

# ANALISIS RISIKO PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DI KOTA MAKASSAR

## *Risk Analysis Of Management Waste Hazardous And Toxic (B3) At Makassar City*



MUSDANIA  
D092221006



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024

**ANALISIS RISIKO PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN  
BERACUN (B3) DI KOTA MAKASSAR**

**MUSDANIA  
D092221006**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**RISK ANALYSIS OF MANAGEMENT WASTE HAZARDOUS AND TOXIC (B3)  
AT MAKASSAR CITY**

**MUSDANIA  
D092221006**



**STUDY PROGRAM OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
UNIVERSITY HASANUDDIN  
MAKASSAR, INDONESIA  
2024**

PENGAJUAN TESIS  
ANALISIS RISIKO TERHADAP BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DI KOTA MAKASSAR

**ANALISIS RISIKO PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN  
(B3) DI KOTA MAKASSAR**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Teknik Lingkungan

Disusun dan diajukan oleh

  
MUSDANIA  
D092221006

Kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

# TESIS

## ANALISIS RISIKO PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DI KOTA MAKASSAR

**MUSDANIA**  
**D092221006**

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada 19 November 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Magister Teknik Lingkungan  
Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Lingkungan  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama,



Dr. Eng. Ir. Irwan Ridwan Rahim, S.T., M.T.  
NIP. 197211192000121001

Pembimbing Pendamping,



Dr. Eng. Ir. Kartika Sari, S.T., M.T.  
NIP. 197312012000122001

Ketua Program Studi  
S2 Teknik Lingkungan,



Dr. Ir. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T.  
NIP. 197506232015042001

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin,



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., IPM., AER  
NIP. 197309262000121002

**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS  
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul "Analisis Risiko Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Kota Makassar" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Dr. Eng. Ir. Irwan Ridwan Rahim, S.T., M.T selaku Pembimbing Utama dan Dr. Eng. Kartika Sari, S.T., M.T selaku Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (*Nature Environment & Pollution Technology*) sebagai artikel dengan judul "Analisis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga di Kota Makassar". Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 29 November 2024



Musdania  
D092221006

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan rasa syukur yang mendalam kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penelitian ini dapat terlaksana dengan baik, dan tesis ini dapat diselesaikan sesuai dengan harapan.

Saya menyampaikan penghormatan dan rasa terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

- Bapak Dr. Eng. Ir. Irwan Ridwan Rahim, S.T., M.T. selaku Pembimbing Utama, dan Dr. Eng. Kartika Sari, S.T., M.T. selaku Pembimbing Pendamping, atas bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berarti selama proses penelitian hingga penyusunan tesis ini. Bimbingan dan kesabaran Bapak/Ibu telah menjadi pondasi bagi terselesainya karya ini.
- Ibu Kahfiani, S.Hut., M.AP dan seluruh jajaran yang telah memberikan izin, dukungan, serta kemudahan dalam pelaksanaan penelitian di lapangan.

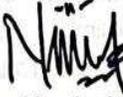
Penghargaan dan rasa terima kasih yang mendalam juga saya haturkan kepada:

- Pimpinan Universitas Hasanuddin dan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, yang telah memfasilitasi saya dalam menempuh program magister ini.
- Para dosen pengajar dan seluruh staf, atas diskusi, dukungan, dan kerja sama yang telah memberikan kontribusi penting dalam proses penelitian dan penyelesaian tesis ini.

Kepada kedua orang tua tercinta, saya mengucapkan terima kasih yang tiada terhingga atas cinta, dan doa, selama menempuh pendidikan ini. Penghargaan yang besar dan terima kasih juga saya sampaikan kepada suami tercinta atas pengorbanan yang menjadi sumber kekuatan saya, serta seluruh anggota keluarga, terutama kakak, adik, dan keponakan, atas dukungan moral, motivasi, serta kehadiran yang selalu menguatkan di setiap langkah perjalanan ini.

Semoga karya ini memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat, serta segala bantuan dan kebaikan dari berbagai pihak mendapatkan balasan terbaik dari Tuhan Yang Maha Esa.

Penulis,

  
Musdania

## Abstrak

MUSDANIA. **Analisis risiko pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) di Kota Makassar** (dibimbing oleh Irwan Ridwan Rahim, dan Kartika Sari).

**Latar belakang.** Limbah bahan berbahaya dan beracun atau limbah B3 dapat berasal dari rumah tangga yang belum banyak diketahui oleh masyarakat seperti baterai, lampu listrik, kemasan cat, kemasan pestisida, produk pembersih, ataupun produk lain. Jika limbah tersebut tidak dikelola dengan baik, maka salah satu dampaknya adalah kondisi lingkungan yang mengandung unsur logam berat yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menyusun strategi pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang berkelanjutan di Kota Makassar sehingga diperlukan analisis risiko pengelolaan limbah B3. **Metode.** Pengumpulan data melalui wawancara terstruktur dengan metode checklist yang telah dikonversi dari Permen LHK No. 6 Tahun 2021 agar sesuai dengan pengelolaan limbah B3 skala rumah tangga, penyederhanaan data menggunakan metode skoring. Analisis risiko menggunakan metode *HIRA (Hazard Identification and Risk Assessment)* dengan teknik analisis, brainstorming, dan kuesioner. Validitas data menggunakan triangulasi sumber dan triangulasi teknik, serta uji korelasi menggunakan chi square. **Hasil.** Persentase kesesuaian kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang telah disesuaikan dengan peraturan meliputi kegiatan pengurangan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan dan penimbunan akhir adalah 0% dengan kategori tidak ada pengelolaan karena pemerintah masih dalam tahap sosialisasi dan edukasi, kurangnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat tentang limbah B3. Terdapat 9 risiko tinggi, 16 risiko sedang dan 23 risiko rendah, risiko tertinggi dengan nilai 20 yakni penanganan limbah B3 yang bercampur dengan limbah non-B3, landfill sebagai alternatif pembuangan limbah B3, status TPA mengalami over capacity, dan lokasi penimbunan berada pada area pemukiman dan lahan pertanian, sedangkan risiko rendah dengan nilai 1 seperti anggota rumah tangga, masyarakat dan pekerja yang terpapar langsung dengan limbah B3, kemasan B3 yang mengandung residu bahan kimia berbahaya, pelanggaran regulasi lingkungan. Untuk itu, baik pemerintah, masyarakat dan pihak swasta memiliki tanggung jawab mengelola limbah tersebut sesuai peraturan yang berlaku. **Kesimpulan.** Risiko pengelolaan limbah B3 rumah tangga di Kota Makassar berada pada risiko tinggi dengan nilai 20 yakni limbah B3 masih dikelola seperti limbah domestik lainnya tanpa pemilahan, TPA Tamangapa sebagai alternatif pembuangan limbah yang bercampur dan terdapat kandungan logam disekitar lahan TPA serta pencemaran lingkungan, sehingga diperlukan strategi penyediaan sarana dan prasarana inovatif berupa kantong plastic sesuai karakteristik limbah dan TPS khusus limbah B3 untuk meminimalkan dampak kondisi TPA Tamangapa saat ini.

Kata kunci : risiko, pengelolaan, limbah bahan berbahaya dan beracun, rumah tangga

## Abstract

MUSDANIA. **Risk analysis of hazardous and toxic waste management in Makassar City** (supervised by Irwan Ridwan Rahim, and Kartika Sari).

**Background.** Hazardous and toxic waste or B3 waste can come from households that are not widely known by the public such as batteries, electric lights, paint packaging, pesticide packaging, cleaning products, or other products. If the waste is not managed properly, then one of the impacts is environmental conditions that contain heavy metal elements that can cause environmental pollution. **Objective.** This research aims to develop a sustainable household hazardous waste management strategy in Makassar City so that a risk analysis of hazardous waste management is needed. **Methods.** Data collection through structured interviews with a checklist method that has been converted from Permen LHK No. 6 of 2021 to suit household-scale hazardous waste management, data simplification using the scoring method. Risk analysis using the HIRA (Hazard Identification and Risk Assessment) method with analysis techniques, brainstorming, and questionnaires. Data validity used source triangulation and technique triangulation, and correlation test used chi square. **Result.** The percentage of conformity with the existing conditions of household hazardous waste management that has been adjusted to the regulations including reduction, transportation, utilization, processing and landfilling activities is 0% with the category of no management because the government is still in the socialization and education stage, lack of knowledge and public awareness about hazardous waste. There are 9 high risks, 16 medium risks and 23 low risks, the highest risk with a value of 20 is the handling of hazardous waste mixed with non-B3 waste, landfill as an alternative to hazardous waste disposal, the status of the landfill experiencing over capacity, and the location of the landfill is in residential areas and agricultural land, while the low risk with a value of 1 is household members, communities and workers who are directly exposed to hazardous waste, hazardous packaging containing hazardous chemical residues, violation of environmental regulations. For this reason, both the government, the community and the private sector have the responsibility to manage these wastes in accordance with applicable regulations. **Conclusion.** The risk of household hazardous waste management in Makassar City is at a high risk with a value of 20, namely hazardous waste is still managed like other domestic waste without segregation, Tamangapa landfill as an alternative to mixed waste disposal and there is metal content around the landfill land and environmental pollution, so that a strategy is needed to provide innovative facilities and infrastructure in the form of plastic bags according to waste characteristics and special TPS for hazardous waste to minimize the impact of the current condition of Tamangapa landfill.

Keywords: risk, management, hazardous and toxic waste, households

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG DEPAN.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGANTAR.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KEASLIAN.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	1
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Kajian Induktif (Penelitian Terdahulu).....	4
2.2 Kajian Deduktif (Kajian Pustaka).....	10
2.2.1 Limbah B3 Rumah Tangga.....	10
2.2.2 Klasifikasi dan Karakteristik Limbah B3 Rumah Tangga.....	11
2.2.3 Potensi Dampak Limbah B3.....	13
2.2.4 Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga.....	17
2.2.5 Risiko.....	18
2.2.6 Manajemen Risiko.....	19
2.2.7 Penelitian Komparasi.....	21
2.2.8 Konsep Keberlanjutan dalam Aspek Lingkungan.....	22
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>40</b>
3.1. Jenis Penelitian.....	40
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	40
3.3. Responden Penelitian.....	40
3.4. Metode Pengumpulan Data.....	40
3.5. Metode Pengolahan dan Analisis Data.....	41
3.5.1 Penilaian Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga.....	41
3.5.2 Analisis Risiko Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga.....	42
3.5.3 Evaluasi dan Strategi Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga.....	46
3.6. Tahapan Penelitian.....	46
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>49</b>
4.1 Profil Lokasi Penelitian.....	49
4.2 Pengujian Data.....	49

4.3 Pengelolaan Limbah B3 Sumber Rumah Tangga di Kota Makassar.....	59
4.3.1 Kondisi Eksisting Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga Kota Makassar.....	59
4.3.2 Penilaian Kondisi Eksisting Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga Kota Makassar .....	60
4.4 Risiko Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga .....	69
4.4.1 Identifikasi Dampak .....	69
4.4.2 Penilaian Risiko .....	80
4.4.3 Evaluasi Risiko.....	115
4.5 Strategi Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga yang Berkelanjutan.....	119
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	125
5.1 Kesimpulan .....	125
5.2 Saran .....	125
DAFTAR PUSTAKA .....	126
DAFTAR LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

<b>1</b>	Komponen dan dampak dalam limbah B3 rumah tangga.....	<b>5</b>
<b>2</b>	Potensi dampak berdasarkan karakteristik bahan yang terkandung di dalam limbah B3 rumah tangga.....	<b>6</b>
<b>3</b>	Pengelompokkan limbah B3 rumah tangga berdasarkan sumbernya...	<b>8</b>
<b>4</b>	Daftar produk limbah B3 rumah tangga berdasarkan karakteristiknya.....	<b>12</b>
<b>5</b>	Tabel Yount (1999).....	<b>22</b>
<b>6</b>	Matriks Penelitian Terdahulu.....	<b>24</b>
<b>7</b>	Skoring Skala Guttman.....	<b>42</b>
<b>8</b>	Kategori penilaian pengelolaan Limbah B3.....	<b>42</b>
<b>9</b>	Kriteria Kemungkinan Risiko.....	<b>43</b>
<b>10</b>	Kriteria dampak risiko.....	<b>43</b>
<b>11</b>	Matriks penilaian risiko .....	<b>44</b>
<b>12</b>	Skala Tingkat Risiko.....	<b>45</b>
<b>13</b>	Distribusi Responden Rumah Tangga berdasarkan Tingkat Pendidikan dan Pendapatan.....	<b>49</b>
<b>14</b>	Distribusi Responden Rumah Tangga untuk Penilaian Potensi Risiko...	<b>50</b>
<b>15</b>	Analisis pengujian data dengan triangulasi sumber.....	<b>51</b>
<b>16</b>	Analisis Pengujian Data dengan Triangulasi Teknik.....	<b>53</b>
<b>17</b>	Hubungan korelasi tingkat Pendidikan responden dengan tindakan pengelolaan limbah B3 rumah tangga.....	<b>55</b>
<b>18</b>	Hubungan korelasi tingkat pendapatan responden dengan tindakan pengelolaan limbah B3 rumah tangga.....	<b>56</b>
<b>19</b>	Kesesuaian Kegiatan Pengurangan Limbah B3 dengan Peraturan.....	<b>60</b>
<b>20</b>	Kesesuaian Kegiatan Pengangkutan Limbah B3 dengan Peraturan.....	<b>61</b>
<b>21</b>	Kesesuaian Kegiatan Pemanfaatan Limbah B3 dengan Peraturan.....	<b>63</b>
<b>22</b>	Kesesuaian Kegiatan Pengolahan Limbah B3 dengan Peraturan.....	<b>64</b>
<b>23</b>	Kesesuaian Kegiatan Penimbunan Akhir Limbah B3 dengan Peraturan.....	<b>65</b>
<b>24</b>	Rekapitulasi Hasil Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga.....	<b>68</b>
<b>25</b>	Temuan Potensi Risiko Kegiatan Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga.....	<b>70</b>
<b>26</b>	Daftar Risiko.....	<b>78</b>
<b>27</b>	Nilai Kemungkinan.....	<b>81</b>
<b>28</b>	Nilai Dampak .....	<b>90</b>
<b>29</b>	Karakterisasi Risiko .....	<b>105</b>
<b>30</b>	Kategorisasi Risiko.....	<b>112</b>
<b>31</b>	Usulan Tindakan untuk Pengelolaan Risiko.....	<b>115</b>

**DAFTAR GAMBAR**

<b>1</b>	Proses manajemen risiko (AS/NZS 4360, 2004) .....	20
<b>2</b>	Hirarki Pengendalian Risiko.....	20
<b>3</b>	Bagan Alir Tahapan Penelitian .....	48
<b>4</b>	Grafik hubungan tingkat Pendidikan dengan pengelolaan limbah B3 rumah tangga.....	57
<b>5</b>	Grafik hubungan tingkat pendapatan dengan pengelolaan limbah B3 rumah tangga.....	58
<b>6</b>	Alur pengelolaan limbah B3 rumah tangga di Kota Makassar.....	59
<b>7</b>	Strategi Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga oleh Pemerintah.....	120
<b>8</b>	Strategi Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga oleh Masyarakat.....	121

**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>1</b>	Standar Kegiatan Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga Berdasarkan Permen LHK No. 6 Tahun 2021.....	Lamp. 1
<b>2</b>	<i>Checklist</i> Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga di Kota Makassar.....	Lamp. 2
<b>3</b>	Kuesioner Penilaian Risiko Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga di Kota Makassar.....	Lamp. 3
<b>4</b>	Dokumentasi Survey.....	Lamp. 4
<b>5</b>	Persuratan.....	Lamp. 5

**DAFTAR SINGKATAN**

<b>Singkatan</b>	<b>Kepanjangan</b>
<b>B3</b>	Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
<b>RT</b>	Rumah Tangga
<b>DLH</b>	Dinas Lingkungan Hidup
<b>Permen LHK</b>	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan
<b>BPS</b>	Badan Pusat Statistik
<b>HIRA</b>	Hazard Identification and Risk Assessment
<b>HIRAC</b>	<i>Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control</i>
<b>TPS</b>	Tempat Penampungan Sementara
<b>TPA</b>	Tempat Pembuangan Akhir
<b>MSI</b>	Method Successive Interval
<b>LB3</b>	Limbah Bahan Berbahaya dan beracun
<b>LB3-RT</b>	Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021, Limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung B3, sedangkan B3 adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan/merusak lingkungan, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya.

