 Ton. *desember 2018* <https://dataalam.menlhk.go.id/berita/2018/12/17/klhk-bantu-sarana-angkut-limbah-medis> (2018).
4. Sulistyawati *et al.* Penguatan Kelembagaan Organisasi Relawan Bencana dalam Pengelolaan Sanitasi di Pengungsian. *Pros. Semin. Nas. Has. Pengabdi. Kpd. Masy. Univ. Ahmad Dahlan 2020* 549–556 (2020).
5. Asmadi. Pengelolaan Limbah Medis Rumah Sakit. Yogyakarta: Gosyen; 2013.
6. Dea, A. Isolasi dan Identifikasi Bakteri pada Handscoon pada Petugas Laboratorium Stikes Perintis Padang. 44 (2020).
7. Hanum, I. D. Keberadaan Bakteri Patogen *Klebsiella pneumoniae* dan *Staphylococcus aureus* Pada Limbah Medis Infeksius Di Tempat Sampah Rumah Sakit Roemani Muhammadiyah Semarang. *Carbohydr. Polym.* **6**, 5–10 (2019).
8. Triputro, W. Fasilitas Pengelolaan Limbah medis. vol. 2500011718. Purworejo. The Journal Publisihing; 2022.
9. Fitriaji, A. A. Cold Storage Dengan Sistem Kompresor Back Up Untuk Penyimpanan Vaksin. *JTTM J. Terap. Tek. Mesin* **2**, 99–107 (2021).
10. Putri, H. L. Rancang Bangun Tempat Penyimpanan Limbah Infeksius Tahun 2022. Padang: Poltekkes Kemenkes Padang; 2022.
11. Republik Indonesia. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana. Diundangkan pada 10 Maret 2007 vol. 7 (2007).
12. Aftika, L. Design Perencanaan Instalasi Tempat Penyimpanan Sementara Limbah B3 di Puskesmas Kedondong Kecamatan Kedondong Kabupaten Pesawaran Tahun 2021. 1–64 (2021).

13. Rini, C. S. & Rochmah, J. Bakteriologi dasar. Sidoarjo: Umsida Press; 2020.
14. Syahrurahman, A. *et al.* Mikrobiologi Kedokteran. vol. 21. Jakarta: Binarupa Aksara; 2010.
15. Kristiani, F. S., Soleha, T. U. & Wulan, A. J. Perbedaan Daya Hambat Ekstrak Bawang Daun (*Allium fistulosum* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri Methicilin Resistant *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro Difference Of Inhibitory Power Of The Leek Extract (*Allium Fistulosum* L.) On Growth Of Methicilli. *Majority* **7**, 42–49 (2018).
16. Wijaya. Pengaruh Peresan Daun Delima (*Punica granatum*) terhadap Pertumbuhan *Stphylococcus aureus*. (2019).
17. Anshar, M. Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Bayam Duri(*Amaranthus spinosus*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Manaj. Pengemb. Bakat Minat Siswa Di Mts Al-Wathoniyyah Pedurungan Semarang* 2–3 (2017).
18. Rahmat, M. R. Perancangan cold storage untuk produk reagen. **3**, 16–30 (2015).
19. Ubis, S. Penyimpanan Dingin Sayur SAWI Hijau (*BRASSICA JUNCEA* L) Menggunakan Kotak Pendingin Sederhana. **1**, 1–14 (2015).
20. Syafril, M. Kelayakan Finansial Pembangunan Cold Storage Di Desa Senaken Kabupaten Paser. *Epp* **6**, 1–8 (2017).
21. Wiharjo. Analisa Efisiensi Daya Kompresor Pada Mesin Trainer Cold Storage. **08**, 31–39 (2019).
22. Siburian, E. T. P. *et al.* Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Pertumbuhan Bakteri dan Fungi Ikan Bandeng. **1**, (2013).
23. Rosmania, R. & Yuniar, Y. Pengaruh Waktu Penyimpanan Inokulum *Escherichia coli* dan *Staphilococcus aureus* Pada Suhu Dingin Terhadap Jumlah Sel Bakteri di Laboratorium Mikrobiologi. *J. Penelit. Sains* **23**, 117 (2021).

Lampiran A.

