

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, industri, dan ekonomi, unsur-unsur logam tanah jarang (*Rare Earth Elements*, REEs) telah menjadi kelompok logam yang sangat penting, dengan permintaan yang terus meningkat di seluruh dunia. Disebabkan sifat optik, magnet, fisik, dan kimianya yang luar biasa terkait dengan konfigurasi elektronnya yang unik sebab ion trivalennya yang stabil dengan ukuran yang sama (Patil *et al.*, 2021). Unsur REEs meliputi 15 unsur lantanida, diantaranya scandium (Sc) dan itrium (Y) (Wu *et al.*, 2019). REEs merupakan logam penting yang digunakan dalam aplikasi lanjutan material baru untuk penerapan teknologi yang lebih ramah lingkungan (Gupta *et al.*, 2021), dengan karakteristik konsumsi energi yang lebih rendah, efisiensi yang lebih besar, miniaturisasi, kecepatan, daya tahan, dan stabilitas termal yang tinggi (Balaram, 2019).

REEs dapat ditemukan pada produk samping atau buangan suatu proses pengolahan dan pemurnian mineral atau sisa pembakaran, contohnya pengolahan alumina yang diekstraksi dari bauksit dengan proses Bayer (Khairul *et al.*, 2019). Bubur limbah yang dihasilkan dalam proses ini disebut *red mud* dan fraksi padatnya disebut residu bauksit, dengan pH sekitar 12 yang sangat berbahaya bagi ekosistem (Wei *et al.*, 2021) dan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Dudin *et al.*, 2019). REE dalam *red mud* berada dalam kondisi yang belum terkonsentrasi sehingga diperlukan teknik dan inovasi pemisahan atau pelindian logam yang berkelanjutan (Xiao *et al.*, 2020).

Terdapat berbagai macam teknik atau metode untuk *recovery* REEs diantaranya seperti metode *recovery* piro-metalurgi yang menerapkan teknik perlakuan termal dan dianggap sebagai metode populer pada masanya. Penggunaan teknologi pirometalurgi untuk mengekstraksi besi dari lumpur merah memiliki keunggulan proses yang singkat dan efisiensi pemisahan yang tinggi (Khairul *et al.*, 2019). Namun, bersifat kurang ekonomis dimana biaya konsumsi

Mia Widyaningsih, 2023

STUDI PEMBENTUKAN CAIRAN IONIK EUTEKTIK BERBASIS BETAIN-ASAM CIS-OLEAT DAN PENGGUNAAN NYA SEBAGAI PELINDI PADA PROSES PUNGUT ULANG LOGAM TANAH JARANG DARI RED MUD

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

energi yang tinggi (mencapai 65% lebih dari biaya produksi). Mengakibatkan penerapannya dalam industri menjadi terbatas (Wei *et al.*, 2022). Metode pemisahan lainnya berbasis magnetik dan fluidisasi telah dilaporkan oleh Yu *et al.* (2022) dimana pemisahan *red mud* dalam konsentrasi CO 30% dengan menggunakan pemanas fluidisasi pada 560°C selama 15 menit dan dilanjutkan dengan pemisahan magnetik, memberikan perolehan tingkat *recovery* sebesar 89,34%, yang menunjukkan adanya kandungan slag silikon halus tertanam di dalam magnetit. Namun, dari proses ini hasil pemisahan masih berupa campuran konsentrat *alumogothite* ((Al,Fe)₂O₄). Oleh sebab itu, penelitian lebih lanjut untuk mengurangi kandungan aluminium pada konsentrat besi (Zenoveev *et al.*, 2021) masih perlu dikembangkan.