Pengelolaan limbah B3 rumah tangga di Indonesia belum terkelola dengan baik (Kurniawan, 2019 & Ruslinda, 2018). Salah satunya adalah Kota Makassar, yang merupakan salah satu Kota Metropolitan di Indonesia dengan jumlah penduduk sebesar 1.427.619 (BPS, 2022). Aktivitas masyarakat sehari-hari di rumah tangga dapat menjadi sumber limbah B3 seperti kemasan cat, pestisida, baterai, produk pembersih, produk kosmetik dan obat kadaluarsa (Suhartawan dkk, 2023).

Di Kota Makassar, sistem pengelolaan limbah B3 rumah tangga dikelola seperti limbah domestik kota lainnya yakni dari sumber rumah tangga diangkut langsung oleh petugas kebersihan ke TPS kelurahan masing-masing, selanjutnya dibawa ke TPA (Survey, April 2024), yang sejalan dengan penemuan Gatta, dkk., (2022) bahwa sistem pengelolaan limbah rumah tangga adalah sistem pembuangan terbuka (open dumping) dengan paradigma lama yaitu kumpul-angkut-buang, akibatnya jenis limbah B3 tersebut ditemukan di TPS, sekitar pemukiman, jalanan bahkan TPA Tamangapa sebagai alternatif pembuangan akhir, menjadi salah satu faktor peningkatan volume sampah di TPA Tamangapa yang saat ini telah mengalami over kapasitas (Riana & Asseng, 2021), didominasi oleh limbah dari rumah tangga (60%) (Asseng, 2021). Hal ini, menyebabkan sulitnya penanganan lebih lanjut, adanya jenis limbah B3 yang diserahkan ke pemanfaat dan pengolah yang tidak berizin dibidangnya serta kegagalan panen sawah disekitar TPA (Survey, April 2024).

Jika limbah B3 terpapar air menghasilkan air lindi yang mengandung logam berat (Rais, 2022). Kandungan logam timbal (Pb) pada pakan sampah organik (0,99 ppm) dan air lindi (0,16 ppm) di TPA Tamangapa (Rahmawati, 2018). Kandungan logam kadmium (Cd) sebesar 0,290 – 1,008 ppm dan timbal (Pb) sebesar 1,32 – 9,91 ppm pada sapi peranakan ongole yang digembalakan di TPA Tamangapa (Yusuf, dkk., (2021). Tanah pada lahan TPA Tamangapa tercemar logam berat kadmium (Cd) sebesar 0,53  $\mu\text{m/g}$  (Juhriah, dkk. 2023), dan sebesar 0,11g  $\mu\text{m/kg}$  (Patandung (2016). Pencemaran air sumur gali di sekitar TPA Antang pada zonasi radius 4 km (fe sebesar 4,634744 ppm) (Urba, H. N., 2017). Nurfadillah & Imran (2014), adanya emisi gas metan ( $\text{CH}_4$ ) sebesar 3,9% yang dihasilkan dari proses degradasi sampah di TPA Tamangapa berdampak pada gangguan kesehatan (pernapasan) yang dialami oleh masyarakat sekitar TPA Tamangapa yakni data profil Puskesmas Tamangapa tahun 2020, jumlah kasus penyakit ISPA tahun 2019 sebanyak 3.308 kasus.

Sehingga, diperlukan analisis risiko terkait limbah B3 sumber rumah tangga untuk merancang suatu strategi pengelolaan yang baik. Analisis manajemen risiko pengelolaan limbah B3 di Industri terhadap kemungkinan dampak pada manusia dan lingkungan

menggunakan metode *HIRA* meliputi identifikasi risiko, penilaian risiko, dan mitigasi risiko (Nursabrina et al, (2021) & Sulaiman dkk, (2019). Analisis risiko kecelakaan kerja pada kegiatan pengelolaan limbah B3 medis di RS menggunakan metode HIRARC meliputi identifikasi risiko, penilaian risiko, dan pengendalian risiko (Lumansik dkk., 2024). Penilaian risiko K3 pada pengelolaan limbah B3 medis padat RS menggunakan metode *JHA* dengan aspek konsekuensi, dampak, dan kemungkinan (Basuki, 2021).

Idil (2015) melaporkan bahwa di kelurahan Mangasa, Kecamatan Tamalate pengelolaan limbah B3 rumah tangga belum terpilah di sumber dan diangkut bercampur dengan limbah non B3 ke TPS Kelurahan kemudian langsung ke TPA Tamangapa, dimana jumlahnya telah direduksi oleh petugas kebersihan dan pemulung setempat. Laporan terkait kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 rumah tangga di Kota Makassar masih kurang. Oleh karena itu, berdasarkan uraian diatas, maka diperlukan penelitian terkait pengelolaan dan risikonya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko pengelolaan limbah B3 rumah tangga di Kota Makassar menggunakan metode *HIRA*, penilaian kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan metode *checlist* berdasarkan Permen LHK No. 6 tahun 2021 dan strategi pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang berkelanjutan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kondisi existing pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga di Kota Makassar?
2. Bagaimana risiko pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga di Kota Makassar saat ini?
3. Bagaimana evaluasi dan strategi pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga di Kota Makassar?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Melakukan penilaian pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga di Kota Makassar saat ini berdasarkan Permen LHK No 6 Tahun 2021.
2. Untuk melakukan analisis risiko pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga di Kota Makassar menggunakan metode *HIRA*.
3. Mengevaluasi dan menyusun strategi pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga berkelanjutan di Kota Makassar sesuai dengan Permen LHK No. 6 Tahun 2021.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dalam penelitian ini, maka manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi tentang kondisi pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga di Kota Makassar dibandingkan dengan Permen LHK No. 6 Tahun 2021.
2. Sebagai upaya untuk melakukan pencegahan terjadinya dampak negatif dari limbah B3 rumah tangga yang pengelolaannya tidak sesuai dengan Peraturan.

3. Memberikan informasi pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga yang berkelanjutan di Kota Makassar sesuai peraturan Permen LHK No. 6 Tahun 2021.

### **1.5 Ruang Lingkup**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan dan hanya berfokus pada pengelolaan limbah B3 dari rumah tangga.
2. Penilaian pengelolaan limbah B3 rumah tangga mengacu pada Permen LHK No. 6 Tahun 2021 tentang tata cara dan persyaratan pengelolaan limbah B3.
3. Analisis risiko pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan metode *Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Induktif (Penelitian Terdahulu)**

Beberapa hasil penelitian sebelumnya telah dilakukan terkait dengan pengelolaan limbah B3 rumah tangga di kota – kota besar di Indonesia yang menyatakan bahwa pengelolaannya belum optimal, dalam penelitian Hayat dan Nasiatin (2023) menyebutkan bahwa manajemen pengelolaan limbah B3 rumah tangga di masa pandemi Covid-19 bercampur dengan limbah non B3 yang akhirnya menyebabkan penumpukan limbah B3 di TPA, seperti limbah organik (54,70%), plastik (8,80%), botol plastik (3,40%), logam (1,07%), botol kaca (1,15%), baterai (0,62%), karet (0,42%) (Asseng, 2021), sehingga diperlukan pengelolaan limbah B3 yang berkesinambungan dimulai dari proses pemilahan, pengumpul, pengangkut, pengolah, dan penanganan akhir sampah dengan mempertimbangkan aspek lingkungan dan Kesehatan. Penelitian Ruslinda dkk, (2018) kajian pengolahan sampah B3 rumah tangga di Kota Padang menyatakan bahwa belum ada pengelolaan limbah B3 rumah tangga di Kota Padang, pengelolaan sampah masih fokus pada pengembangan pengelolaan sampah kota dengan konsep 3R.

Prasetyaningrum dkk, (2017) dalam kajian timbulan limbah B3 rumah tangga di Kelurahan Sendangmulyo Kota Semarang menemukan bahwa masyarakat belum melakukan penyimpanan limbah B3 yang sesuai, belum melakukan pemilahan antara limbah B3 rumah tangga dengan limbah domestik lainnya dan pewadahan sesuai karakteristik limbah B3, sehingga timbulan limbah B3 rumah tangga mencapai 0,057 l/orang/bln dengan Karakteristik timbulan limbah B3 rumah tangga yang dihasilkan yaitu mudah terbakar/meledak sebesar 29,15% yaitu oli bekas, kaleng bekas pengharum ruangan, lem, spidol, dan tip-x, korosif sebesar 21,67% yaitu pemutih/pelembut pakaian, pembersih toilet/kamar mandi dan baterai, beracun sebesar 35,74% yaitu minyak rambut, shampoo, lampu neon, obat kadaluarsa, sabun pencuci piring/detergen pakaian, kaleng bekas pestisida (baygon), kosmetik/produk kecantikan, parfum dan deodorant, menimbulkan iritasi sebesar 13,40% yaitu limbah pembersih kaca dan infeksius sebesar 0,04% yaitu limbah kaca perban.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ulimaz dkk. (2021) tentang sosialisasi pengertian risiko limbah B3 produk rumah tangga bahwa tingkat pemahaman Ibu-Ibu RT terhadap 36 jenis produk B3 rumah tangga adalah 69% sebelum sosialisasi dilakukan, setelah proses sosialisasi menjadi 88,4% pemahaman masyarakat terhadap produk dan limbah B3 rumah tangga, dengan tingkat resiko pengelolaan limbah B3 pada proses pembuangan sisa produk B3.

Putra dkk, (2019) dalam penelitian tentang identifikasi jenis dan pengelolaan limbah B3 rumah tangga di Kabupaten Seluma bahwa terdapat dua jenis limbah B3 sumber rumah tangga yakni limbah B3 cair dan limbah B3 padat. Limbah B3 cair seperti sisa produk pembersih, sisa minyak goreng kotor dan oli bekas, sedangkan limbah B3 padat seperti botol-botol kemasan insektisida, pestisida, baterai dan lampu. Setiap minggu dalam setiap rumah tangga menghasilkan limbah B3 cair 0,8 liter dan 0,4 kg limbah B3 padat. Untuk kegiatan pengelolaan limbah dilakukan dengan mengumpulkan limbah langsung dari rumah-rumah warga, tanpa melalui pemisahan antara limbah B3 dengan limbah domestik, limbah B3 dibuang langsung bersamaan ke TPS untuk

selanjutnya ke TPA oleh petugas kebersihan, sehingga berpotensi menimbulkan akumulasi dari bahan berbahaya dan beracun yang ada disekitar tempat pembuangan limbah B3 akibatnya berdampak negatif terhadap kesehatan lingkungan yakni limbah B3 masuk melalui media air, tanah, udara dan biota yang dapat meracuni makhluk hidup melalui rantai makanan sehingga menyebabkan organisme seperti tumbuhan, hewan, dan manusia terpapar oleh zat-zat beracun yang menimbulkan penyakit non infeksi seperti keracunan, kerusakan organ, kanker, hipertensi, asma bronhioli, pengaruh pada janin, gangguan pertumbuhan baik fisiki maupun psikis, gangguan kecerdasan dan sebagainya.

Rais (2022) menemukan bahwa diantara limbah B3 yang dibuang ke TPA adalah limbah B3 rumah tangga seperti kategori pembersih, perawatan pribadi, otomotif, elektronik, kimia, dan medis dengan persentase 2,11% dari total sampah, yang ketika terpapar dengan air akan menghasilkan air lindi yang mengandung logam berat Pb, Cu, Cd, dan Zn dan berpotensi mencemari badan air di sekitar TPA. Umumnya masyarakat kota mencampur semua komponen limbah rumah tangga, termasuk limbah B3 rumah tangga yang tentunya bertentangan dengan Undang-Undang No. 18 tahun 2008 pasal 22 ayat 1 tentang pengolahan sampah yang berbunyi "*Pemilahan, pengelompokkan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenisnya yaitu jumlah dan/atau sifat limbah*". Banyaknya masyarakat yang tidak mengetahui bahwa kegiatan rumah tangga dapat menghasilkan limbah yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. banyak produk rumah tangga yang mengandung bahan kimia seperti limbah industri dan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Bahan berbahaya tersebut dapat masuk kedalam rantai makanan dan terakumulasi pada manusia menyebabkan mutase gen, kanker dan bawaan, juga penurunan kualitas udara, kualitas air permukaan dan air tanah disekitar TPA misalnya pada pembuangan baterai di TPA berkontribusi terhadap penurunan kualitas lindi yang banyak mengandung logam seperti merkuri (Hg), cadmium (Cd), mangan (Mn), dan seng (Zn) (Fikri dkk, 2015). Sangat mungkin bahwa lindi yang dihasilkan akan bergerak melalui pori-pori tanah yang selanjutnya bercampur dengan air tanah sehingga terkontaminasi, maka meskipun dengan aliran yang lambat (meter per hari bahkan cm per tahun) pencemar akan terpapar ke lingkungan sekitar TPA (Kasam, 2011).

Risiko lingkungan dan kesehatan yang ditemukan dalam penelitian Diankha (2020) bahwa sudah banyak produk rumah tangga yang mengandung bahan kimia sama seperti limbah industri dan menjadi dasar penyebab pencemaran lingkungan dan risiko kesehatan seperti merkuri bersifat racun dan paparan jangka pendek terhadap uap merkuri konsentrasi tinggi menyebabkan efek berbahaya pada sistem saraf, pencernaan dan pernapasan serta ginjal.