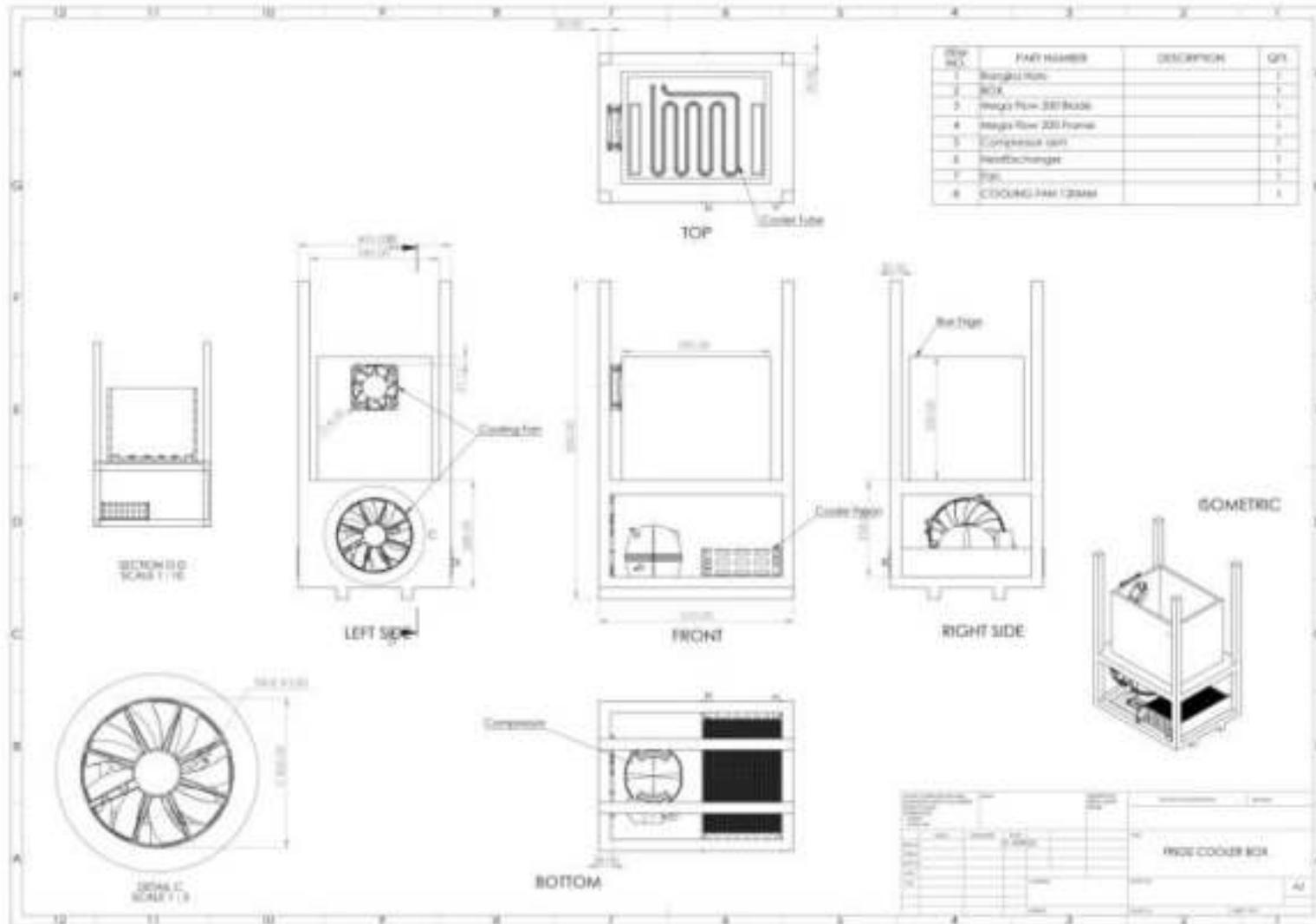
BIAYA ANGGARAN PENELITIAN

No	Komponen Pembiayaan	Jumlah	Ukuran /Type	Harga (Rp)	Total
1	Belanja honor				
	Pemasangan komponen	(1 orang x 9 hari X 30,000)	Jasa	270,000	270,000
2	Peralatan penunjang				
	Kabel	2 meter		25,000	140,000
	Lem thermal	2 buah		90,000	
	Baja ringan (untuk Tiang)	2 meter	Sedang	25,000	
3	Barang yg habis di pakai				
	Steraform	1 buah	39X 30X33 cm	77,000	1,352,000
	Fan motor	1 buah	Sandard part	105,000	
	Fan	1 buah	Ukuran kecil	15,000	
	pipa perak ¼	1 buah	Standard part	265,000	
	kondensor showcase	1 buah	Standard part	95,000	
	Thermostat digital	1 Buah	Standard part	65,000	
	Kompressor 1/8 PK	1 buah	Standard part	275,000	
	freon R-134a	1 paket	ukuran kecil	38,000	
	Filter isi	1 buah	Standard part	12,000	
	Kapiler	2 meter	Standard part	18,000	
	Plat alumunium	1 lembar	1 meter	90,000	
	Alumunium foil	1 lembar	1 meter	25,000	
	Handle box	1 pasang	ukuran sedang	96,000	

	Karet list	1 roll	2 meter	35,000	
	karet bottom seal	1 roll	2 meter	34,000	
	Seng Plat	1 lembar	1 meter	40,000	
	Paku keling	1 kotak	3,2X 7 mm	27,000	
	Sticker	2 lembar	7X7 cm	15,000	
	Cat pylox	1 kaleng	Standard part	25,000	
4	Pemeriksaan laboratorium				
	Sampel Handscoon	14 sampel		980,000	980,000
	Perjalanan				
	Ongkos pembelian barang			100,000	
5	pengantaran & penjemputan barang			50,000	150,000
	Proposal				
6	Kertas print	40 lembar	A4	15,000	15,000
Total					2,907,000

Lampiran B.