Selain itu, teknik pelindian asam (*acid leaching*) dengan menggunakan asam sulfat menunjukkan peningkatan efisiensi pelindian REEs terutama pada scandium, yang prosesnya dipengaruhi oleh konsentrasi asam, suhu dan pelindian fusi-hidrolisis alkali (Deng *et al.*, 2019). Namun metode ini berpotensi mencemari lingkungan disebabkan penggunaan asam secara berlebihan (Wei *et al.*, 2022). Metode *recovery* hidrometalurgi yaitu proses pemisahan kimia untuk memulihkan logam dari *red mud* yang melibatkan penggunaan air dalam pemisahan, menjadi metode alternatif untuk *recovery* REEs (Kahirul *et al.*, 2019). Namun metode ini cukup rumit untuk digunakan sebab harus melalui proses *pretreatment*, pencucian asam, ekstraksi pelarut, pengendapan, kalsinasi, dan lain – lain (Wei *et al.*, 2022). Dari sejumlah metode di atas terdapat berbagai kelemahan, sehingga diperlukannya alternatif metode yang lebih hemat energi, *green solvent*, dan mudah dikerjakan, diantaranya metode solvometalurgi.

Dalam 20 tahun terakhir cairan ionik (*ionic liquids, ILs*) telah mendapat perhatian besar di berbagai bidang seperti katalisis, elektrokimia, kimia material dan *pre-treatment* biomassa (Sahin, 2019). ILs juga disebut sebagai garam cair pada suhu ruangan atau cairan garam organik/ pelarut neoterik, yang dapat digunakan dalam media organik berair dan konvensional (Singh & Savoy, 2020). Namun, ILs memiliki volatilitas yang tinggi, mudah terbakar dan termasuk senyawa yang tidak stabil (Liu *et al.*, 2021). Karakteristik ini tidak menguntungkan untuk aplikasi ILs secara lebih luas.

Mia Widyaningsih, 2023

STUDI PEMBENTUKAN CAIRAN IONIK EUTEKTIK BERBASIS BETAIN-ASAM CIS-OLEAT DAN PENGGUNAAN NYA SEBAGAI PELINDI PADA PROSES PUNGUT ULANG LOGAM TANAH JARANG DARI RED MUD

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Terdapat berbagai jenis ILs berdasarkan komponen penyusunnya, diantaranya *Poly ionic liquids* (PILs), polielektrolit yang dapat diperoleh dari polimerisasi monomer cairan ionik atau melalui proses pascapolimerisasi (Patinha *et al.*, 2019), PILs menggabungkan keunggulan ILs dan polimer, dan memiliki kemampuan untuk modifikasi sifat fisikokimia intrinsiknya secara superior, dan dapat daur ulang (Pei *et al.*, 2022). Namun demikian, proses sintesis PILs cukup rumit (Patinha *et al.*, 2019). Cairan ionik terfungsionalisasi (*Functionalized Ionic Liquids* (FILs)) telah dikembangkan sebagai inovasi untuk mengatasi kelemahan PILs. FILs merupakan penggabungan gugus fungsi dari kation dan/atau anionnya, yang dapat bertindak sebagai fasa organik dan agen ekstraksi dalam proses pungut ulang logam, dan REEs (Huang *et al.*, 2019). FILs memiliki kinerja yang baik dalam pencampuran ekstrak, memfasilitasi pemulihan pelarut, dan mengatasi dampak lingkungan akibat pemisahan REEs (Li *et al.*, 2020). Namun, metode hidrometalurgi dalam sintesis FILs dianggap kurang praktis (Huang *et al.*, 2019). Oleh sebab itu, diperlukan formulasi dan metode alternatif untuk sintesis FILs, antara lain, melalui pengembangan jenis cairan ionik eutektik (*Eutectic-based Ionic Liquids*, *EILs* atau *Deep Eutectic Solvent*, *DES*).

Sintesis EILs dapat dilakukan dengan metode pencampuran eutektik asam dan basa Lewis atau Bronsted yang dapat mengandung berbagai spesies anionik dan/atau kationik sebagai *hydrogen-bond acceptor* (HBA) ion negatif dengan elektronegatifitas tinggi dan *hydrogen-bond donor* (HBD) sebagai molekul netral (Husraini *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2022). EILs bersifat *renewable* sebab menggunakan asam lemak, dan dapat dimodifikasi kepolarannya, sehingga akan *compatible* untuk *recovery* REEs dari *red mud* (Abranches *et al.*, 2020). EILs lebih mudah disintesis, ekonomis, ramah lingkungan, toksisitas rendah dan bersifat *biodegradable* (Gajardo-Parra *et al.*, 2019).