**Tabel 2.1** Komponen dan dampak dalam limbah B3 Rumah Tangga

Jenis Limbah B3	Komponen dan Dampak
Aerosol	Mengandung residu dalam jumlah besar dari isi aslinya yang mungkin berbahaya, mudah terbakar atau beracun Mengandung propelan yang mungkin mudah terbakar seperti butana
Baterai	Mengandung komponen atau zat yang berpotensi berbahaya termasuk seng, timbal, nikel-basa, mangan, cadmium, perak dan

	merkuri, ketika kontak dengan komponen atau zat tersebut menyebabkan iritasi kulit dan mata.
Deterjen, pemutih klorin, peroksida, bahan kimia taman dan pestisida	Kontak dengan bahan kimia pada kulit dan mata adalah racun
Produk otomotif	Risiko yang terkait dengan produk otomotif seperti antibeku mencakup kebakaran, ledakan, dan efek racun
Cat, pelarut dan pengencer	Bersifat racun jika tertelan, terutama cat dan pernis lama yang mungkin mengandung berbagai macam pelarut organik yang mudah terbakar, berbahaya, beracun, dan karsinogenik
Tabung neon dan bola lampu hemat energi	Mengandung merkuri dalam jumlah kecil dan jika bola lampu rusak dapat dilepaskan dalam bentuk uap.

Sumber : Diankha., 2020

Iswanto dkk, (2016) dalam penelitian tentang timbulan limbah B3 rumah tangga dan potensi dampak kesehatan lingkungan di Kabupaten Sleman menemukan bahwa limbah B3 rumah tangga masih dikelola seperti layaknya sampah domestik sesuai pola yang dijalankan oleh pemerintah dan masyarakat yaitu dibakar, di buang ke Sungai, ditimbun di pekarangan, dibuang ke tempat pembuangan sampah illegal atau ke TPA, sehingga berpotensi menyebabkan pencemaran air, tanah, dan udara di lingkungan permukiman dan TPA. Limbah ditemukan di TPA adalah sampah eletronik sebesar 24,91%, lampu Listrik bekas 18,08%, dan baterai bekas 16,71% yang ketiga jenis limbah B3 mengandung berbagai unsur logam berat yang bersifat toksik, karsinogenik, akumulatif dapat secara langsung maupun tidak langsung masuk kedalam tubuh manusia melalui rantai makanan yang dapat mengakibatkan kerusakan berbagai organ tubuh pada masyarakat sekitar pembunagan, petugas sampah, pemulung, pengepul, pemanfaat, dan pelaku daur ulang limbah B3 rumah tangga. Jenis limbah B3 berdasarkan karakteristik dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 2.2** Potensi dampak berdasarkan karakteristik bahan yang terkandung di dalam limbah B3 rumah tangga

Jenis limbah B3 Rumah Tangga	Bahan Yang Terkandung	Karakteristik dan Dampak Kesehatan
Baterai	Logam berat : As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Zn, dan khusus aki mengandung asam sulfat	Beracun dan karsinogenik, kerusakan pada otak, sarag, ginjal, sistem reproduksi, paru-paru, peredaran darah, kelainan kulit dan kanker. Korosif dan reaktif menyebabkan iritasi (Kiddee dkk., 2013; Pucket dan Smith, 2002)
Lampu listrik	Hg, Pb, Cu, Zn, Ni	Karsinogenik dan neurotoksik : akut dan kronis (Galvin dan Dickey 2008)
Sampah eletronik	Sb, As, Ba, BFRs, PBBs, PBDEs, Cd, CFCs, PVC	Beracun, karsinogenik dan beracun : penyakit kulit, kanker paru, pembengkakan otak, otot lemah, kerusakan jantung, hati, limpa, otak,

Jenis limbah B3 Rumah Tangga	Bahan Yang Terkandung	Karakteristik dan Dampak Kesehatan
		janin, gangguan hormon, ginjal dan mata (Kiddee dkk., 2013)
Kemasan cat	Cd, Pb, Cr, Zn (pewarna), minyak distillate, mineral spirits, isobutyl propane	Mudah terbakar : solven Mudah meledak,: aerosol Beracun dan kronis Menyebabkan penyakit kronis (Galvin dan Dickey, 2008)
Kemasan pestisida	Piretroid (metofluthrin, pralethrin, d-alethrin); organofosfat, karbamat	Sangat beracun, mudah meledak (aerosol), akut dan kronis: menghambat enzim dan gangguan sistem saraf, kelainan wajah, pusing, sakit kepala, kelelahan dan muntah (Reigart dan Robert, 1999)
Sampah medis dan farmasi	Bahan kimia beracun, pathogen, benda tajam, Hg, obat kadaluarsa	Beracun (obat kadaluarsa dan thermometer) : akut dan kronis, keracunan. Infeksius (jarum suntik) : cidera, penularan penyakit, (Galvin dan Dickey, 2008; Oyewole dkk., 2014)
Kemasan bahan bakar	Bahan bakar gas, propane, minyak	Mudah meledak dan mudah terbakar : mengakibatkan ledakan dan kebakaran (Galvin dan Dickey, 2008)
Sampah produk perawatan diri dan kecantikan	Metilen klorida, asam nitrat, o-fenil fenol, propane, trikloroetana atau trikloroetilen, Pb, natrium atau peroksida hipoklorida	Beracun, mudah meledak dan mudah terbakar, reaktif : iritasi mata dan membrane mukosa. Larutan asam atau ammonia menghasilkan gas klorin : iritasi dan keracunan paru-paru (Anonim, 2000)
Sampah produk pemeliharaan rumah	Formaldehida, natrium, hipochorida, asam klorida, fenol, dietilen glikol,	Beracun, karsinogenik dan korosif : iritasi, luka bakar, kerusakan saluran pernafasan dan jantung, sistem saraf, ginjal, hati, dan mata. (Anonim, 2000)

Sumber : hasil penelitian, Iswanto.,dkk., 2016

Dalam penelitian Hariyanto (2014), dan Wardana dkk, (2015), tentang pengelolaan sampah di Kota Semarang menyatakan bahwa pengelolaan sampah rumah tangga dilakukan oleh pemilik rumah tangga kemudian sampah dimasukkan kedalam tong/bak sampah masing-masing rumah, selanjutnya diambil petugas menuju TPS menggunakan pengangkutan berupa mobil terbuka yang biasanya dikoordinir oleh kelurahan setempat, pengangkutan dari TPS ke TPA dilakukan oleh petugas dari Dinas Kebersihan Kota dengan angkutan truk, sehingga volume pengelolaan sampah yaitu 31% diangkut ke TPA, 53% dibakar atau ditimbun, 15% dibuang ke kali/selokan, dan 1,5% dibuat kompos.

Dalam penelitian Nurwanti dkk (2023) menemukan bahwa pengelolaan limbah B3 rumah tangga di Kecamatan Pontianak Kota Pontianak, penanganan belum dilakukan sesuai Peraturan karena umumnya masyarakat membuang limbah B3 rumah tangga bercampur dengan limbah non-B3 lainnya. Nursabrina dkk, (2021) dalam penelitiannya menyatakan bahwa limbah B3 menimbulkan risiko terhadap lingkungan dan kesehatan

manusia, dampak pada kesehatan dan merugikan masyarakat melalui dua cara yakni secara langsung melalui ledakan, kebakaran, reagen, zat korosif, dan secara tidak langsung melalui toksik akut dan kronis. Limbah B3 masuk ke lingkungan melalui media air, tanah, udara, dan biota yang mempengaruhi secara kontinyu dan tidak kontinyu, bertahap dan seketika, teratur dan tidak teratur meracuni organisme melalui rantai makanan. Bagian tubuh manusia sangat sensitif terhadap efek residu B3, seperti Ginjal dan jantung disebabkan zat beracun cadmium, Tulang disebabkan zat beracun benzene, Otak dan sistem syaraf disebabkan zat beracun methyl merkuri dan timbal, Liver disebabkan zat beracun karbon tetrachloride, Paru-paru disebabkan zat beracun paraquat, Mata disebabkan bahan beracun chloroquen.

**Table 2.3** Pengelompokkan limbah B3 rumah tangga berdasarkan sumbernya

No.	Sumber	Produk yang Berpotensi Menjadi Limbah B3
1	Kebutuhan di dapur	Pembersih alat makan, pembersih lantai, kompos gas, pembersih kaca, plastic, racun tikus, bubuk pembersih, pembuka sumbat saluran air kotor
2	Kebutuhan dalam kegiatan mencuci	Deterjen, pemutih, pembersih lantai, bahan pencelup, semir sepatu, pembersih karpet, pembuka sumbat, saluran air kotor
3	Kebutuhan di kamar mandi	Pembersih toilet, kamper, medicated shampoo, pembersih lantai dan kaca, hair spray, pewarna rambut, aerosol, desinfektan, pembuka sumbat saluran air kotor
4	Kebutuhan di kamar tidur	Pembersih lantai, aerosol, cat kuku dan pembersihnya, kamper, pembersih karpet, pembersih mebel, pembersih lantai, pembersih kaca, semir sepatu, obat anti nyamuk dan baterai
5	Garasi dan Gudang	Lem, pembunuh tikus, genteng asbes, oli, aki mobil, aki motor, minyak rem, car wax, pembersih karburator, cat dan thinner
6	Ruang tamu	Pembersih karpet, pengharum, pembersih meabel, pembersih kaca
7	Kebutuhan taman	Pupuk, insektisida
8	Makanan dan kosmetik	Obat kadaluarsa, kosmetik (merkuri)

Sumber : Hasil penelitian Hasan dkk., 2018

Pengelolaan limbah padat B3 di Jakarta Barat menggunakan pewadahan komunal yaitu pewadahan yang sudah terpilah, pewadahan individual untuk limbah campuran dan khusus per rumah. Tempat penyimpanan adalah TPS limbah B3 skala kecamatan dengan kapasitas 60m<sup>3</sup>, dan TPS limbah B3 skala kota kapasitas 200m<sup>3</sup>. Sedangkan pola pengangkutan skala kecamatan dan TPS 3R yang digunakan sebagai titik pengumpulan limbah padat B3 dilakukan selama 1 minggu sekali dengan alat angkut truk box kapasitas 9 m<sup>3</sup> dan pengangkutan selama 1 tahun sekali menggunakan alat angkut truk box kapasitas 25 m<sup>3</sup> (Wadianto, 2023).

Kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 rumah tangga di Kota Makassar (Idil (2015), dideskripsikan sebagai berikut :

#### 1. Sumber Limbah B3

Limbah B3 di sumber rumah tangga belum terpilah, disimpan dalam wadan masing-masing rumah dan bercampur dengan limbah non-B3. Pemilahan dilakukan oleh

pemulung di kontainer dengan memisahkan limbah-limbah yang masih memiliki manfaat dan nilai ekonomi seperti limbah B3 kemasan plastik HDPE, PVC, PC, PP, dan PETG yang masuk dalam kategori plastik BLOW (bahan baku daur ulang mesin Blow molding) serta kemasan dari kaleng – kalengan, seperti aerosol, baterai, aki dan lampu yang masih menghasilkan uang jika dijual ke supplier limbah B3.

## 2. Pengangkutan Limbah B3

Pengangkutan limbah B3 sumber rumah tangga dilakukan bercampur dengan limbah rumah lainnya dengan alat angkut berupa gerobak motor oleh petugas kebersihan dari kelurahan menuju ke TPS kontainer. Selanjutnya dari TPS kontainer di kelurahan diangkut ke tempat penampungan sementara sampah B3 kota menggunakan truk tertutup ke pemrosesan akhir.

## 3. Pemanfaatan Limbah B3

Pemanfaatan limbah B3 rumah tangga melalui penggunaan kembali, daur ulang, dan perolehan kembali untuk mengubah limbah B3 menjadi produk yang dapat digunakan. Upaya pemanfaatan limbah B3 rumah tangga dapat dilakukan dengan :

- memanfaatkan limbah kemasan produk B3 yang masih bisa digunakan kembali seperti kemasan berbentuk wadah kaleng cat, botol oli, dan botol produk pembersih dari plastik.
- mendaur ulang limbah B3 seperti kemasan plastik deterjen, pencuci piring, pewangi pakaian, shampoo, dan sabun mandi untuk digunakan bahan baku produk kerajinan.
- memanfaatkan bagian khusus dari limbah B3 untuk diolah seperti limbah baterai, barang-barang elektronik, dan lampu.
- limbah infeksius seperti pospak dan pembalut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk dan media tanam.
- Mengganti kemasan aerosol menjadi semprotan tipe pompa, menggunakan produk yang mengandung limbah B3 dalam jumlah yang tidak berlebihan.

## 4. Pengolahan Limbah B3

Pengolahan masih dibuang bercampur dengan sampah rumah tangga lainnya di TPS kontainer kelurahan kemudian diangkut dan dibawa ke TPA Tamangapa, namun sebelum dibawa ke TPA jumlah limbah B3 sudah direduksi oleh pemulung setempat (Idil, 2015). Dalam Hardianto (2023), limbah B3 rumah tangga dikumpulkan dan diangkut bercampur limbah non-B3 menuju TPS 3R, selanjutnya akan dilakukan pemisahan lebih lanjut di TPST B3 sektor kecamatan. Material limbah B3 yang masih memiliki nilai manfaat akan diproses dengan daur ulang, sedangkan material limbah B3 rumah tangga yang sudah tidak dapat dimanfaatkan dalam proses daur ulang akan dikirim ke industri pengolah limbah B3 (PPLI) melalui Perusahaan jasa pengiriman limbah B3 dan terdapat pengolahan menggunakan insinerasi kecuali untuk jenis kaleng bertekan, bohlam dan baterai untuk pengolahan lanjutan.

## 5. Penimbunan Akhir Limbah B3

Penimbunan limbah B3 masih menerapkan penimbunan akhir di TPA yakni TPA Tamangapa. Limbah B3 sumber rumah tangga dari TPS dibawa ke TPA dalam kondisi bercampur dengan limbah domestik lainnya, selanjutnya dilakukan

pemilahan oleh pemulung setempat untuk mereduksi jumlah limbah B3 yang masih memiliki nilai ekonomi untuk dijual.

Nursabrina et al, (2021) dalam penelitian tentang manajemen risiko Perusahaan pengelola limbah B3 sesuai standar AS/NZS 4360;2004 menggunakan metode *HIRA* meliputi identifikasi risiko mengacu pada kondisi yang ada, penilaian risiko menggunakan matriks penilaian risiko (konsekuensi x kemungkinan), dan evaluasi risiko dengan melihat risiko tertinggi yang ada, menemukan 18 risiko, dengan nilai risiko tertinggi adalah risiko kebakaran pada tempat penyimpanan limbah B3 akibat reaksi terhadap penyimpanan limbah B3, sedangkan risiko terendah adalah risiko tergulingnya forklift pada saat melakukan pergerakan drum yang berisi limbah B3, namun dapat diatasi dengan pengelolaan risiko, pengetahuan pengawasan dan pengendalian untuk menurunkan nilai risiko serendah-rendahnya.

Berdasarkan penelitian Sulaiman dan Saputra (2019) tentang rancangan penilaian risiko limbah B3 dengan pendekatan *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA) dirancang untuk analisis risiko limbah B3, menggunakan diagram pareto untuk melakukan prioritas sumber risiko dan perancangan mitigasi risiko dengan *process decision program chart* (PDPC), hasil identifikasi jenis limbah B3 kategori tinggi adalah slag sebesar 44 dan pelumas bekas karena faktor tingginya kandungan logam sulfida pada scrap yang digunakan dan rendahnya perawatan. Sehingga rancangan mitigasi risiko diusulkan untuk pemeliharaan scrap, pergantian oli yang digunakan.

