

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan penduduk yang pesat di perkotaan berbanding lurus dengan meningkatnya volume timbulan sampah yang dihasilkan setiap harinya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandung dalam angka tahun 2025, jumlah penduduk Kota Bandung tercatat sebanyak 2.591.763 jiwa, dengan laju pertambahan sekitar 20 ribu jiwa per tahun. Hal tersebut memicu peningkatan aktivitas perkotaan hingga meningkatnya volume timbulan sampah harian di Kota Bandung mencapai 1.496 ton per hari (BPS, 2025). Peningkatan jumlah timbunan sampah ini sering kali menimbulkan permasalahan kelebihan muatan pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) seperti pada TPA Sarimukti yang berakibat pada penumpukan sampah di beberapa Tempat Pembuangan Sementara (TPS), salah satunya TPS Ujungberung (Alfian & Phelia., 2021).

Peningkatan volume sampah tersebut secara langsung berpotensi dalam pembentukan air lindi di TPS dan TPA. Dalam produksinya, air lindi di Indonesia dihitung menggunakan pendekatan *water balance* yang mempertimbangkan intensitas hujan, luas timbunan sampah, koefisien limpasan, infiltrasi, evapotranspirasi hingga karakteristik tempat pembuangan sehingga belum terdapat angka baku mutu produksi lindi berdasarkan tonase sampah (Sitorus dkk., 2020). Namun, dalam beberapa penelitian lapangan oleh El-Fadel dkk. (2002) di tempat pembuangan kota (MSW) Lebanon dikatakan menerima 1.800 ton sampah per hari dan melaporkan rata-rata produksi air lindi mencapai 150 L untuk setiap ton sampah yang ditimbun. Hal tersebut menjadi gambaran ilmiah mengenai besarnya potensi pembentukan air lindi akibat peningkatan timbulan sampah yang saat ini dialami di daerah Kota Bandung.

Semakin besar volume air lindi yang terbentuk tersebut, maka diduga semakin besar pula potensi kontaminasi ke dalam tanah dan badan air apabila sistem pengumpulan dan pengolahan sampah pada tempat pembuangan tidak dilakukan

dengan optimal. Lindi (*leachate*) merupakan cairan alami khas yang terbentuk akibat perkolasi air hujan dan meresap melalui tumpukan berbagai jenis sampah dengan membawa zat terlarut dari proses fisik, kimia, hidrolitik dan fermentasi materi sampah (Abdel-Shafy dkk., 2024; Abiriga dkk., 2020; Das & Raj, 2025; Meyrita dkk., 2023). Dengan demikian, air lindi terdiri dari berbagai senyawa kompleks yang mengandung bahan organik terlarut, ammonia, logam berat, senyawa organik persisten, serta senyawa xenobiotik yang bersifat toksik. Dalam beberapa penelitian dilaporkan bahwa air lindi dapat meresap ke dalam lapisan tanah dangkal dan menyatu dengan air sumur sehingga dapat menyebabkan pencemaran terhadap sumber air secara langsung sehingga tidak layak untuk digunakan manusia (Abdel-Shafy dkk., 2024; Das & Raj, 2025; Essien dkk., 2022; Meyrita dkk., 2023; Widiarti dkk., 2018).

Kontaminan yang terkandung dalam air lindi tidak hanya menyebabkan pencemaran terhadap kualitas lingkungan saja, tetapi dikatakan berpotensi dalam memengaruhi kesehatan manusia khususnya pada sistem reproduksi mamalia (Kjeldsen dkk., 2002). Berbagai penelitian melaporkan bahwa logam berat seperti Pb, Cd, Ni, As, Cu dan *endocrine disrupting chemicals* (EDCs) seperti bisfenol A (BPA) dan ftalat yang juga ditemukan dalam air lindi dapat mempengaruhi sistem endokrin melalui perubahan fungsi sumbu hipotalamus-hipofisis-ovarium (HPO axis), meningkatkan stres oksidatif, menyebabkan genotoksisitas, gangguan metabolisme dan pencernaan, menghambat pertumbuhan dan perkembangan, mengganggu steroidogenesis, memicu apoptosis pada sel granulosa, serta menghambat perkembangan folikel ovarium yang bermuara pada gangguan siklus reproduksi, penurunan kualitas sel telur (oosit), hingga terjadi infertilitas pada wanita (Balali dkk., 2024; Das & Raj., 2025; Hassan dkk., 2024; Kakati dkk., 2024; Kumar dkk., 2020; Massányi dkk., 2025; Pan dkk., 2024; Raj & Maiti, 2023; Qu dkk., 2022).

Meskipun dalam beberapa penelitian tersebut melaporkan potensi toksisitas air lindi terhadap kesehatan reproduksi melalui kontaminan logam berat dan senyawa EDCs, sebagian besar penelitian cenderung masih berfokus pada karakterisasi kualitas air lindi, identifikasi senyawa kontaminan, serta evaluasi toksisitas secara umum atau pada sistem reproduksi jantan. Seperti pada penelitian Ademola dkk.

