

## BAB V

### SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Optimasi pelindian logam perak dari limbah PCB menggunakan DES gliselin pada suhu 120°C menunjukkan waktu pelindian optimum selama 16 jam dengan rasio S/L pelindian 1/20 didapatkan persentase ekstrak perak mencapai 86,77%. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan perpindahan massa yang efektif dan tingginya logam yang terurai pada sampel PCB dalam proses pelindian menggunakan DES gliselin. Meskipun demikian, DES gliselin memiliki selektivitas yang rendah untuk pungut ulang logam perak, karena beberapa logam lain ikut terurai.
2. DES terner berhasil disintesis dengan menambahkan asam sitrat sebagai HBD pada DES gliselin yang terdiri dari kolin klorida sebagai HBA dan gliserol sebagai HBD. DES terner menunjukkan karakteristik cairan kental, tak berwarna, dan memiliki stabilitas yang baik selama 60 hari. Selain itu, DES terner memiliki derajat keasaman yang lebih rendah (pH 3) dibandingkan DES gliselin (pH 5). Densitas rata-rata DES terner sebesar 1,21 g/mL, lebih tinggi dibandingkan densitas DES gliselin karena adanya interaksi yang lebih kuat antara gugus hidroksil asam sitrat dengan ion klor ( $\text{Cl}^-$ ) dalam kolin klorida, sehingga terbentuk lebih banyak ikatan hidrogen dalam DES. Analisis FTIR juga mengindikasikan keberadaan ikatan hidrogen dalam DES terner, yang ditunjukkan oleh pelebaran dan pergeseran spektrum.
3. Kinerja pelindian menggunakan DES terner berhasil menghasilkan ekstrak perak dari limbah PCB sebesar 93,65%, melebihi hasil optimasi dengan DES gliselin. Kinerja ini dipengaruhi oleh sifat asam yang lebih kuat dalam DES terner yang dapat meningkatkan aktivitas proton dan kinetika reaksi. Selain itu, masih terdapat peluang untuk meningkatkan persentase ekstrak perak dengan mengoptimasi kondisi pelindian menggunakan DES terner. Meskipun demikian, selektivitas DES terner terhadap pungut ulang logam perak masih perlu ditingkatkan karena beberapa logam lain juga ikut terurai.

## 5.2 Implikasi dan Rekomendasi

Hasil penelitian ini menunjukkan implikasi yang baik terhadap pungut ulang logam perak dalam limbah elektronik, terutama PCB. Dengan tingginya ekstrak logam perak yang diperoleh dari pelindian menggunakan DES terner, penelitian ini memiliki potensi untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah elektronik. Meskipun demikian, penelitian ini masih memerlukan pengembangan lebih lanjut. Oleh karena itu, peneliti merekomendasikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Melakukan studi lebih lanjut mengenai selektivitas pelindian logam perak menggunakan DES gliselin maupun DES terner.
2. Mendalami sintesis DES terner berbasis kolin klorida, gliserol, dan asam sitrat pada rasio molar dan karakterisasi yang lebih mendalam.
3. Eksplorasi pelindian logam perak menggunakan DES terner dengan HBD lain seperti etilen glikol atau asam oksalat, selain DES terner berbasis kolin klorida, gliserol, dan asam sitrat.
4. Melakukan optimasi lebih lanjut terkait suhu, waktu, dan rasio padatan-cair (S/L) dalam pelindian logam perak menggunakan DES terner, guna mencapai kondisi paling optimum.