DESAIN *COLD STORAGE* SEDERHANA



Lampiran C.

ALAT DAN BAHAN

A. Alat

No	Foto Alat	Nama Alat	Fugsi Alat
1.		Cutter	Memotong kabel
2.		Paku Keling	Menyembungkan kerangka baja ringan
3.		Obeng	Memasang baut pada alat
4.		Baut	Menggaungkan beberapa komponen alat
5.		Gerinda	Memotog baja ringan

B. Bahan

No	Foto Bahan	Nama Bahan	Fugsi Bahan
1.		Box sterofoam	Wadah penyimpanan

2.		Freon	Sebagai bahan pendingin
3.		Kompresor	Mengalirkan Freon ke seluruh sistem pendingin
4.		Seng plat	Untuk melindungi bagian luar box
5.		Kipas kecil	Menyebarkan hawa dingin
6.		Aluminium foil	Menjaga suhu agar tidak cepat berubah

7.		Kondensor	Mengubah gas Freon menjadi bentuk cair
8.		Pipa kapiler	Menghasilkan bunga es dari kumpulan air dari kondensor
9.		Fan	Untuk mengeluarkan hawa panas dari kompresor
10.		Thermostart	Mengatur suhu
11.		Baja ringan	Sebagai kerangka kedudukan box styrofoam

12.		Filter isi	Menyerap uap air pada sistem pendingin
-----	---	------------	--

Lampiran D.

DOKUMENTASI PENELITIAN



Kondisi *cold storage* sebelumnya yang masih menggunakan pendingin peltier



Proses melepaskan komponen peltier



Kondisi *cold storage* yang masih menggunakan peltier



Proses pemasangan pipa kapiler



Proses pemasangan Thermostart digital



Hasil rancangan *cold storage* menggunakan pendingin Freon



Hasil pemasangan plat alumunium pada bagian dalam *cold storage*



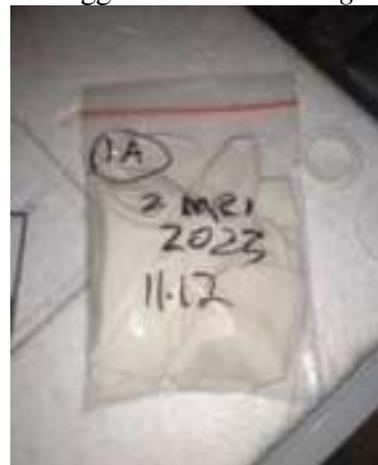
Pengambilan sampel limbah medis di puskesmas



Penyimpanan limbah medis menggunakan *cold storage*



Pengambilan sampel limbah untuk diuji di laboratorium



Lampiran E.

LAPORAN HASIL UJI LABORATORIUM



UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN BIOLOGI

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telp/fax : 0751-7058092

LAPORAN HASIL UJI

Nama pelanggan : Dendita Dika Marula
Sampel : Handicoran
Jenis sampel : Usap Alat
Tanggal penerimaan : 2 Mei 2023
Kondisi sampel : Menunggu
Media : *memorial slab agar (MSA)*

No	Kode Sampel	Uji <i>Staphylococcus aureus</i>	Jumlah koloni (CFU/ml.)
1	A1	Positif	162
2	A2	Positif	57
3	A3	Positif	41
4	A4	Positif	12
5	A5	Positif	3
6	A6	Positif	1
7	A7	Negatif	-

Catatan :

1. Hasil hanya berlaku untuk sampel yang diuji
2. Laporan hasil uji terdiri dari 1 halaman
3. Laboratorium menerima pengaduan/complaint maksimum 1 (satu) minggu setelah dari tanggal LHR

Padang, 17 Mei 2023
Yang memeriksa,

Elva Rahmi, S.Pd
NIP. 197411071999032002



UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN BIOLOGI

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telp./fax : 0751-7058692

LAPORAN HASIL UJI

Nama pelanggan : Dandila Diko Marsula
Sampel : Handscom
Jenis sampel : Usap Alat
Tanggal penerimaan : 11 Mei 2023
Kondisi sampel : Memenuhi
Media : *mannitol salt agar (MSA)*

