

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perkembangan secara terus-menerus dalam industri elektronik telah membentuk perubahan dan kemajuan yang signifikan bagi kehidupan manusia. Seiring dengan pertumbuhan produksi elektronik dan ekspansi pasar yang pesat selama beberapa dekade terakhir, jumlah limbah peralatan elektronik pun turut meningkat. Mengutip data dari Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB), limbah listrik dan elektronik yang dihasilkan pada tahun 1992 ialah sebesar 14 juta ton, yang kemudian meningkat hingga 47,7 juta ton pada tahun 2016 (Hao *et al.*, 2020). Kemudian pada tahun 2019, menurut laporan "Pemantauan Limbah Elektronik Global" dari UNU 2020, limbah elektronik yang dihasilkan secara global mencapai 53,6 juta ton. Adapun masalah utama yang dapat disebabkan oleh limbah elektronik ini ialah substansi yang berupa unsur berbahaya seperti logam berat sehingga manusia dapat terpapar apabila terhirup, tertelan, serta kontak fisik secara langsung (Rautela *et al.*, 2021). Sebagian besar logam berat yang terdapat dalam limbah elektronik dapat ditemukan pada *Printed Circuit Board* (PCB).

*Printed Circuit Board* (PCB) merupakan bagian yang sangat penting dalam perangkat listrik dan elektronik. PCB dapat ditemukan pada komputer, laptop, ponsel, kamera, radio, mesin cuci, lemari es, TV, dan CD/DVD. Sebagian besar komponen limbah PCB yang dibuang mengandung beberapa jenis logam. Berdasarkan data yang ditemukan oleh (Perkins *et al.*, 2014), salah satu jenis logam yang ditemukan dalam limbah PCB ialah perak dengan konsentrasi 200-3000 ppm. Logam perak sendiri merupakan logam dengan nilai ekonomi yang tinggi, hal ini karena perak memiliki daya hantar listrik dan panas, reflektifitas optik yang tinggi, serta tahan terhadap korosi (Ekpunobi, 2013). Maka dari itu, pungut ulang logam perak dari limbah PCB sedang menarik banyak perhatian saat ini.

Mengingat kompleksitas komposisi limbah PCB yang cukup tinggi, proses pungut ulangnya pun memerlukan langkah-langkah yang cukup signifikan dan berbahaya. Saat ini, beberapa cara yang bisa dilakukan untuk pungut ulang logam perak dari limbah PCB ialah pirometalurgi, hidrometalurgi, dan solvometalurgi.

Metode pirometalurgi tidak cukup efisien untuk melindi logam dengan konsentrasi yang rendah, adapun metode hidrometalurgi juga tidak dapat mengekstraksi logam secara efisien dari bijih berkadar rendah, residu industri, atau limbah kota karena dapat melarutkan mineral yang tidak berharga bersama logam yang diinginkan sehingga menyebabkan penggunaan asam yang berlebihan dan menghasilkan hasil lindi yang tidak murni. Metode pirometalurgi dan hidrometalurgi juga memiliki kekurangan dimana kedua metode ini membutuhkan biaya yang tinggi serta tidak ramah lingkungan (Binnemans & Jones, 2017). Maka dari itu, diperlukan metode pungut ulang dari limbah PCB yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan sehingga solvometalurgi dapat digunakan sebagai alternatif karena memiliki sifat yang lebih mudah dikontrol, ramah lingkungan, biaya modal yang lebih rendah, dan perolehan logam yang lebih tinggi dibandingkan kedua proses sebelumnya (*Rao et al.*, 2021)

Solvometalurgi adalah metode ekstraksi logam yang melengkapi pirometalurgi dan hidrometalurgi. Metode ini mengganti fasa air yang digunakan dalam proses hidrometalurgi dengan pelarut organik pelarut eutektik (DES). DES ialah pelarut yang terdiri dari dua atau lebih komponen dengan titik leleh yang jauh lebih rendah daripada masing-masing komponennya. (*Peeters et al.*, 2020). Komponen tersebut berupa *hydrogen bond acceptor* (HBA) dengan *hydrogen bond donor* (HBD) yang dicampur bersama-sama dalam rasio yang tepat sehingga titik eutektik dapat tercapai. DES membentuk fasa cair pada suhu ruang dan dapat membentuk kompleks dengan logam. Sintesis DES pada umumnya memiliki sifat yang menguntungkan seperti biodegradabilitas, lebih ramah lingkungan, proses pembuatannya lebih mudah, serta memiliki biaya yang terjangkau (*Riveiro et al.*, 2020).

Deep Eutectic Solvents (DES) berbasis HBA kolin klorida dan HBD etilen glikol telah menjadi fokus pada penelitian (*Elia*, 2023) karena potensinya sebagai pelarut yang ramah lingkungan dan efisien. DES berbasis kolin klorida-etilen glikol pada penelitian *Elia* (2023) memiliki kinerja yang cukup baik dalam pelindian logam perak, dibuktikan dengan persen pelindian logam perak yang cukup tinggi yaitu 76%. Kolin klorida dan etilen glikol membentuk campuran eutektik dengan

titik lebur yang rendah, membuat DES ini ideal untuk aplikasi dalam ekstraksi logam dan proses industri lainnya.

Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan keberagaman aplikasi DES, penelitian ini berfokus pada penggunaan polietilen glikol (PEG) sebagai *hydrogen bond donor* (HBD) dalam sistem DES berbasis kolin klorida. Polietilen glikol memiliki rentang molekul dan sifat fisik yang lebih luas dibandingkan etilen glikol, yang memungkinkan penyesuaian DES untuk berbagai aplikasi spesifik dengan memodifikasi viskositas, titik beku, dan kestabilannya. Selain itu, PEG umumnya dianggap lebih ramah lingkungan, yang sejalan dengan upaya tujuan pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja DES yang berbasis kolin klorida dengan bentuk polimer dari etilen glikol, yaitu polietilen glikol (PEG) untuk melihat potensi polimer-DES (PDES) dalam pelindian logam perak dari limbah PCB.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana sintesis dan karakteristik pelarut eutektik berbasis kolin klorida-polietilen glikol (PDES) dan kolin-klorida etilen glikol (DES)?
2. Bagaimana kinerja PDES dan DES dalam proses pelindian logam perak dari limbah PCB?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Mengarah pada rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Melakukan sintesis dan karakterisasi PDES dan DES;
2. Membandingkan kinerja PDES dan DES pada pelindian logam perak.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di harapkan dari hasil penelitian ini untuk memberikan solusi dalam mengurangi salah satu limbah elektronik yaitu PCB dengan cara

memanfaatkan PDES sebagai bahan pelindian logam dengan metode yang ramah lingkungan.

### **1.5 Struktur Organisasi Skripsi**

Skripsi ini terdiri dari lima bab yaitu bab I berisi pendahuluan yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan struktur organisasi skripsi. Bab II mengenai kajian pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan mengenai *Printed Circuit Boards (PCB)*, *Deep Eutectic Solvent (DES)*, pelindian logam perak, kolin klorida ( $\text{ChCl}$ ), dan polietilen glikol (PEG). Bab III mengenai metode penelitian yang mencakup waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, serta prosedur penelitian. Bab IV mengenai temuan dan pembahasan penelitian, Bab V berisi kesimpulan, implikasi, dan rekomendasi dari penelitian yang telah dilakukan. Skripsi ini juga dilengkapi dengan lampiran berupa data dan gambar yang memberikan dukungan pada penelitian ini.