Dalam penelitian Riana (2021) tentang strategi mitigasi yang berkelanjutan untuk mengurangi dampak risiko pada pengelolaan sampah bahwa strategi mitigasi yang telah diusulkan dilakukan pengukuran tingkat keberlanjutan masing-masing strategi untuk mengetahui status keberlanjutan menggunakan *Method Successive Interval* (MSI), hasilnya ditemukan 3 strategi yang statusnya sangat berkelanjutan, 10 strategi yang statusnya cukup berkelanjutan, dan 3 strategi kurang berkelanjutan.

## **2.2 Kajian Deduktif (Kajian Pustaka)**

### **2.2.1 Limbah B3 Rumah Tangga**

Berdasarkan SNI 19-2454-2002, limbah B3 rumah tangga adalah limbah yang berasal dari aktivitas rumah tangga, mengandung bahan dan atau bekas kemasan suatu jenis bahan berbahaya dan/atau beracun, karena sifat atau konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak dan atau mencemarkan lingkungan hidup dan atau membahayakan kesehatan manusia.

Limbah B3 rumah tangga adalah hasil aktif kegiatan sehari-hari manusia sehingga dapat membawa dampak yang sangat berbahaya, baik dalam jangka pendek maupun jangka Panjang bagi manusia sendiri, hewan, tanaman maupun lingkungan (Kemenlh). Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup bahwa Limbah B3 rumah tangga dapat berasal dari :

1. Dapur : pembersih saluran air, soda kaustik, semir, gas elpiji, minyak tanah, asam cuka, kaporit atau desinfektan, spiritus/alcohol, deterjen.
2. Kamar mandi atau tempat cucian : cairan setelah mencukur, obat-obatan, shampoo, sabun mandi, pembersih toilet, desinfektan.
3. Kamar tidur : parfum, kosmetik, kamfer, obat-obatan, hairspray, airfreshner, pembunuh nyamuk.

4. Ruang keluarga : korek api, alcohol, baterai, cairan pembersih lantai
5. Garasi/taman : pestisida dan insektisida, pupuk, cat dan solven/pengencer, perekat, oli mobil, aki bekas.

Limbah B3 rumah tangga dikelompokkan berdasarkan jenis aktivitas rumah tangga, yaitu bahan dan/atau bekas kemasan produk dari (Idil, M., 2015) :

1. Aktivitas dapur atau tempat cuci : dapat berupa pembersih lantai, pengkilat logam, dan pembersih oven.
2. Aktivitas kamar mandi : berupa pembersih kamar mandi, pembersih toilet, dan obat kadaluarsa.
3. Aktivitas garasi dan pembengkelan : seperti baterai, pembersih badan mobil dan berbagai macam cat untuk mobil.
4. Aktivitas kamar atau ruangan di dalam rumah : seperti cairan untuk mengkilapkan mebel, cairan penghilang karat dan pengencer cat.
5. Aktifitas pertamanan, seperti cairan pembunuh jamur, cairan pembunuh gulma dan racun tikus.

Limbah rumah tangga menjadi salah satu sumber penghasil limbah B3, namun tidak banyak yang mengetahui bahwa produk rumah tangga dikategorikan sebagai limbah B3 apabila masa pakainya telah habis. Produk rumah tangga tersebut mengandung bahan kimia yang dapat saling bereaksi seperti pada pemutih pakaian, pembersih lantai, kaleng bertekanan (aerosol), baterai, aki, lampu, serta produk rumah tangga lainnya. (Fitranto, diakses 28 Juli 2024).

### **2.2.2 Klasifikasi dan Karakteristik Limbah B3 Rumah Tangga**

Limbah B3 berdasarkan kategori bahaya sesuai PP 22 tahun 2021 :

1. Limbah B3 kategori 1 dimana memiliki dampak akut dan langsung terhadap manusia (karakteristik mudah meledak, mudah menyala, reaktif, infeksius, dan korosif).
2. Limbah B3 kategori 2 dimana memiliki efek tunda, berdampak tidak langsung (karakteristik beracun).

Limbah B3 rumah tangga dapat menimbulkan bahaya jika bercampur satu dengan yang lain, seperti timbulnya :

1. Gas toksik, bila pembersih mengandung senyawa ammonia bercampur dengan pengelantang mengandung khlor.
2. Ledakan, bila tabung sisa bahan yang digunakan melalui penyemprotan terbakar di bak sampah.

Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 bahwa karakteristik limbah B3 adalah sebagai berikut :

1. Mudah meledak : dapat meledak dengan mudah jika terkena panas, tekanan atau kejutan. Sangat berbahaya karena dapat menyebabkan kebakaran atau ledakan yang dapat membahayakan nyawa dan properti.
2. Mudah menyala atau terbakar : mengandung bahan kimia yang mudah terbakar atau meledak jika terkena sumber api atau suhu tinggi. Harus dikelola dengan hati – hati agar tidak menyebabkan kebakaran atau ledakan.
3. Reaktif : limbah yang mengandung bahan kimia yang dapat bereaksi dengan bahan lain secara tidak terduga, sehingga menyebabkan ledakan atau pelepasan gas berbahaya.

4. Infeksius : limbah yang dapat mengandung mikroorganisme yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Dapat menyebabkan penyebaran penyakit dan kerusakan lingkungan.
5. Korosif : bersifat merusak dan mengikis bahan yang terkena jika bersentuhan langsung dengan kulit atau bahan lainnya. Bahan kimia yang korosif menyebabkan luka bakar pada kulit, mata, dan saluran pernapasan.
6. Beracun : limbah B3 dengan karakteristik beracun paling umum. Dapat menyebabkan keracunan jika terpapar dalam jumlah yang cukup tinggi. Juga dapat mencemari lingkungan dan merusak ekosistem.

Daftar produk limbah B3 rumah tangga berdasarkan karakteristiknya pada tabel berikut :

**Table 2.4** Daftar produk limbah B3 rumah tangga berdasarkan karakteristiknya

No.	Produk	Karakteristik
1.	Macam – macam pembersih	
	▪ Bubuk penggosok abrasive	Korosif
	▪ Aerosol	Mudah terbakar
	▪ Pembersih yang mengandung senyawa ammonia dan turunannya	Korosif a
	▪ Pemutih dari klorin	Korosif b
	▪ Pembuka sumbat saluran air kotor	Korosif
	▪ Pengkilap meuble	Mudah terbakar
	▪ Pembersih gelas	Menimbulkan iritasi
	▪ Produk/obat kadaluarsa	Berbahaya beracun
	▪ Pembersih oven	Korosif
	▪ Pengkilap sepatu	Mudah terbakar
	▪ Pengkilap perak	Mudah terbakar
	▪ Penghilang noda	Mudah terbakar
	▪ Pembersih toilet / kamar mandi	Korosif
	▪ Pembersih karpet dan kain kursi	Korosif dan atau mudah terbakar
2	Produk perawatan pribadi	
	▪ Minyak rambut	Beracun
	▪ Sampo obat	Beracun
	▪ Penghilang cat kuku	Beracun, mudah terbakar
	▪ Alkohol gosok	Beracun
3	Produk otomotif	
	▪ Zat anti beku	Beracun
	▪ Minyak rem dan transmisi	Mudah terbakar
	▪ Aki mobil	Korosif
	▪ Minyak diesel	Mudah terbakar
	▪ Minyak tanah	Mudah terbakar
	▪ Bensin	Mudah terbakar, beracun
	▪ Oli bekas	Mudah terbakar
4	Produk cat	
	▪ Cat enamel, cat minyak (kayu, besi), cat latex, cat air (tembok)	Mudah terbakar
	▪ Pelarut dan thinner cat	Mudah terbakar
5	Produk lain-lain	

No.	Produk	Karakteristik
	▪ Baterai	Korosif
	▪ Bola lampu	Beracun
6	Pestisida, insektisida bahan kimia untuk keperluan fotografi, bahan kimia untuk perawatan kolam, pupuk kimia dll	Beracun, beberapa mudah terbakar dan korosif

Sumber : SNI-19-2454-2002

Ket :

- pencampuran produk yang mengandung klorin akan menghasilkan gas yang mematikan
- dicampur dengan pembersih kamar mandi

### 2.2.3 Potensi Dampak Limbah B3

Limbah B3 memiliki potensi risiko dan dampak terhadap Lingkungan Hidup, kesehatan manusia dan dampak ekonomi (Suhartawan, 2023).

#### 1. Dampak Limbah B3 pada Kesehatan Manusia

Dampak limbah B3 terhadap kesehatan dapat terjadi melalui dua cara yakni secara langsung jika manusia terkontaminasi langsung dengan limbah B3 akibat ledakan, kebakaran, reagen dan zat korosif dan secara tidak langsung jika terkontaminasi melalui vector lain.

Dampak limbah B3 terhadap kesehatan :

- Logam Cd (cadmium), logam beracun dapat merusak ginjal dan jantung.
- Zat beracun benzene menyebabkan kerusakan pada tulang
- Methyl merkuri dan timbal menyebabkan kerusakan sistem saraf dan otak
- Karbon tetraklorida ( $CCl_4$ ), zat beracun menyebabkan liver
- Zat beracun paraquat menyebabkan kerusakan hati, paru-paru, ginjal dan kematian
- Cloroquine merupakan zat beracun yang dapat merusak mata, sakit kepala, diare, sakit perut, gangguan lambung, dan kehilangan nafsu makan, gatal-gatal dan rambut rontok.

#### 2. Dampak Limbah B3 pada Lingkungan

Pencemaran limbah B3 menjadi salah satu masalah lingkungan yang memerlukan perhatian serius. Dampak dari pencemaran limbah B3 dapat merusak ekosistem, mengganggu keseimbangan ekologi, dan membahayakan kesehatan manusia. Beberapa dampak dari pencemaran limbah B3 oleh Yuniarti (2023) dalam Suhartawan dkk (2023):

- Pencemaran udara :

Beberapa limbah B3 menguap ke udara dan menyebabkan pencemaran udara. Gas beracun yang dihasilkan dapat mengiritasi saluran pernapasan, menyebabkan penyakit pernapasan, dan bahkan dapat bersifat karsinogenik. Pencemaran udara dapat menyebabkan asap beracun, kabut asam, atau fenomenapolutasi udara yang berdampak buruk pada kualitas udara dan mengganggu ekosistem.

- Pencemaran air :

Limbah B3 yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari sumber air seperti Sungai, danau, atau laut. Bahan kimia berbahaya dalam limbah B3 dapat

mengubah kualitas air, mengganggu kehidupan akuatik, dan mempengaruhi organisme air, termasuk hewan dan tumbuhan air. Juga berdampak buruk pada kesehatan manusia jika air yang terkontaminasi digunakan untuk minum, mandi, dan irigasi.

c. Pencemaran tanah :

Limbah B3 yang dibuang secara tidak tepat dapat mencemari tanah. Zat-zat beracun dalam limbah B3 dapat meresap ke dalam tanah dan mencapai sistem air tanah, mengancam sumber air minum yang penting. Pencemaran tanah juga dapat mengganggu kehidupan mikroba tanah dan mengurangi kesuburan tanah, sehingga berdampak pada pertanian dan ekosistem daratan.

d. Dampak terhadap keanekaragaman hayati :

Organisme yang terpapar limbah B3 berpotensi mengalami kerusakan genetik, mutase, atau bahkan kematian. Hal ini dapat mengganggu rantai makanan dan mengganggu ekosistem secara keseluruhan.

Pencemaran yang terjadi pada media air, udara dan tanah merupakan satu kesatuan lingkungan dan saling mempengaruhi. Demikian juga dampaknya terhadap manusia, hewan, dan tumbuhan dapat terjadi secara komprehensif dan saling mempengaruhi.

Dampak pencemaran lingkungan akibat adanya limbah domestik yang masuk :

a. Terganggunya keseimbangan lingkungan

Keseimbangan lingkungan atau ekosistem akan terganggu jika terjadi pencemaran lingkungan. hal ini timbul karena telah terjadi perubahan tatanan atau keadaan lingkungan yang semakin tidak teratur dan semakin tidak seimbang atau rusak, keadaan ini memaksa semua individu yang ada harus menyesuaikan menuju keseimbangan.

Punahnya spesies tertentu dapat mengubah perilaku dan pola interaksi dalam ekosistem, rantai makanan, jaring-jaring makanan dan aliran energi dalam ekosistem tersebut. Akibatnya keseimbangan lingkungan, daur materi, dan daur biogeokimia ikut terganggu.

b. Berkurangnya kesuburan tanah

Penggunaan insektisida yang berlebihan akan memicu terjadinya pencemaran tanah yang ditandai dengan terjadinya penurunan kesuburan tanah. Selain itu penggunaan pupuk secara terus menerus menyebabkan tingkat keasaman tanah semakin tinggi dan sudah baran tentu berpengaruh terhadap kerusakan tanah. Penyemprotan bahan kimia seperti jenis organoklor oleh petani dapat merusak lingkungan tanah, terutama bahan kimia tersebut peka terhadap matahari dan sulit terurai. Pestisida yang jatuh ke tanah dapat mematikan organisme yang dapat menyuburkan tanah dan akibatnya tanah menjadi tidak subur.

Kerusakan tanah dapat juga disebabkan oleh kemerosotan struktur tanah (pemadatan dan erosi) dan pemanfaatan tanah berlebihan. Degradasi tanah dikarenakan oleh adanya pembukaan lahan dan penebangan kayu berlebihan, penggembalaan secara berlebihan dan aktifitas pertanian dalam penggunaan pupuk dan pestisida berlebihan.

c. Punahnya berbagai spesies

Berbagai spesies hewan memiliki ketahanan yang berbeda. Ada yang peka dan ada pula yang tahan terhadap perubahan kerusakan lingkungan. hewan muda dan larva

sangat peka terhadap perubahan lingkungan dan adanya bahan pencemar. Sekalipun hewan dewasa mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan tentu ada ambang batasnya dan jika ambang batas terlampaui maka terjadi kematian. Demikian juga yang dialami spesies tumbuhan, untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya harus menyesuaikan dengan perubahan lingkungan. tumbuhan yang rentan terhadap perubahan lingkungan akan mati.

d. Terjadinya peledakan hama

Penggunaan pestisida berdampak matinya predator. Jika predator punah maka serangga dan hama akan berkembang dengan pesat tanpa kendali dan terjadilah peledakan hama.

e. Terjadinya lubang ozon

Ozon ( $O_3$ ) merupakan gas yang terdapat di atmosfer bumi. Sebanyak 99% radiasi matahari ditahan oleh lapisan ozon dan sisanya 1% diteruskan sampai ke bumi. Hal ini menyebabkan radiasi ultraviolet sinar matahari di bumi tidak berbahaya bagi makhluk hidup di bumi. Penggunaan Bahan Perusak Ozon (BPO) seperti klorofluorokarbon (CFC) dan hidroklorofluoro karbon (HCFC) merupakan pemicu penipisan ozon. Keduanya bisa digunakan sebagai pendingin (refrigerant) pada lemari es dan AC, bahan dorong (aerosol) pada kaleng semprot pengharum ruangan, peralatan kosmetik, cat semprot, semprot nyamuk dan lain-lain. Zat ini dapat bertahan dalam bentuk gas dan terakumulasi dalam jumlah besar melayang ke atmosfer. Oleh sinar ultraviolet diuraikan menjadi atom klor yang aktif. Atom klor ini selanjutnya bereaksi dengan ozon dan melepaskan oksigen yang labil.

