

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk, urbanisasi, dan aktivitas ekonomi telah menyebabkan peningkatan timbulan sampah di Indonesia dari tahun ke tahun. Berdasarkan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), timbulan sampah nasional pada tahun 2024 mencapai 34,27 juta ton, namun hanya sekitar 42,22% yang berhasil dikelola. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemilahan sampah di sumber masih belum optimal sehingga sampah bahan berbahaya dan beracun (B3) berpotensi tercampur dengan sampah domestik.

Kondisi tersebut juga terjadi di Kota Padang. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sektor pendidikan dan industri menghasilkan timbulan sampah B3 masing-masing sebesar 172,93 kg/hari dan 185,53 kg/hari. Sebagian besar sampah tersebut masih tercampur dengan sampah domestik dan bermuara ke TPA Air Dingin, kecuali sebagian limbah elektronik yang hanya disimpan sementara tanpa pengelolaan lanjutan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa TPA Air Dingin berpotensi menerima akumulasi sampah B3 yang mengandung logam berat (Hazelinda (2025) dan Fransiska (2025)).

Penelitian Wu dkk. (2024) terhadap 93 sampel sampah B3 di Beijing menunjukkan bahwa sampah B3 mengandung logam berat dengan dominasi Zn, Cu, dan Ni, sedangkan hasil uji pelindian menunjukkan bahwa Ni, Cu, dan Pb berpotensi tinggi terlepas ke lingkungan. Menurut Gunarathne dkk. (2024) infiltrasi air yang meresap melalui timbunan sampah selama pembentukan air lindi melarutkan berbagai kontaminan, termasuk logam berat, sehingga berpotensi memfasilitasi perpindahan logam dari timbunan sampah ke air lindi. Akibatnya, air lindi dapat menjadi media pembawa logam berat menuju tanah maupun badan air di sekitar TPA apabila tidak dikelola secara memadai.

Air lindi yang mengandung logam berat dan tidak dikelola secara optimal berpotensi merembes ke tanah maupun mengalir menuju badan air penerima. Paparan logam berat secara terus-menerus dapat menyebabkan gangguan fisiologis

organisme akuatik, menurunkan keanekaragaman hayati, serta mengganggu keseimbangan ekosistem perairan (Allow, 2013) Akumulasi logam berat tersebut berpotensi menurunkan fungsi ekologis badan air penerima.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan di TPA Air Dingin menunjukkan bahwa kandungan logam berat di area sekitar TPA telah melebihi baku mutu yang ditetapkan. Penelitian Fatmawinir (2015) menunjukkan bahwa beberapa logam berat telah terdeteksi pada air lindi dan badan air di sekitar TPA Air Dingin. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi Pb pada kolam lindi serta Mn pada *outlet* menuju sungai telah melebihi baku mutu. Penelitian lain oleh Raharjo dkk. (2017) juga menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Hg, Pb, dan Cd pada efluen instalasi pengolahan air lindi melebihi baku mutu. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa logam berat masih berpotensi mencemari lingkungan sekitar TPA Air Dingin sehingga diperlukan evaluasi terhadap potensi risiko ekologisnya.

Meskipun berbagai penelitian telah mengidentifikasi keberadaan logam berat pada air lindi TPA Air Dingin, sebagian besar penelitian masih terbatas pada analisis konsentrasi logam dan perbandingannya dengan baku mutu lingkungan. Pendekatan tersebut belum mampu mengidentifikasi logam yang memberikan kontribusi terbesar terhadap potensi risiko ekologis. Penelitian Putri dkk. (2021) memang telah menggunakan Indeks Risiko Lingkungan (IRL) untuk mengevaluasi kondisi TPA berdasarkan karakteristik lokasi, karakteristik sampah, dan karakteristik air lindi. Namun, metode tersebut tidak secara khusus mengevaluasi risiko ekologis yang ditimbulkan oleh masing-masing logam berat terhadap ekosistem perairan. Akibatnya, logam yang memberikan kontribusi terbesar terhadap potensi risiko ekologis di kawasan TPA Air Dingin masih belum dapat diidentifikasi secara jelas.

Dalam beberapa tahun terakhir, metode *Potential Ecological Risk Index* (PERI) atau *Ecological Risk Index* (ERI) banyak digunakan untuk mengevaluasi potensi risiko ekologis akibat logam berat. Metode yang dikembangkan oleh Håkanson (1980) pada awalnya merupakan pendekatan sedimentologis untuk menilai potensi risiko pencemaran logam berat pada sistem perairan. Namun, pendekatan indeks

tersebut telah diterapkan dan diadaptasi dalam berbagai penelitian pada media perairan, termasuk air permukaan dan air yang dipengaruhi oleh aktivitas tempat pemrosesan akhir, dengan menggunakan konsentrasi logam pada media air dan nilai *background* sebagai dasar perhitungan. Metode ini mengintegrasikan *Contamination Factor* (Cf) dan *Toxic Response Factor* (Tr) sehingga dapat menunjukkan potensi risiko relatif dari masing-masing logam dan risiko gabungan beberapa logam. Essien dkk. (2022) dan Iresha dkk. (2024), misalnya, menerapkan pendekatan ERI pada lingkungan perairan yang dipengaruhi aktivitas TPA. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan ERI pada air lindi dan badan air penerima untuk mengindikasikan potensi risiko ekologis berdasarkan konsentrasi logam berat yang terukur.