(2020) dan Kakati dkk. (2024) yang menunjukkan bahwa paparan air lindi dapat menurunkan fertilitas, menginduksi stres oksidatif dan genotoksisitas hingga menimbulkan gangguan sistem reproduksi pada mencit jantan, namun belum mengevaluasi bagaimana dampaknya terhadap respons fisiologis maupun morfologis pada sistem reproduksi mencit betina. Kesenjangan tersebut menunjukkan bahwa pengaruh paparan air lindi terhadap sistem reproduksi betina juga perlu dilakukan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai potensi risiko paparan air lindi terhadap kesehatan reproduksi khususnya pada wanita.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini dilakukan menggunakan mencit betina (*Mus musculus*) sebagai hewan uji yang memiliki kemiripan fisiologis reproduksi dengan manusia, terutama pada regulasi sumbu hipotalamus-hipofisis-ovarium (HPO axis). Pengamatan indikasi gangguan terhadap sistem reproduksi mencit betina dapat teramati secara efisien melalui perubahan regulasi siklus estrus yang singkat, yaitu sekitar 4-5 hari. Selain itu, perubahan terhadap agen toksikan lindi dapat diamati pula melalui indeks organ reproduksi dan histomorfologi ovarium. Selain kesenjangan tersebut, pengambilan sampel lindi di TPS Ujungberung disebabkan belum adanya instalasi pengolahan air lindi di tempat pembuangan tersebut sehingga berpotensi mengalir langsung ke tanah dan ke badan air sekitarnya yang dekat dengan kawasan kegiatan manusia dan berpotensi meningkatkan risiko gangguan kesehatan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh dari paparan air lindi terhadap parameter fertilitas dan reproduksi mencit betina. Pemilihan konsentrasi paparan 30%, 50%, dan 70% diadaptasi dan dimodifikasi dari penelitian Kakati dkk. (2024) yang menggunakan rentang konsentrasi subletal air lindi berdasarkan hasil penelitian terdahulu, sehingga memungkinkan pengamatan respons biologis tanpa menimbulkan kematian hewan uji. Penambahan konsentrasi 50% pada penelitian ini dilakukan untuk memperoleh gambaran hubungan dosis-respons yang lebih komprehensif terhadap parameter reproduksi betina. Selain itu, penggunaan senyawa kafein sebagai kontrol positif karena dilaporkan sebagai salah satu *emerging contaminant* (EC) yang telah dilaporkan terdeteksi pada air lindi yang berasal dari limbah

domestik dan diketahui memiliki aktivitas biologis terhadap sistem reproduksi (Tawfik dkk., 2024). Diketahui dalam beberapa penelitian, kafein memiliki efek biologis terhadap sistem reproduksi salah satunya pada mencit betina sehingga dapat dijadikan pembanding gangguan dari efek respons paparan air lindi (Ogunwale dkk., 2024; Adelakun dkk. 2024).

Fenomena peningkatan timbulan sampah yang terjadi baik di TPA maupun TPS yang tidak diimbangi dengan pengelolaan limbah secara optimal hingga menimbulkan air lindi yang berpotensi mencemari lingkungan baik darat maupun perairan, sejalan dengan makna yang terkandung dalam QS. Ar.Ruum: 41. Surah tersebut menerangkan bahwa kerusakan di darat dan laut terjadi akibat perbuatan manusia, sehingga manusia perlu menyadari konsekuensi dari tindakannya dan harus berupaya memperbaiki melalui pengelolaan lingkungan. Dalam konteks penelitian ini, volume timbulan sampah yang tidak dikelola dengan baik sehingga menimbulkan permasalahan lingkungan berupa air lindi yang mengandung berbagai senyawa kontaminan berpotensi meningkatkan risiko gangguan kesehatan makhluk hidup, termasuk sistem reproduksi. Pencemarannya yang salah satunya melalui resapan air tanah yang dapat dikonsumsi ini berpotensi berdampak pada kualitas generasi mendatang jika tidak dilakukan upaya pencegahan dan pengelolaan yang memadai. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan sebagai upaya memperoleh bukti ilmiah yang dapat mendukung pengelolaan air lindi secara lebih baik serta meminimalkan risiko pencemaran lingkungan dan dampaknya terhadap kesehatan reproduksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang dipaparkan sebelumnya, maka dirumuskan beberapa pertanyaan dalam penelitian, yakni sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik fisika dan kimia air lindi pada TPS Ujungberung?
2. Bagaimana pengaruh paparan air lindi pada berbagai konsentrasi terhadap profil bobot badan, siklus estrus, dan berat organ ovarium reproduksi mencit betina?
3. Bagaimana pengaruh paparan air lindi pada berbagai konsentrasi terhadap profil histologi ovarium pada mencit betina?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui karakteristik fisika dan kimia air lindi sebagai dasar toksisitas.
2. Menganalisis pengaruh paparan air lindi dalam berbagai konsentrasi terhadap profil bobot badan, siklus estrus, dan berat organ ovarium mencit betina.
3. Mendeskripsikan dan menilai pengaruh air lindi dalam berbagai konsentrasi terhadap profil histologi ovarium mencit betina.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian yang diajukan adalah:

1. Air lindi yang digunakan memiliki karakteristik fisika dan kimia adanya kandungan senyawa pencemar yang berpotensi menimbulkan efek toksik terhadap sistem reproduksi.
2. Diduga bahwa paparan air lindi dalam berbagai konsentrasi akan berdampak ke penurunan bobot badan mencit, mengganggu siklus estrus yang ditandai dengan perubahan durasi fase pada perpanjangan diestrus dan menurunkan secara signifikan berat relatif organ reproduksi mencit betina seperti ovarium.
3. Diduga bahwa paparan air lindi pada berbagai konsentrasi akan menyebabkan kerusakan pada sel folikel yang ditandai dengan peningkatan signifikan jumlah folikel atretik serta penurunan jumlah folikel tahap lanjut dan korpus luteum.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini terdiri dari:

a. Manfaat Teoritis

Memberikan data ilmiah mengenai toksisitas reproduksi air lindi TPS Ujungberung terhadap sistem reproduksi betina pada model hewan mencit yang dapat dijadikan referensi bagi penelitian selanjutnya di bidang toksikologi lingkungan dan reproduksi, reproduksi dan perkembangan hewan, dan endokrinologi.

b. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi pemerintah daerah, khususnya Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Bandung dalam Menyusun kebijakan pengelolaan air lindi TPS dan TPA yang lebih aman bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat.