Dampak selanjutnya adalah terjadi penipisan ozon. Penipisan ozon juga dapat disebabkan oleh meningkatnya produksi karbon monoksida (CO) hasil pembakaran tidak sempurna kendaraan bermotor dan industry.

Semakin tipisnya lapisan ozon di atmosfer berdampak berkurangnya filter sinar ultraviolet matahari ke bumi. Bahkan hasil penelitian tahun 1980-1991 didapatkan lubang ozon hampir seluas benua Australia. Keadaan ini menyebabkan semakin mudanya sinar ultraviolet matahari masuk ke bumi dan sudah tentu membahayakan kehidupan di bumi.

Penyebab penipisan ozon adalah penggunaan Halon jenis bromo clorodifluoro methane ( $CF_2BrCl$ ) pada pemadam kebakaran, Karbon tetraklorida ( $CCl_4$ ) dan Methyl Chloroform ( $CH_3CCl_3$ ) sebagai bahan pelarut, pembersih bahan pemadam kebakaran dan pendingin. Methyl Bromida ( $CH_3Br$ ) sebagai pestisida, bahan fumigant dalam pergudangan dan karantina pertanian.

f. Terjadinya pemekatan hayati

Pemekatan hayati adalah peningkatan kadar/kandungan zat pencemar/polutan melalui tubuh makhluk hidup. Merkuri (Hg) merupakan logam berat yang dihasilkan dari limbah pabrik dapat mencemari air laut. Kandungan merkuri dalam air laut dapat mengendap dalam tubuh ikan kecil, kandungan merkuri pada hewan pemakan ikan kecil semakin tinggi. Jika ikan tersebut dikonsumsi manusia maka logam merkuri akan terakumulasi dalam tubuh manusia dan berakibat terjadinya gangguan kesehatan.

Kadar merkuri yang tinggi dalam tubuh manusia dapat merusak sistem syaraf dan gangguan fungsi otak sehingga dapat menurunkan daya pikir. Terpaparnya merkuri

bagi ibu hamil akan menyebabkan rentan terhadap janin dan bisa berakibat cacat lahir. Tanda – tanda seseorang telah terjadi gangguan akibat terkontaminasi merkuri adalah otot lemah, gangguan syaraf, kesemutan, mati rasa, lumpuh dan kehilangan fungsi panca indra serta kerusakan paru-paru.

g. Timbulnya keracunan dan penyakit

B3 merupakan bahan atau senyawa baik padat, cair, ataupun gas berpotensi bersifat racun bagi manusia. Banyak orang meninggal akibat keracunan limbah B3, contoh kasus Minamata. Limbah lain yang mudah menyebabkan penyakit adalah timbulan limbah yang tidak dikelola dengan baik. Limbah yang dibuang sembarangan dan dibiarkan bisa menyebabkan datangnya berbagai bakteri, virus dan parasite yang dapat membawa penyakit bagi manusia. Beberapa penyakit yang merupakan dampak limbah terutama terutama sampah adalah penyakit demam berdarah, sakit perut (muntaber), penyakit jamur kulit.

### 3. Dampak Limbah B3 Pada Ekonomi

Dampak pembuangan limbah B3 yang tidak sesuai aturan yang berlaku telah merugikan kita sendiri dan lingkungan, serta merugikan dari segi ekonomi dalam jumlah yang besar. Secara spesifik, kerugian ini meliputi dua jenis, yang pertama adalah total kehilangan pendapatan, jasa air, dan penurunan kualitas udara. Sektor lain yang dirugikan adalah sektor pertanian, perkebunan, peternakan, perikanan, dan kesehatan. Yang kedua adalah pencemaran lahan sekian hektar yang memiliki estimasi biaya remediasi cukup besar.

Potensi dampak negatif penanganan yang dijalankan oleh penjamah limbah B3 rumah tangga belum memperhatikan aspek kesehatan dan keselamatan kerja seperti yang dikemukakan oleh Iswanto (2016) sebagai berikut.

- a. Kegiatan menyimpan limbah B3 benda tajam (jarum suntik dan pecahan lampu listrik) masih bercampur dengan sampah domestik tanpa kemasan pelindung (*safety box*), sehingga dapat menyebabkan cedera, keracunan dan penularan penyakit bagi petugas sampah
- b. Perilaku pemulung dan pengepul dalam memilah dan mengambil komponen limbah B3 rumah tangga yang berharga tanpa menggunakan sarung tangan, masker dan sarana yang memadai sehingga berpotensi cedera, dan terpapar zat-zat berbahaya dan beracun.
- c. Masyarakat membakar limbah B3 rumah tangga secara terbuka Bersama limbah domestic, sehingga berpotensi menghasilkan gas beracun berupa asam klorida (HCl), logam berat, CO dan partikulat lainnya. HCl menyebabkan penumpukan cairan di paru-paru dan ulserasi pada saluran pernapasan, formaldehid mengakibatkan mata berair, sensasi terbakar di mata dan tenggorokan, mual, kesulitan bernafas, ruam kulit dan kanker. Dioksin merupakan senyawa yang sangat beracun, bersifat karsinogenik dan menyebabkan gangguan hormon, dapat masuk ke janin, dan terakumulasi pada tanaman, Binatang, dan manusia.
- d. Pembakaran, pembuangan atau penimbunan limbah B3 rumah tangga yang mengandung logam berat bercampur dengan limbah domestic baik disekitar permukiman ataupun TPA dapat mengganggu kesehatan masyarakat seperti yang terjadi di China, India dan Ghana (Kiddee dkk, 2013). Anak-anak yang tinggal disekitar atau dekat area daur ulang limbah elektronik di China memiliki kadar Pb dan

- Cd yang tinggi dalam darahnya (Huo dkk., 2007; Zheng dkk., 2008). Kadar polybrominated biphenyls (PBB), Polybrominated diphenyl ethers (PBD), Pylchlorinated biphenyls (PCB), Cu, dan Pb pada rambut dan kulit kepala juga tinggi dibandingkan dengan orang yang tinggal di luar area (Zhao dkk., 2008, Wang dkk., 2009). Kadar Fe, Sb, Pb pada urine pekerja daur ulang limbah elektronik di Ghana lebih tinggi disbanding bukan pekerja (Asante dkk., 2012).
- e. Logam berat yang bercampur dengan limbah organik dalam jangka waktu tertentu akan mengalami *leaching* dan menghasilkan lindi (*leachate*) yang mengandung logam berat sehingga dapat mencemari tanah atau air dan selanjutnya masuk rantai makanan ke tanaman, Binatang, dan akhirnya ke dalam tubuh manusia (Olafisoye dkk., 2013).
  - f. TPA sebagai tempat pembuangan limbah termasuk limbah B3 rumah tangga secara umum mengandung berbagai unsur logam berat, senyawa alifatik terhalogenasi, hidrokarbon aromatic, senyawa fenolik dan pestisida di dalam lindi (Christensen dkk., 2001; Kjeldsen dkk., 2002; Isidori dkk., 2003). Keberadaan zat pencemar dalam lindi TPA dari limbah B3 rumah tangga berpotensi mencemari lingkungan pada air dan tanah dan membahayakan kesehatan masyarakat sekitar TPA.

#### **2.2.4 Pengelolaan Limbah B3 Rumah Tangga**

Sesuai Permen LHK No. 6 Tahun 2021 tentang Tata cara dan persyaratan pengelolaan limbah B3 meliputi kegiatan pengurangan limbah B3, penyimpanan limbah B3, pengumpulan limbah B3, pengangkutan limbah B3, pemanfaatan limbah B3, pengolahan limbah B3, dan penimbunan limbah B3. Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan kegiatan pengelolaan limbah B3 yang dihasilkannya, apabila tidak mampu melakukan sendiri, maka dapat diserahkan ke pihak lain yang memiliki rekomendasi dan perizinan dibidangnya. Sedangkan kegiatan pelaporan limbah B3 dilakukan bagi setiap orang yang melakukan kegiatan pengelolaan limbah B3 lanjutan sesuai neraca limbah B3. Namun kegiatan pengelolaan limbah B3 sumber rumah tangga dengan menyesuaikan Permen LHK No. 6 tahun 2021 meliputi kegiatan pengurangan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan dan penimbunan akhir, dapat dilihat dalam deskripsi masing – masing kegiatan sebagai berikut:

##### **1. Pengurangan Limbah B3**

Kegiatan pengurangan limbah B3 sumber rumah tangga dapat dilakukan melalui substitusi bahan dan modifikasi proses ataupun teknologi lain yang ramah lingkungan. Substitusi bahan dapat dilakukan oleh masyarakat melalui pengurangan penggunaan produk rumah tangga yang mengandung B3 dan berpotensi menimbulkan limbah B3. Sedangkan modifikasi proses dapat dilakukan melalui pemilahan limbah B3 dengan limbah non-B3 yaitu limbah organik dan anorganik tidak boleh dicampur dengan limbah B3.

Salah satu komponen penting dalam pembangunan berkelanjutan dan berwawasan lingkungan hidup dapat berjalan adalah diberlakukannya peraturan perundangan lingkungan hidup sebagai dasar dalam menjaga kualitas lingkungan, sehingga hak dan kewajiban serta kewenangan dalam pengelolaan limbah B3 oleh setiap orang, badan usaha, maupun organisasi masyarakat dijaga dan dilindungi oleh hukum (Setiyono, 2001 dalam Putra 2019). Menurut Pratiwi dalam Putra, (2019)

bahwa perlu dibentuk program khusus kegiatan pengurangan limbah B3, kebijakan dan standar operasional (SOP) sebagai upaya pengurangan limbah B3. Selanjutnya sosialisasi tentang limbah B3 kepada masyarakat dan pihak-pihak yang menjadi sumber limbah B3 rumah tangga sebagai langkah preventif.

## 2. Pengangkutan limbah B3

Pengangkutan wajib dilakukan oleh pengangkut limbah B3 yang memiliki perizinan berusaha di bidang pengangkutan limbah B3. Kegiatan pengangkutan wajib memenuhi ketentuan tentang spesifikasi alat angkut limbah B3, pengangkut memiliki rekomendasi dan perizinan berusaha di bidang pengangkutan limbah B3 serta fisionik pengangkutan yang berisi data limbah B3 yang diangkut. Pengangkutan limbah B3 dari rumah tangga dilakukan untuk memindahkan limbah B3 dari penghasil ke pemanfaat dan/atau pengumpul dan/atau pengolah termasuk ke penimbunan akhir.

## 3. Pemanfaatan Limbah B3

Pemanfaatan limbah B3 dapat dilakukan sebagai substitusi bahan baku, sebagai sumber energi, sebagai bahan baku dan atau pemanfaatan limbah B3 dengan teknologi yang ramah lingkungan. Kegiatan substitusi bahan baku dilakukan dengan penggunaan kembali limbah B3 yang memiliki sifat dan/atau fungsi yang sama dengan bahan yang digantikan dan memiliki standar lingkungan hidup. Pemanfaatan limbah B3 sebagai substitusi sumber energi apabila limbah B3 dibakar menghasilkan panas dan energi. Kegiatan pemanfaatan limbah B3 sebagai bahan baku dapat dilakukan dengan memanfaatkan limbah B3 yang memiliki sifat dan/atau fungsi yang sama sebagai bahan baku. Penggunaan kembali limbah yang dihasilkan, daur ulang, dan/atau perolehan kembali yang bertujuan untuk mengubah limbah B3 menjadi produk yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan baku, bahan penolong, dan/atau bahan bakar yang aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Penggunaan kembali limbah B3 berupa kemasan bekas untuk mengemas limbah B3 dengan karakteristik yang sama, minyak pelumas bekas sebagai bahan pelumasan untuk keperluan pemeliharaan.

## 4. Pengolahan limbah B3

Kegiatan pengolahan limbah B3 sumber rumah tangga dapat dilakukan dengan cara termal, stabilisasi dan solidifikasi, dan atau cara lain seperti pencucian kemasan bekas limbah B3 yang lebih ramah lingkungan dengan maksud mengurangi dan/atau menghilangkan sifat bahan dan/atau sifat racun dengan ketentuan masing-masing pengolahan limbah B3.

## 5. Penimbunan limbah B3

Penimbunan limbah B3 sumber rumah tangga dapat dilakukan pada fasilitas penimbunan akhir dengan memperhatikan persyaratan fasilitas, lokasi, tata cara penimbunan, dan penetapan penghentian penimbunan limbah B3. Penimbunan adalah kegiatan menempatkan limbah B3 pada fasilitas penimbunan dengan maksud tidak membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan hidup.

### 2.2.5 Risiko

Risiko adalah ketidakpastian yang berdampak pada sasaran. Dimana dampak (effect) adalah penyimpangan dari sasaran yang tidak diharapkan. Sasaran (objective) yang

akan kita capai dan menjadi jangkar dari definisi risiko yang diinginkan. Risiko dinyatakan dalam ungkapan sumber risiko, peristiwa yang akan terjadi, dampak peristiwa, dan kemungkinan terjadinya peristiwa tersebut. Ketidakpastian adalah kurangnya informasi terkait peristiwa (event), seberapa besar tingkat kemungkinan terjadinya, dan berapa besar dampaknya (effect) pada sasaran (ISO 31000, 2018). Risiko adalah sesuatu yang berpeluang untuk terjadinya kematian, kerusakan, atau sakit yang diakibatkan oleh adanya bahaya (Rachman., 2018).

Risiko pada umumnya dianggap sebagai hal yang negatif, seperti kerugian, bahaya, dan konsekuensi lainnya. Bentuk kerugian merupakan bentuk ketidakpastian yang seharusnya dipahami dan dikelola dengan baik oleh organisasi sebagai bagian dari strategi meningkatkan nilai tambah dan mendukung tercapainya suatu tujuan (Misra dkk., 2020). Risiko erat kaitannya dengan kemungkinan terjadinya akibat (kerugian) yang tidak diinginkan, dimana kemungkinan menunjukkan adanya ketidakpastian yang menyebabkan suatu kondisi munculnya suatu risiko. Sumber – sumber resiko menurut (Darmawi., 2000) sebagai berikut :

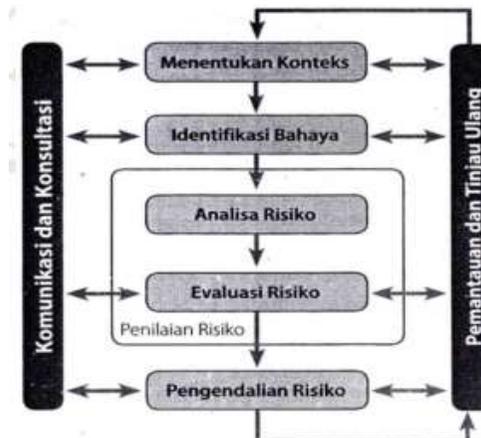
- Sumber risiko sosial  
Bersumber dari masyarakat artinya kegiatan orang - orang dapat menciptakan kejadian sehingga menyebabkan kerugian tidak sesuai harapan.
- Sumber risiko fisik  
Dapat bersal dari alam maupun aktivitas manusia. Contoh terjadinya kebakaran akibat dari kelalaian manusia maupun dari alam seperti terjadinya petir.
- Sumber risiko ekonomi  
Suatu organisasi menghadapi banyak risiko bersifat ekonomi

Sedangkan Misra dkk., (2020) menyebutkan bahwa sumber – sumber penyebab risiko adalah sebagai berikut :

1. Risiko internal, adalah risiko yang berasal dari dalam organisasi atau Perusahaan sendiri.
2. Risiko eksternal, adalah risiko yang berasal dari luar lingkungan Perusahaan.
3. Risiko keuangan, yaitu risiko yang disebabkan oleh faktor ekonomi dan keuangan, misalnya perubahan harga, tingkat bunga, dan mata uang.
4. Risiko operasional, yaitu semua risiko yang tidak termasuk risiko keuangan. Risiko operasional disebabkan oleh faktor-faktor manusia, lingkungan, dan teknologi.