No	Kode Sampel	Uji <i>Staphylococcus Aureus</i>	Jumlah koloni (CFU/mL)
1	B1	Positif	49
2	B2	Positif	8
3	B3	Positif	4
4	B4	Positif	3
5	B5	Positif	4
6	B6	Negatif	-
7	B7	Negatif	-

Catatan :

4. Hasil hanya berlaku untuk sampel yang diuji
5. Laporan hasil uji terdiri dari 1 halaman
6. Laboratorium melayani pengaduan/complaint maksimum 1 (satu) minggu terhitung dari tanggal LHU

Padang, 26 Mei 2023
Yang memeriksa,

Elva Rahmi, S.Pd
NIP. 197411071999032002



UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN BIOLOGI

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telp/fax : 0751-7058692

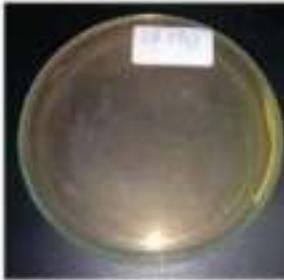
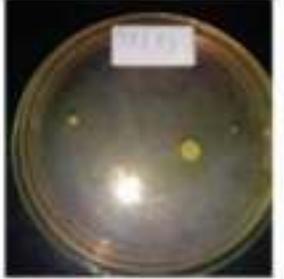
HASIL PEMERIKSAAN STAPHYLOCOCCUS AUREUS PADA HANDSCOON

No	Dokumentasi sampel A1-A7 (Kapasitas Penyimpanan 75%)	Dokumentasi sampel B1-B7 (Kapasitas Penyimpanan 50%)
1	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-1 (162 CFU/ml)</p>	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-1 (49 CFU/ml)</p>
2	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-2 (57 CFU/ml)</p>	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-2 (8 CFU/ml)</p>



UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN BIOLOGI

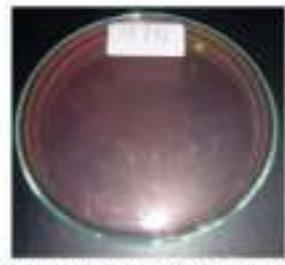
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telp/fax : 0751-7058692

3	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-3 (41 CFU/ml)</p>	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-3 (4 CFU/ml)</p>
4	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-4 (12 CFU/ml)</p>	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-4 (3 CFU/ml)</p>
5	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-5 (3 CFU/ml)</p>	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-5 (4 CFU/ml)</p>



UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN BIOLOGI

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telp/fax : 0751-7058692

6.	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-6 (1 CFU/ml)</p>	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-6 (0 CFU/ml)</p>
7.	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-7 (0 CFU/ml)</p>	 <p>Hasil pemeriksaan bakteri pada sampel hari ke-7 (0 CFU/ml)</p>

Padang, 31 Mei 2023
Yang memeriksa,

Elya Rahmi, S.Pd.
NIP. 197411071999032002

Lampiran F.

OUTPUT HASIL UJI MANN-WHITNEY

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Kapasitas	N	Mean Rank	Sum of Ranks
hasil uji bakteri	kapasitas 75	7	8.50	59.50
	kapasitas 50	7	6.50	45.50
	Total	14		

Test Statistics ^a	
	hasil uji bakteri
Mann-Whitney U	17.500
Wilcoxon W	45.500
Z	-.900
Asymp. Sig. (2-tailed)	.368
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.383 ^b

a. Grouping Variable: kapasitas

b. Not corrected for ties.

Case Processing Summary							
		Cases					
		Valid		Missing		Total	
	kapasitas	N	Percent	N	Percent	N	Percent
hasil uji bakteri	kapasitas 75	7	100.0%	0	0.0%	7	100.0%
	kapasitas 50	7	100.0%	0	0.0%	7	100.0%

Descriptives					
		kapasitas		Statistic	Std. Error
hasil uji bakteri	kapasitas 75	Mean		39.43	22.064
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	-14.56	
			Upper Bound	93.42	
		5% Trimmed Mean		34.81	

	Median		12.00	
	Variance		3407.619	
	Std. Deviation		58.375	
	Minimum		0	
	Maximum		162	
	Range		162	
	Interquartile Range		56	
	Skewness		1.947	.794
	Kurtosis		3.953	1.587
kapasitas 50	Mean		9.71	6.629
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	-6.51	
		Upper Bound	25.93	
	5% Trimmed Mean		8.07	
	Median		4.00	
	Variance		307.571	
	Std. Deviation		17.538	
	Minimum		0	
	Maximum		49	
	Range		49	
	Interquartile Range		8	
	Skewness		2.514	.794
	Kurtosis		6.459	1.587

Tests of Normality

	kapasitas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
hasil uji bakteri	kapasitas 75	.252	7	.199	.743	7	.011
	kapasitas 50	.396	7	.001	.594	7	.000

a. Lilliefors Significance Correction