Selain karakteristik sampah, hujan memengaruhi pembentukan air lindi dan proses pelindian logam berat sehingga konsentrasi logam berpotensi berubah antara kondisi sebelum dan sesudah hujan. Namun, penelitian mengenai potensi risiko ekologis logam berat pada air lindi TPA Air Dingin dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah hujan menggunakan metode ERI masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis konsentrasi logam berat Pb, Cd, Cr, Zn, Ni, Cu, dan Fe pada air lindi sebelum dan sesudah hujan serta mengevaluasi potensi risiko ekologisnya menggunakan metode ERI. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar dalam pengelolaan air lindi dan pengendalian pencemaran logam berat di TPA Air Dingin Kota Padang.

1.2 Maksud dan Tujuan penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis risiko ekologis pada badan air penerima akibat pencemaran logam berat yang terkandung dalam air lindi yang berasal dari sampah B3 di TPA Air Dingin Kota Padang.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis konsentrasi logam berat (Pb, Cd, Cr, Zn, Ni, Cu, dan Fe) pada air lindi serta badan air penerima di sekitar TPA Air Dingin Kota Padang pada kondisi sebelum dan sesudah hujan, serta membandingkannya dengan baku mutu lingkungan yang berlaku.

2. Menganalisis keterkaitan profil logam berat pada sampah B3 yang tertimbun di zona aktif *landfill* TPA Air Dingin (data Juliano, 2026) dengan konsentrasi logam berat pada air lindi di unit *inlet* dan *outlet* IPAL serta pada badan air penerima, untuk mengidentifikasi potensi kontribusi sampah B3 terhadap keberadaan logam berat di air lindi dan badan air penerima.
3. Mengevaluasi tingkat potensi risiko ekologis (*Ecological Risk Index/ERI*) berdasarkan konsentrasi logam berat pada air lindi dan badan air penerima di sekitar TPA Air Dingin Kota Padang pada kondisi sebelum dan sesudah hujan.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mendapatkan data tingkat pencemaran logam berat dalam air lindi di TPA Air Dingin dan upaya mitigasi resiko lingkungan yang ditimbulkan
2. Menjadi masukan bagi Pemerintah Kota Padang dalam membuat kebijakan dalam pengelolaan sampah B3 terutama untuk mengurangi resiko pencemaran di TPA.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Juli 2026 dengan pengambilan sampel pada dua kondisi lingkungan, yaitu kondisi sebelum hujan dan kondisi sesudah hujan.
2. Lokasi penelitian difokuskan pada area instalasi pengolahan air lindi di TPA Air Dingin, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang, yang mencakup area fungsional instalasi pengolahan air lindi serta badan air penerima. Titik pengambilan sampel dilakukan pada zona *inlet*, zona *outlet*, titik kontrol di hulu sungai sebagai nilai latar belakang alami, serta badan air penerima pada jarak 40 m setelah *outlet*.
3. Media yang dianalisis adalah air lindi di TPA Air Dingin dan air permukaan sungai yang menerima efluen lindi.
4. Pengambilan sampel air lindi dilakukan dengan metode *grab sampling*. Tata cara pengambilan sampel mengacu pada SNI 8995:2021 tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air untuk Pengujian Fisika dan Kimia.

5. Parameter analisis laboratorium meliputi logam berat Pb, Cd, Cr, Zn, Ni, Cu, dan Fe menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Pemilihan logam didasarkan pada karakteristik logam berat hasil penelitian tim terhadap sampah B3 di TPA Air Dingin serta merupakan logam yang umum digunakan dalam analisis risiko ekologis.
6. Hubungan konsentrasi logam berat dari sampah B3 dengan kualitas air lindi di TPA Air Dingin dilakukan dengan membandingkan kandungan logam berat yang terkandung dalam air lindi dengan jenis sampah B3 yang ditemukan di lokasi TPA dengan menggunakan deskriptif-komparatif.
7. Karakteristik logam berat pada sampah B3 diperoleh dari data penelitian rekan dalam satu tim (Juliano, 2026) yang dilakukan pada lokasi dan periode penelitian yang sama. Data tersebut berupa hasil uji pelindian menggunakan metode *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) dan digunakan sebagai data pendukung untuk mengevaluasi keterkaitan karakteristik logam berat pada sampah B3 dengan kandungan logam berat pada air lindi.
8. Potensi risiko ekologis logam berat dianalisis menggunakan metode *Ecological Risk Index* (ERI) berdasarkan nilai *Contamination Factor* (Cf) pada air permukaan dan *Toxic Response Factor* (Tr) masing-masing logam. Meskipun pengukuran analitik dilakukan pada matriks air, indeks ERI merepresentasikan potensi bahaya ekotoksikologis terhadap badan air penerima karena mengintegrasikan konsentrasi keterpaparan dengan sensitivitas biologis organisme perairan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang pengertian dan literatur sampah B3, tempat Pemrosesan Akhir (TPA), pengertian pencemaran air lindi, jenis dan

sifat logam berat, standar baku mutu logam berat dalam air lindi, metode analisis logam berat, dan analisis risiko lingkungan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, pengambilan *sampling*, metode analisis logam berat, lokasi dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai pembahasannya mengenai pengukuran konsentrasi logam berat dalam air lindi di TPA Air Dingin dan kesesuaiannya dengan baku mutu. Selain itu, dipaparkan analisis hubungan antara kandungan logam berat yang berasal dari sampah B3 dengan kualitas air lindi. Pada bagian ini juga dibahas potensi risiko ekologis yang muncul akibat pencemaran logam berat tersebut terhadap lingkungan di sekitar TPA Air Dingin.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan.