### **2.2.6 Manajemen Risiko**

Manajemen risiko dalam sebuah organisasi adalah organisasi yang dapat menerapkan metode pengendalian risiko apapun sejauh metode tersebut mampu mengidentifikasi, mengevaluasi, memilih prioritas, dan mengendalikan risiko dengan melakukan pendekatan jangka pendek dan jangka panjang. Proses manajemen risiko berdasarkan AS/NZS 4360:2004 adalah menentukan konteks, melakukan identifikasi risiko, penilaian risiko, pengendalian risiko, komunikasi dan konsultasi, pemantauan dan tinjauan ulang (Rachman, 2018) pada gambar berikut.



**Gambar 2.1** Proses manajemen risiko (AS/NZS 4360, 2004)

*Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)* adalah salah satu metode hazard analysis atau teknik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya berdasarkan suatu kegiatan dengan mendefinisikan karakteristik bahaya yang mungkin terjadi dan penilaian risiko untuk melakukan evaluasi risiko menggunakan matriks penilaian risiko (Wardana dkk., 2015). Metode (*HIRA*) terdiri dari 4 (empat) langkah sederhana meliputi :

1. Penentuan konteks  
Dilakukan dengan cara melihat tujuan, ruang lingkup yang akan dikaji. Selanjutnya menentukan kriteria risiko yang akan dikaji berdasarkan aspek kerugian yang dapat diterima oleh organisasi.
2. Identifikasi risiko  
Proses menemukannya risiko-risiko yang ada pada sumber risiko.
3. Penilaian risiko  
Proses melakukan analisis risiko dan evaluasi risiko dengan menggunakan tabel matriks penilaian risiko. Pada tahap ini diperlukan skala prioritas risiko.
4. Pengendalian risiko  
Tahap penentuan pengendalian yang perlu dilakukan untuk meminimalkan risiko yang ada.

Pengendalian risiko dapat dilakukan dengan memperhatikan hirarki pengendalian risiko :



**Gambar 2.2** : Hirarki Pengendalian Risiko

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui urutan dari proses pengendalian risiko :

- a. Eliminasi  
Dilakukan dengan cara memodifikasi proses, metode atau material untuk mengurangi dampak proses kerja.
- b. Substitusi  
Dilakukan dengan cara mengganti material, zat atau proses dengan tidak atau kurang berdampak.
- c. Rekayasa Engineering  
Dilakukan dengan cara menyingkirkan atau memisahkan risiko agar dampak yang mungkin terjadi dapat di minimalisir dengan metode-metode kerja untuk perlindungan, penyimpanan di tempat, ruang atau waktu terpisah.
- d. Pengendalian Administrasi  
Dilakukan dengan cara menyesuaikan waktu dan kondisi dengan proses administrasi, seperti membuat standar prosedur atau instruksi kerja, dan ijin kerja, pelatihan-pelatihan dan serta kebutuhan sertifikasi operator dan sertifikasi alat berat.
- e. APD/PPE  
Pengendalian risiko dilakukan dengan cara memberikan dan/atau menggunakan APD yang sesuai dan memadai guna menghindari keparahan dari dampak yang mungkin terjadi. APD ini digunakan sebagai upaya terakhir.

### 2.2.7 Penelitian Komparasi

Menurut Van Dalen dalam Arikunto (1997), penelitian komparatif adalah ingin membandingkan dua atau tiga kejadian dengan melihat penyebab-penyebabnya. Selanjutnya oleh Aswarni Sujud bahwa untuk mengadakan analisis data non-hipotesis, maka harus ditetapkan dahulu standarnya. Penentuan standar harus dilakukan berdasarkan landasan yang kuat misalnya hukum, peraturan, hasil lokakarya, dan sebagainya, untuk itu standar ini dijadikan sejauh mana fenomena mencapai standar.

Jika jenis data bersifat kualitatif, maka pengolahan datanya dibandingkan dengan suatu standar atau kriteria yang telah dibuat. Maka kesimpulan dibuat berdasarkan kriteria atau standar yang ditentukan misalnya sesuai dengan standar, kurang sesuai dengan standar, dan tidak sesuai dengan standar. Untuk data yang bersifat kuantitatif, maka pengolahan datanya dengan cara analisis statistik sederhana seperti mencari proporsi, persentase dan ratio. Seperti disebutkan dalam buku Arikunto (1997) bahwa apabila sebelumnya peneliti sudah menentukan standar bahwa >75% baik, antara 60 – 75% cukup, < 60% kurang baik, maka dari data yang diperoleh dapat diambil suatu kesimpulan dengan melihat standar yang telah dibuat.

Menurut Sugiono (2022) salah satu skala pengukuran dalam instrument penelitian yang menghasilkan data kuantitatif, maka dapat menggunakan *Skala Guttman*. Skala guttman adalah salah satu skala pengukuran yang bersifat tegas dan konsisten dengan memberikan jawaban yang tegas seperti jawaban dari pertanyaan atau pernyataan : ya dan tidak, positif dan negatif, setuju dan tidak setuju, benar dan salah, sesuai dan tidak sesuai. Skala Guttman pada umumnya dibuat seperti checklist dengan interpretasi penilaian, apabila skor benar nilainya 1 dan apabila salah nilainya 0 (Pangesti dkk, 2022).

Meskipun, skala guttman jarang digunakan oleh peneliti karena membutuhkan indikator pernyataan yang valid. Skala yang paling mudah digunakan adalah skala likert menggunakan beberapa butir pertanyaan/pernyataan pengukuran dengan responden 5 titik pilihan pada setiap butir pertanyaan/pernyataan seperti sangat setuju, setuju, ragu-ragu, tidak setuju, sangat tidak setuju (Budiaji, 2013).

Penentuan besarnya sampel dari suatu populasi berdasarkan rumus *Slovin* dengan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat error 5% (Hertanto, 2023). Rumus *Slovin* pada persamaan (1) berikut :

$$n = \frac{N}{1 + (N \times e^2)}$$

Dimana:

n : Ukuran sampel

N : Populasi

Untuk penentuan besarnya sampel dari suatu populasi berdasarkan persentase menurut *Tabel Yount* (1999). *Tabel Yount* sebagai berikut :

**Tabel 2.5** *Tabel Yount* (1999)

Besarnya Populasi	Besar Sampel
0-100	100%
101-1000	10%
1.001-5.000	5%
5.001-10.000	3%
>10.000	1%

Sumber : Hertanto, diakses 2023

## 2.2.8 Konsep Keberlanjutan dalam Aspek Lingkungan

Green management adalah kesadaran organisasi terhadap kebijakan dan kegiatan yang dilakukan dengan dampaknya terhadap lingkungan. Green management sebagai strategi Perusahaan menghadapi kondisi lingkungan seperti konsep 3R yang ramah lingkungan dan memiliki keuntungan serta beragam capaian untuk menjaga bumi (Putri & Simanjorang, 2022). Menurut Konferensi PBB tentang lingkungan dan Pembangunan (UNCED) pada tahun 1992, Keberlanjutan didefinisikan sebagai pengembangan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa harus mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri dengan memperhatikan aspek lingkungan, ekonomi dan sosial secara seimbang. Pada dasarnya tujuan keberlanjutan adalah sama yaitu untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam secara bijak dan meningkatkan kualitas hidup manusia secara berkelanjutan.

Pilar keberlanjutan berawal dari Elkington (1994) dalam Fauzi (2019) yaitu tentang "*Triple Bottom Line*" (*People, Planet, Profit*), dimana keuntungan Perusahaan (*profit*) harus mempertimbangkan aspek lingkungan (*planet*) serta bermanfaat untuk masyarakat (*people*). Dalam keberlanjutan pada aspek lingkungan sebagai strategi pengelolaan limbah B3 memperhatikan hal-hal yang tidak membahayakan lingkungan. Kemampuan untuk mempertahankan keseimbangan lingkungan, menjaga kualitas udara dan air sesuai standar yang berlaku, serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan,

kelestarian sumber daya alam, konservasi keanekaragaman hayati, dan penggunaan energi terbarukan. Pentingnya keberlanjutan lingkungan seiring dengan meningkatnya perhatian terhadap masalah lingkungan global seperti perubahan iklim, penipisan lapisan ozon, dan polusi.

Keuntungan lingkungan yakni 1). mengurangi pencemaran, pada praktik bisnis yang berkelanjutan dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan dan kerusakan ekosistem misalnya penggunaan teknologi yang ramah lingkungan dapat mengurangi limbah dan emisi, sehingga mengurangi dampak negatif pada lingkungan. 2). Konservasi sumber daya alam, yakni menggunakan sumber daya alam secara bertanggung jawab dan mempertahankan keberlangsungan sumber daya tersebut.

1 **Table 2.6** Matriks Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
1	Nursabrina et al., 2021	<i>Risk Management in Hazardous and Toxic Waste Management Companies Using The HIRA (Hazard Identification and Risk Assessment) Method at PT XY Batam City</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observasi dengan dinamika antara faktor risiko dan dampaknya</li> <li>- Identifikasi dan analisis risiko menggunakan metode HIRA dengan mengacu pada standar manajemen risiko AS/NZS 4360:2004</li> <li>- Pendekatan kualitatif dan kuantitatif digunakan untuk mengukur tingkat risiko : menghitung faktor kemungkinan dan dampak</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengidentifikasi dan menganalisis dampak risiko terhadap kegiatan pengelolaan limbah B3 fokus kegiatan penyimpanan limbah B3</li> <li>2. Kajian manajemen risiko dengan bantuan HIRA yakni mengklasifikasikan aktivitas kerja, identifikasi bahaya, penilaian risiko dan pengendalian risiko</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisis risiko dengan bantuan HIRA, ditemukan 18 risiko dengan risiko kebakaran pada tempat penyimpanan limbah B3 akibat reaksi terhadap penyimpanan LB3</li> <li>- Pengelolaan risiko dan pengawasan untuk menurunkan nilai risiko</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian Survey</li> <li>- Analisis risiko menggunakan metode HIRA berdasarkan standar AS/NZS 4360:2004</li> <li>- Menghitung faktor kemungkinan dan dampak</li> <li>- Analisis risiko terhadap dampak pada lingkungan dan manusia</li> </ul>	<p><b>Jurnal ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisis risiko pengelolaan limbah B3 berfokus pada kegiatan penyimpanan limbah B3 di Industri</li> <li>- Analisis risiko menggunakan metode HIRA dengan menghitung aspek dampak dan kemungkinan</li> </ul> <p><b>Penelitian ini:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisis risiko pengelolaan limbah B3 pada kegiatan pengurangan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan dan penimbunan akhir sumber rumah tangga</li> <li>- Analisis risiko menggunakan metode HIRA dengan 3 aspek kriteria penilaian (kemungkinan, dampak dan kapasitas)</li> <li>- Pengendalian risiko memperhatikan aspek keberlanjutan</li> </ul>

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
2	Lumansik, dkk. (2024)	Analisis risiko dan optimasi pengelolaan Limbah B3 dengan Metode HIRARC ( <i>Hazard Identification, Risk Assessment, And Risk Control</i> ) di RSUD Anugerah Tomohon	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HIRARC digunakan untuk analisis risiko dan pengendalian risiko perilaku tidak aman dan kondisi tidak aman (kecelakaan kerja)</li> <li>- Metode deskriptif untuk mengevaluasi dan menentukan Tindakan optimasi kinerja pengelolaan limbah B3 di RS melalui observasi lapangan dan wawancara mendalam sesuai peraturan yang digunakan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menganalisis potensi-potensi risiko, memberikan upaya pengendalian risiko, mengevaluasi serta menentukan tindakan optimasi untuk mengoptimalkan kinerja pengelolaan Limbah medis B3 di RS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risiko teridentifikasi sebanyak 25 risiko pada pengelolaan limbah medis B3 yakni 48% kategori level risiko sedang, dan 52% risiko sedang</li> <li>- Pengendalian risiko menggunakan 4 metode yaitu substitusi, rekayasa teknik, control administrative, dan APD</li> <li>- Pengelolaan limbah medis B3 belum sesuai dengan peraturan yang berlaku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membahas potensi risiko dan pengendalian risiko terhadap optimasi kerja dalam pengelolaan limbah B3</li> </ul>	<p><b>Jurnal Ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada risiko kecelakaan kerja pengelolaan limbah medis B3 di RS</li> <li>- Analisis risiko pengelolaan limbah medis B3 menggunakan metode HIRARC</li> </ul> <p><b>Penelitian ini:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada risiko kesehatan lingkungan pada kegiatan pengelolaan limbah B3 rumah tangga</li> <li>- Analisis risiko pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan metode HIRA</li> <li>- Strategi pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang berkelanjutan</li> </ul>
3	Basuki dan	Analisis penilaian risiko bahaya	- <i>standar AS/NZS 4360:2004</i>	- identifikasi risiko limbah medis padat dari ruang	- Ditemukan tingkat risiko tertinggi pada proses pengelolaan limbah	- Penelitian survey	<p><b>Artikell Ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada potensi risiko bahaya Keselamatan dan</li> </ul>