Pelindian REEs menggunakan EILs telah dilakukan oleh Yan *et al.* (2021) untuk *recovery* REEs dengan *green* teknologi yang mudah dioperasikan dan bersifat ramah lingkungan, dimana jenis EILs yang digunakan berbasis *guanidine hydrochloride* (GUC) dan *lactic acid* (LAC) menghasilkan *recovery* REEs yang tinggi dengan adanya penambahan asam oksalat saat ekstraksi, namun proses *recovery* dan pungut ulang REEs harus dikalsinasi pada suhu tinggi yaitu 900°C sehingga tidak hemat energi. Selain itu,

Mia Widyaningsih, 2023

STUDI PEMBENTUKAN CAIRAN IONIK EUTEKTIK BERBASIS BETAIN-ASAM CIS-OLEAT DAN PENGGUNAAN NYA SEBAGAI PELINDI PADA PROSES PUNGUT ULANG LOGAM TANAH JARANG DARI RED MUD

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

penelitian Jiang *et al.* (2022) melaporkan optimalisasi pelindian REEs dari *red mud* menggunakan EILs berbasis asam cis-oleat dengan mengembangkan model matematika yang menunjukkan hasil pelindian REEs mendekati 100%. Namun metode ini belum mampu merecovery logam Sc, sebab Sc ditemukan sebagai faktor pembatas untuk efisiensi pelindian total dalam *red mud*, yang disebabkan Sc terikat kuat dalam oksida besi dan rendahnya pelarutan besi. Secara khusus, Abranches *et al.* (2020) melaporkan bahwa gugus asam karboksilat pada betain (HBA) dapat menghasilkan kekuatan pengikatan yang lebih baik pada recovery REEs. Penggabungan gugus asam karboksilat (RCOO) pada asam cis-oleat (HBD) dan gugus asam karboksilat pada betain (HBA) diharapkan dapat menjadi sistem pelarut yang potensial untuk digunakan pada proses pelindian (*leaching*) dan ekstraksi REEs dari *red mud*.

Penelitian ini bertujuan untuk pembentukan EILs yang bersifat ramah lingkungan dan memiliki kinerja yang baik dalam recovery REEs pada *red mud*. Secara khusus, EILs akan disintesis menggunakan metode solvometalurgi berbasis betain-asam cis-oleat. EILs hasil sintesis akan dikarakterisasi menggunakan DSC, FTIR, dan uji kelarutan. Kemudian uji kinerja EILs dalam recovery REEs pada *red mud* dilakukan menggunakan XRD, XRF dan SEM-EDX.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana komposisi optimum campuran betain dengan asam cis-oleat dalam sintesis EILs menggunakan metode solvometalurgi?
2. Bagaimana karakteristik struktur, fisikokimia dan kelarutan EILs hasil sintesis dari campuran betain dengan asam cis-oleat?
3. Bagaimana kinerja EILs sebagai pelindi (*leaching agents*) REEs dari *red mud*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diajukan, tujuan dalam penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi tentang:

Mia Widyaningsih, 2023

STUDI PEMBENTUKAN CAIRAN IONIK EUTEKTIK BERBASIS BETAIN-ASAM CIS-OLEAT DAN PENGGUNAAN NYA SEBAGAI PELINDI PADA PROSES PUNGUT ULANG LOGAM TANAH JARANG DARI RED MUD

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1. Komposisi optimum campuran betain dengan asam cis-oleat pada pembentukan EILs.
2. Struktur, karakteristik fisikokimia dan kalarutan EILs hasil sintesis dari campuran betain dengan asam cis-oleat.
3. Kinerja EILs sebagai pelindi (*leaching agents*) REEs dari *red mud* berupa persen *recovery*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada:

1. Bagi peneliti lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peneliti lain terkait metode sintesis EILs berbasis betain–asam cis-oleat sebagai pelindi pada proses pungut ulang REEs dari *red mud*.

2. Bagi Industri

Diharapkan bermanfaat bagi bidang lingkungan dan Industri terkait penanganan limbah industri bauksit yang menghasilkan *red mud* untuk dapat di *recovery* dengan adanya EILs berbasis betain–asam cis-oleat.