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
	Supriyatna (2021)	terhadap keselamatan dan kesehatan kerja pada proses pengelolaan limbah medis padat di RSPAD Gatot Soebroto	<p>metode semi kualitatif</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- metode <i>job hazard analysis (JHA) untuk identifikasi risiko pekerja sesuai standar AS/NZS 4360:2004</i></li> <li>- penilaian risiko semi kualitatif <i>W.T.Fine J (consequence, exposure, dan likelihood)</i></li> <li>- informasi peneliti dari cleaning service, pegawai incinerator, dan unit kesling</li> <li>- wawancara, dokumentasi dan observasi</li> </ul>	<p>perawatan, IGD, kamar OP, hemodialisa dan <i>intensif care unit (ICU)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengidentifikasi risiko bahaya pada setiap tahap pengelolaan limbah medis : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sumber limbah</li> <li>• Pemisahan dan pewadahan</li> <li>• pengumpulan</li> <li>• pengangkutan</li> <li>• penimbangan</li> <li>• penyimpanan</li> <li>• Pembakaran (incinerator)</li> <li>• pembuangan sisa abu pembakaran</li> </ul> </li> <li>- Pengangkutan sisa abu ke PPL</li> </ul>	<p>medis padat pada risiko tertusuk jarum. Sehingga risiko tersebut perlu pengendalian bahaya berupa eliminasi, substitusi, engineering, administrasi, dan APD</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membahas analisis risiko bahaya pada tahapan kegiatan pengelolaan limbah sesuai standar manajemen risiko 4360:2004</li> </ul>	<p>kesehatan kerja pada kegiatan pengelolaan limbah medis padat di RS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisis risiko menggunakan metode JHA dengan aspek <i>consequence, exposure, dan likelihood</i></li> </ul> <p><b>Penelitian ini:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada potensi risiko kesehatan lingkungan pada kegiatan pengelolaan limbah B3 sumber rumah tangga</li> <li>- Penilaian risiko pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan metode HIRA dengan 3 aspek kriteria penilaian (kemungkinan, dampak dan kapasitas)</li> <li>- Strategi pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang berkelanjutan</li> </ul>
4	Simamora	Analisis Risiko pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. Ajinomoto berdasarkan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Root Cause Analysis (RCA)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifikasi dan analisis risiko lingkungan berdasarkan konsep manajemen risiko lingkungan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifikasi dan akar penyebab terjadinya risiko terdapat empat risiko yaitu limbah cair tumpah, penurunan kualitas efluen, bakteri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian survey</li> <li>- Membahas potensi risiko lingkungan pada</li> </ul>	<p><b>Jurnal ini:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada risiko lingkungan kegiatan pengolahan air limbah di Industri</li> <li>- Analisis risiko menggunakan metode FMEA dengan faktor</li> </ul>

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
		konsep Manajemen Risiko Lingkungan		pada IPAL PT. Ajinomoto	WWTP mati, dan pencemaran lingkungan - Tingkat risiko berdasarkan matriks risiko bahwa risiko limbah cair tumpah, penurunan kualitas efluen dan pencemaran lingkungan termasuk low risk dan risiko bakteri WWTP mati termasuk high risk.	kegiatan pengelolaan limbah	sebab akibat dari kegagalan proses pengolahan air limbah  <b>Penelitian ini :</b> - Berfokus pada risiko kesehatan lingkungan pengelolaan limbah B3 rumah tangga - Analisis risiko menggunakan metode HIRA
5	Hendriana & Mardiyanto (2023)	Kajian Risiko Lingkungan pada Pengelolaan B3 dan Limbah B3 Industri Kimia di PT XYZ dengan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Fishbone Analysis</i></li> <li>- FMEA</li> <li>- Observasi dan wawancara</li> <li>- Data sekunder dari perusahaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengidentifikasi risiko melalui identifikasi kegagalan, penyebab, dan efek potensial dari sistem pengelolaan B3 dan LB3 menggunakan metode <i>fishbone Analysis</i></li> <li>- Perhitungan risk priority number (RPN) berdasarkan tingkat severity, occurrence, dan detection menggunakan metode FMEA</li> <li>- Penyusunan scenario pengendalian risiko</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potensi kegagalan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN) pada pengelolaan B3 terjadi pada item Oli yaitu tumpahan /ceceran oli dengan nilai RPN sebesar 75. Sedangkan pada pengelolaan limbah B3, potensi kegagalan karena keluarnya gas atau limbah cair B3 (Ammonium hidroksida) dengan nilai RPN sebesar 50.</li> <li>- Mitigasi risiko diusulkan berupa teknik control, perbaikan manajemen, dan peningkatan deteksi kegagalan.</li> <li>- Pengelolaan limbah B3 dimulai dari kegiatan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wawancara</li> <li>- Kuesioner</li> <li>- Membahas potensi risiko lingkungan pada kegiatan pengelolaan limbah B3</li> </ul>	<b>Jurnal ini</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penilaian risiko pada kegiatan pengelolaan B3 dan limbah B3 di Industri menggunakan metode FMEA</li> </ul> <b>Penelitian ini :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penilaian risiko pada kegiatan pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan metode HIRA</li> </ul>

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
				berdasarkan tingkat risiko	pengumpulan, penyimpanan dan pengangkutan oleh pihak ke-3		
6	Tasrip & Masrofah . (2024)	Identifikasi potensi risiko lingkungan dari pengolahan limbah cair cuci steam motor di CV. Agung Motor menggunakan metode FMEA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FMEA digunakan untuk identifikasi penyebab kesalahan dalam proses pencucian steam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Untuk mengetahui penyebab kesalahan terjadinya pencemaran lingkungan dalam proses pencucian steam</li> <li>- Mengetahui faktor utama penyebab terjadinya pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah cair.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faktor-faktor penyebab terjadinya pencemaran lingkungan adalah :               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Faktor metode limbah cair yang dihasilkan dari proses pencucian motor mengandung senyawa organik surfaktan dan logam berat.</li> <li>2. Faktor material menggunakan detergen yang tidak ramah lingkungan serta oli B3</li> <li>3. Faktor lingkungan karena lokasi pembuangan limbah dekat pemukiman masyarakat</li> </ol> </li> <li>- Faktor manusia karena manajerial Perusahaan tidak melakukan pengolahan limbah cair detergen sebelum dibuang ke saluran pembuangan dan kurang kesadaran dalam membuang limbah cair</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membahas risiko lingkungan dari kegiatan pengolahan limbah</li> </ul>	<p><b>Jurnal ini</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menganalisis risiko lingkungan dari kegiatan pengolahan limbah cair menggunakan metode FMEA</li> </ul> <p><b>Penelitian ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menganalisis potensi risiko kesehatan lingkungan kegiatan pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan metode HIRA</li> </ul>

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
7	Firdaus., dkk. (2022)	Penilaian Risiko Kesehatan Lingkungan di Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian observation deskriptif menggunakan EHRA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menilai risiko kesehatan lingkungan yang menjadi penyebab terjadinya penyakit berbasis lingkungan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variabel karakteristik responden Sebagian besar merupakan ibu berusia &gt;45 tahun, tingkat Pendidikan terakhir SD-SMA, status rumah milik sendiri</li> <li>- Indeks risiko kesehatan lingkungan berada pada kategori tinggi yakni aspek perilaku pemilahan sampah, sarana pembuangan air limbah dan sarana pembuangan sampah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuesioner</li> <li>- Membahas risiko kesehatan lingkungan dari aspek perilaku pemilahan sampah, sarana pembuangan air limbah dan sarana pembuangan sampah</li> </ul>	<p><b>Jurnal ini</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada penilaian risiko kesehatan lingkungan pada aspek sanitasi suatu daerah menggunakan metode EHRA dengan menghitung indeks risiko kesehatan lingkungan (IRKL)</li> </ul> <p><b>Penelitian ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menganalisis risiko pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan metode HIRA</li> </ul>
8	Ridwan dkk., 2019	Penilaian risiko penyimpanan produk B3 dengan pendekatan HIRA, FTA, dan 6S	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendekatan HIRA (<i>Hazard Identification and Risk Assessment</i>): Hazard x Exposure</li> <li>- FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>)</li> <li>- 6S (<i>Sort, Set in Order, Shine, Standardize, Sustain, Safety</i>)</li> <li>- Wawancara, <i>brainstorming</i>, pengisian formulir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan penilaian risiko dalam penyimpanan produk B3 di Industri menggunakan pendekatan HIRA</li> <li>- Mencari penyebab yang mungkin terjadi menggunakan FTA</li> <li>- Melakukan mitigasi risiko sebagai langkah mengurangi risiko penyimpanan B3 menggunakan 6S</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ditemukan nilai risiko tinggi pada 5 industri dengan produk B3 berupa gas</li> <li>- Ditemukan faktor penyebab kegagalan gas dan methanol berupa kebakaran dan ledakan tabungnya karena adanya korosi eksternal pada tabung, pekerja lalai, dan tabung terpapar dengan panas tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendekatan HIRA digunakan untuk analisis risiko</li> </ul>	<p><b>Jurnal ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisis risiko kegiatan penyimpanan B3</li> </ul> <p><b>Penelitian ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisis risiko pengelolaan limbah B3 dari rumah tangga menggunakan metode HIRA dengan 3 aspek penilaian</li> <li>- Strategi pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang berkelanjutan</li> </ul>

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
			penilaian, dan observasi				
9	Iswanto dkk., (2016)	Timbulan sampah B3 rumah tangga dan potensi dampak kesehatan lingkungan di Kabupaten Sleman, Yogyakarta ( <i>Generation of household hazardous solid waste and potential impacts on environmental health in Sleman Regency, Yogyakarta</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- studi literatur</li> <li>- observasi</li> <li>- spektrometer untuk pemeriksaan logam berat metode AAS</li> <li>- Kuesioner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengumpulan dan identifikasi jenis limbah B3-RT dengan membagikan kantong penampungan sampah B3-RT</li> <li>- Menimbang sampah B3-RT sesuai jenis per rumah tangga</li> <li>- Analisis karakteristik sampah B3-RT</li> <li>- Kajian aliran materi sampah B3-RT pada pola penanganan limbah yang berjalan di Kab. Sleman</li> <li>- Kajian potensi dampak kesehatan lingkungan dari limbah B3-RT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ditemukan jenis limbah B3 rumah tangga yang berpotensi mengancam kesehatan manusia dan lingkungan (air, tanah, udara). Mengandung unsur logam berat seperti Cd, Pb, Hg dll yang umumnya bersifat toksik, karsinogenik, dan akumulatif masuk kedalam tubuh manusia secara langsung maupun tidak langsung.</li> <li>- Penanganan limbah B3 rumah tangga layaknya limbah domestik lainnya</li> <li>- Sistem pengelolaan limbah B3 rumah tangga dari sumber ke TPS/TPA atau pembuangan ilegal lainnya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Studi literatur potensi dampak limbah B3</li> <li>- Survey : kuesioner</li> <li>- Menjelaskan tentang limbah B3 rumah tangga, jenis produk limbah B3 rumah tangga, karakteristik, sumber, potensi dampak terhadap kesehatan lingkungan</li> </ul>	<p><b>Jurnal ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observasi dan identifikasi jenis, dan karakteristik limbah B3 rumah tangga serta volumenya</li> <li>- Mengukur timbulan sampah B3 rumah tangga</li> <li>- Memeriksa kandungan logam berat menggunakan metode AAS</li> </ul> <p><b>Penelitian ini:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada analisis risiko kesehatan lingkungan pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang meliputi kegiatan pengurangan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan dan penimbunan.</li> <li>- Strategi pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang berkelanjutan</li> </ul>
10	Ruslinda dkk., (2018)	Kajian Teknologi Pengolahan Sampah Berbahaya dan Beracun Rumah	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wawancara dan kuesioner</li> <li>- SNI 19-3964-1994, Perhitungan jumlah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analisis kondisi eksisting pengolahan limbah B3 rumah tangga dan kajian teknologi untuk pengelolaan limbah B3 rumah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 rumah tangga, terdapat 9% responden yang melakukan pemilahan dan pengelolaan limbah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kajian kondisi eksisting pengelolaan sampah B3 rumah tangga</li> </ul>	<p><b>Jurnal ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada parameter pengolahan sampah B3 untuk menentukan teknologi yang tepat dalam pengolahan sampah B3 rumah tangga menggunakan metode skoring</li> </ul>

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
		Tangga (SB3-RT) di Kota Padang	<p>kuesioner didasarkan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stakeholder : DLH Kota Padang, dan UPTD TPA Kota Padang, industri dan instansi kesehatan yang telah melakukan pengolahan Limbah B3 rumah tangga</li> <li>- metode skoring untuk penentuan parameter teknologi pengolahan sampah B3 rumah tangga</li> </ul>	<p>tangga yakni pengelolaan termal (insinerasi), solidifikasi/stabilisasi dan penimbunan di landfill</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kajian teknis dilakukan untuk analisis sembilan parameter yang digunakan sesuai kondisi di lokasi studi</li> <li>- parameter : kebutuhan lahan penimbun, potensi pencemaran, kemampuan destruksi, kemampuan reduksi volume, energy recovery, pemanfaatan hasil pengolahan, jenis limbah yang diolah, persyaratan pengolahan dan karakteristik limbah.</li> </ul>	<p>B3 pada sarana kesehatan dan industri</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hasil skoring terhadap teknologi pengolahan yang direkomendasikan adalah insinerasi untuk semua jenis limbah B3 rumah tangga kecuali jenis kaleng, bertekanan, bohlam, dan baterai akan dilakukan oleh pihak ketiga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kriteria stakeholder adalah Lembaga dan instansi yang menangani pengelolaan limbah B3 rumah tangga</li> <li>- Membahas parameter lingkungan dalam pengolahan sampah B3 rumah tangga</li> </ul>	<p><b>Penelitian ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada analisis risiko kesehatan lingkungan pengelolaan limbah B3 rumah tangga yakni kegiatan pengurangan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan dan penimbunan akhir menggunakan metode HIRA</li> <li>- Selanjutnya evaluasi dan strategi pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang berkelanjutan</li> </ul>
11	Idil M., 2015	Studi pengelolaan sampah B3 rumah tangga di Kelurahan Mangasa Kec.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- survey : Observasi langsung dan wawancara serta pengambilan sampel dan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 rumah tangga</li> <li>- jumlah timbulan, karakteristik, dan nilai ekonomi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan sistem pengangkutan dari sumber ke TPS/TPA dengan strategi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- membahas jenis, karakteristik sampah B3 rumah tangga</li> </ul>	<p><b>Jurnal ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- berfokus pada observasi dan pengambilan sampel untuk menghitung jenis, karakteristik dan volume sampah B3 rumah tangga</li> </ul>

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
		Tamalate Kota Makassar	pengukuran timbulan sampah berdasarkan SNI - Data kuesioner	limbah B3 rumah tangga - pengetahuan masyarakat terkait limbah B3 rumah tangga - rekomendasi pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang sesuai kondisi dan permasalahannya - evaluasi pengelolaan sampah B3 rumah tangga	pemilahan oleh pemulung setempat dengan memisahkan limbah yang masih bernilai ekonomi untuk dijual ke lapak - jumlah timbulan sampah B3 rumah tangga sebesar 0,356 gram/orang/hari dengan volume yaitu 0,006 liter/orang/hari serta karakteristik sampah B3 yaitu beracun (60,23%), mudah meledak (18,64%), mudah terbakar (15,23%), dan korosif (4,09%)	- menjelaskan kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 rumah tangga - Membahas rekomendasi pengelolaan limbah B3 rumah tangga	<b>Penelitian ini :</b> - berfokus pada pengelolaan limbah B3 rumah tangga - menganalisis risiko kesehatan lingkungan kegiatan pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan metode HIRA - Strategi pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang berkelanjutan
12	Putri dkk., 2022	Analisis pengelolaan limbah B3 medis di Rumah Sakit X Kab. Mojokerto pada Masa Pandemi Covid-19	- Kuesioner wawancara - Lembar observasi - Kriteria narasumber : memahami limbah B3 medis dan bekerja minimal 2 tahun di bidangnya	- Untuk mengetahui sistem pengelolaan limbah B3 medis di rumah sakit. Variabel yang diamati meliputi karakteristik limbah B3 medis, pengetahuan petugas pengelola limbah B3 medis, tahapan pengelolaan, limbah yakni pengurangan dan pemilahan, pengangkutan,	- Tahapan pemilahan, pengurangan dan pengolahan telah sesuai dengan Permen LHK No. 56 tahun 2015 dan Permen RI Tahun 2019, namun pada tahapan pengangkutan dan penyimpanan belum sesuai peraturan karena rumah sakit tidak memiliki jalur khusus pengangkutan dan petugas pengangkut tidak menggunakan APD, serta penyimpanan tidak memiliki ventilasi	- Kuesioner - Membahas analisis kesesuaian pengelolaan limbah B3 dengan peraturan yang berlaku - Kriteria informan terkait pengelolaan limbah B3 adalah orang yang	<b>Jurnal ini :</b> - Berfokus pada analisis pengelolaan limbah B3 medis di RS disesuaikan dengan peraturan yang berlaku  <b>Penelitian ini :</b> - Berfokus pada analisis pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan Permen LHK No. 6 tahun 2021 - Evaluasi pengelolaan limbah B3 RT yang tidak sesuai dengan peraturan menjadi dasar untuk melakukan analisis risiko dampaknya terhadap kesehatan

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
				penyimpanan, pengangkutan, pengolahan dan sarana prasarana untuk pengelolaan limbah B3 yang ada di rumah sakit. Hasilnya dianalisis untuk membandingkannya dengan peraturan yang ada	dan dekat dengan pedagang kaki lima.	bekerja di bidangnya	lingkungan untuk selanjutnya menyusun strategi pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang berkelanjutan
13	Rachma wati dkk, 2018	Analisis manajemen pengelolaan limbah padat medis B3 di Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret Surakarta	- Penelitian deskriptif menggunakan metode kualitatif melalui wawancara, observasi dan telaah dokumen pengelolaan limbah B3	- Analisis manajemen pengelolaan limbah padat medis B3 di Rumah Sakit meliputi pemisahan, pengemasan, pengumpulan dan penyimpanan, bekerjasama pihak ketiga terkait pengangkutan dan pengolahan,	- secara umum kondisi pengelolannya sudah berjalan dengan baik, namun belum optimal sehingga perlu untuk pengoptimalan seperti penyediaan kantong plastik warna coklat untuk limbah kimia dan farmasi, membuat jalur khusus untuk pengangkutan limbah B3, memberikan imunitas hepatitis yang terlibat penanganan limbah B3	- melakukan evaluasi kondisi eksisting pengelolaan limbah B3	<b>Jurnal ini :</b> - berfokus pada evaluasi pengelolaan limbah B3 Rumah sakit <b>Penelitian ini :</b> - berfokus pada evaluasi pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan metode checklist dari permen LHK No. 6 tahun 2021 - melakukan analisis risiko berdasarkan hasil evaluasi kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan metode HIRA - evaluasi dan strategi pengelolaan limbah B3 rumah tangga yang berkelanjutan
14	Imami dan Rahmah, 2022	Studi pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun	- Pengumpulan data primer melalui observasi, wawancara,	- Melakukan evaluasi kesesuaian pengelolaan limbah B3 dengan peraturan yang	- Hasil identifikasi jenis limbah B3 yang mendominasi adalah oli bekas dan kemasan bekas B3	- Wawancara - Dokumentasi - Membahas analisis	<b>Jurnal ini :</b> - Berfokus pada evaluasi pengelolaan limbah B3 industri pada kegiatan

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
		(B3) di Kawasan Pelabuhan Batu Bara (Studi Kasus : PT. X di Sumatera Selatan)	dan dokumentasi - Data sekunder berupa data neraca limbah B3 dan laporan pelaksanaan pengelolaan lingkungan PT. X	berlaku (PP RI No. 22 Tahun 2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hasil evaluasi secara umum telah memenuhi persyaratan minimal namun perlu perbaikan.</li> <li>- Pewadahan terobservasi menggunakan drum terlaksana dengan aman, namun tidak secara konsisten pemberian symbol sehingga terdapat kesalahan penanganan limbah B3 yang dikemas akibat tidak ada informasi karakteristik penyimpanan perlu ditingkatkan dengan pembuatan sistem blok di dalam TPS B3, menyimpannya berdasarkan kelompoknya dan pembuatan parit keliling sebagai preventif keadaan darurat.</li> </ul>	penilaian kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 berdasarkan peraturan yang berlaku	<p>pewadahan, dan penyimpanan</p> <p><b>Penelitian ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada penilaian kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 sumber rumah tangga pada kegiatan pengurangan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan dan penimbunan akhir menggunakan metode checklist sesuai permen LHK No. 6 thn 2021.</li> <li>- Melakukan analisis risiko pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan metode <i>HIRA</i></li> <li>- Menentukan strategi pengendalian risiko berdasarkan aspek keberlanjutan</li> </ul>
15	Irmayanti dkk, 2022	Pengelolaan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Studi Kasus Industri Pembekuan Ikan PT. X)	- Diskusi pemrakarsa dan observasi lapangan	- Menentukan pengelolaan limbah B3 secara teknis berdasarkan timbulan dan jenis limbah B3 di Industri	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PT. X belum mampu mengolah limbahnya secara mandiri sehingga bekerjasama dengan pihak ketiga untuk pengangkutan dan pengolahannya.</li> <li>- Limbah yang dihasilkan berupa filter oli bekas (0,25 kg/bulan),</li> </ul>	- Berfokus pada evaluasi kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 untuk melakukan	<p><b>Jurnal ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada pengelolaan limbah B3 industri</li> </ul> <p><b>Penelitian ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada pengelolaan limbah B3 rumah tangga</li> <li>- Melakukan analisis risiko pengelolaan limbah B3 rumah</li> </ul>

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
					refrigerant bekas (30 kg/bulan), bekas kemasan pelumas (0,25 kg/bulan), oli bekas (8,3 kg/bulan), limbah elektronik (0,75 kg/bulan) serta majun dan sarung tangan terkontaminasi B3 (0,05 kg/bulan)	perbaikan pengelolaan	tangga menggunakan metode HIRA - Menentukan strategi pengendalian risiko berdasarkan aspek keberlanjutan
16	Riana R.I., (2022)	Supply chain risk management untuk strategi pengembangan sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan	- <i>Delphi</i> - <i>House of risk (HOR)</i> - <i>Method Successive Interval (MSI)</i> untuk analisis keberlanjutan - <i>Metode Skala Likert</i> - <i>Index Keberlanjutan</i> - <i>FMEA</i> untuk menentukan dampak dari kegagalan sistem dan peralatan	- pemetaan proses supply chain pengelolaan sampah - Identifikasi risiko - Analisa dan evaluasi risiko - strategi mitigasi pada pengelolaan sampah - pengelolaan sampah yang berkelanjutan	- Ditemukan risiko pada aktivitas supply chain pengelolaan sampah di Kelurahan Manggala Kota Makassar	- Mengkaji potensi risiko kesehatan lingkungan pada kegiatan pengelolaan sampah Kota - Mitigasi risiko - Analisis indeks keberlanjutan	<b>Artikel ini :</b> - Berfokus pada analisis risiko supply chain pengelolaan sampah kota menggunakan metode FMEA  <b>Penelitian ini :</b> - Berfokus pada analisis risiko pengelolaan limbah B3 rumah tangga menggunakan metode HIRA
17	Utami dan Syafruddin, 2018	Pengelolaan limbah B3 studi kasus PT. Holcim Indonesia, TBK Narogong Plant	- Studi literatur - Observasi lapangan - Wawancara - Dokumentasi	Untuk mengetahui proses pengelolaan limbah B3 padat maupun limbah cair yang dilakukan dengan berpedoman pada	- Dalam proses pengelolaan limbah B3 yang dihasilkan, terdapat limbah B3 yang dihasilkan dan limbah B3 dari pihak ketiga sebagian besar dimanfaatkan sebagai	- Membahas pengelolaan limbah B3 sesuai peraturan yang berlaku untuk	<b>Jurnal ini :</b> - Berfokus pada pengelolaan limbah B3 industri  <b>Penelitian ini :</b> - Berfokus pada pengelolaan limbah B3 rumah tangga

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
				PP No. 101 tahun 2014 meliputi : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifikasi dan inventarisasi</li> <li>- Pengemasan</li> <li>- Pelabelan dan pemberian simbol</li> <li>- Penyimpanan</li> <li>- Pengangkutan internal maupun kepada pihak ketiga dan pemanfaatan limbah B3</li> </ul>	substitusi bahan bakar maupun bahan baku di dalam proses produksi sesuai dengan peraturan dan izin yang berlaku	memberikan penanganan pengelolaan yang baik dan benar <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sstudi literatur</li> <li>- Wawancara</li> <li>- dokumentasi</li> </ul>	
18	Hendrajaya, G.L., 2023	Evaluasi pengelolaan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (LB3) di tempat penyimpanan sementara LB3 (TPS LB3) di PT Z Regional Office (RO3)	Sistem skoring Skala Guttman	Mengevaluasi dan memberikan saran untuk optimasi pengelolaan LB3 yang dilakukan di TPS LB3	Persentase skor pengemasan, kegiatan penyimpanan, pemberian symbol dan label, dan kelengkapan sistem tanggap darurat di TPS LB3 berturut – turut adalah 66,67 %, 85,71 %, 50%, dan 100% dengan rata-rata 75,56% termasuk dalam kategori “Baik” secara keseluruhan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan penilaian kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 yang dibandingkan dengan peraturan menggunakan skala guttman</li> <li>- Melakukan evaluasi pengelolaan limbah B3 untuk melakukan perbaikan</li> </ul>	<p><b>Jurnal ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada evaluasi pengelolaan limbah B3 kegiatan tempat penyimpanan sementara (TPS) limbah B3 Industri</li> </ul> <p><b>Penelitian ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada evaluasi pengelolaan limbah B3 rumah tangga meliputi tahapan kegiatan pengurangan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan dan penimbunan akhir.</li> </ul>

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
19	Wardhani dan Salsabila., 2021	Analisis Sistem Pengelolaan Limbah B3 di Industri Tekstil Kab. Bandung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Studi Pustaka terkait proses produksi tekstil, pengelolaan limbah B3 terkait metode pewadahan, pengangkutan serta pengelolaan</li> <li>- Wawancara dan pengamatan langsung kondisi eksisting pengelolaan limbah B3</li> <li>- Metode komparasi (perbandingan) antara peraturan yang berlaku dengan kondisi di lapangan</li> <li>- Metode skala Guttman dilakukan untuk pembobotan</li> </ul>	Melakukan analisis pengelolaan limbah B3 dengan menentukan parameter di setiap tahapan proses pengelolaan limbah B3 untuk membandingkannya dengan standar yang ada.	Pengelolaan telah sesuai dengan peraturan yang meliputi aspek pengemasan dan pewadahan, pengumpulan, penyimpanan, pengangkutan dokumen pengelolaan limbah B3 dan pelabelan. Untuk kegiatan pengangkutan bekerjasama dengan pihak ketiga	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wawancara mendalam dan terstruktur sesuai peraturan yang digunakan</li> <li>- penilaian kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 menggunakan skala Guttman</li> </ul>	<p><b>Jurnal ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fokus penilaian kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 di Industri meliputi pengemasan dan pewadahan, pengumpulan, penyimpanan, pengangkutan dokumen pengelolaan limbah B3 dan pelabelan</li> <li>- Rekomendasi usulan penanganan sesuai kondisi yang tidak sesuai dengan peraturan</li> </ul> <p><b>Penelitian ini :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berfokus pada penilaian kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 rumah tangga</li> <li>- Analisis risiko pengelolaan limbah B3 rumah tangga berdasarkan pengelolaan yang tidak sesuai dengan peraturan yang digunakan</li> </ul>

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
			hasil komparasi				
20	Hardiyanto dkk., 2022	Evaluasi Pengelolaan Limbah B3 pada Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) di PT.X	- Evaluasi dilakukan untuk membandingkan kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 dengan metode skoring skala Guttman.	Untuk mengetahui kondisi eksisting pengelolaan limbah B3, mengevaluasi pengelolaan limbah B3, menganalisis kinerja sistem pengelolaan limbah B3, dan memberikan rekomendasi perbaikan terhadap sistem pengelolaan limbah B3 sesuai dengan Permen LHK No. 6 Tahun 2021.	- Hasil evaluasi dengan skala Guttman menunjukkan persentase kesesuaian pengelolaan limbah B3 sebesar 34% dengan kategori "Buruk" dan penilaian pada neraca limbah B3 telah melaksanakan ketaatan pengelolaan sebesar 93%. Berdasarkan penilaian tersebut, maka PT X harus melakukan upaya perbaikan pengelolaan limbah B3 sesuai dengan peraturan yang berlaku	- Penilaian kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 sesuai Permen LHK No. 6 Tahun 2021 - skala gutman digunakan untuk melakukan penilaian kesesuaian dengan kondisi eksisting dan peraturan - Evaluasi pengelolaan limbah B3 untuk kategori penilaian pengelolaan limbah B3	<b>Jurnal ini :</b> - Berfokus pada penilaian kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 di Industri  <b>Penelitian ini :</b> - Berfokus pada penilaian kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 rumah tangga - Pengelolaan yang tidak sesuai dengan peraturan menjadi dasar untuk menganalisis risiko lingkungan pengelolaan limbah B3 RT menggunakan metode HIRA - Usulan perbaikan dengan memperhatikan aspek lingkungan
21	Pangesti dkk., 2022	Perencanaan Pengelolaan Limbah B3 pada	- Metode yang digunakan yaitu evaluasi dengan Skala	- mengetahui jenis limbah B3 yang dihasilkan PT.X serta cara	- hasil penelitian evaluasi untuk pewadahan dan pengemasan adalah 62,5 % termasuk	- Penilaian kondisi eksisting pengelolaan	<b>Jurnal ini :</b> - Berfokus pada penilaian kondisi eksisting pengelolaan

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Pokok Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
		Perusahaan Kelapa Sakit (Studi Kasus : PT X di Kalimantan Barat)	Guttman berdasarkan Permen LHK No.6 tahun 2021, PP No.22 tahun 2021 dan Permenkes No.7 Tahun 2019.	pengelolaannya, mengevaluasi pengelolaan limbah dan merencanakan pengelolaan limbah B3 sesuai peraturan.	kategori 'Baik', sistem penyimpanan adalah 33,33% termasuk kategori 'Buruk', bangunan penyimpanan adalah 75% termasuk kategori 'Baik', dengan label limbah belum ada penggunaan label pada kemasan limbah B3 di PT.X. Sedangkan untuk limbah klinik belum bisa dilakukan evaluasi karena belum ada pengelolaan yang dilakukan. Evaluasi menghasilkan beberapa perbaikan dalam pengelolaan limbah B3 PT.X dari pengurangan, pengumpulan dan penyimpanan, pengangkutan, pemanfaatan, serta pengolahan dan peninbunan.	limbah B3 sesuai Permen LHK No. 6 Tahun 2021 - Menggunakan Skala gutman - Evaluasi pengelolaan limbah B3	limbah B3 di Industri menggunakan skala Guttman  <b>Penelitian ini :</b> - Berfokus pada penilaian kondisi eksisting pengelolaan limbah B3 rumah tangga - Pengelolaan yang tidak sesuai menjadi dasar untuk menganalisis risiko lingkungan pengelolaan limbah B3 RT menggunakan metode HIRA - Usulan perbaikan berdasarkan keberlanjutan aspek lingkungan