

SARI

Rare earth elements and yttrium (REY) merupakan *critical raw materials* yang terdiri dari kelompok lantanida (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) ditambah *scandium* dan *yttrium*. Beberapa tahun terakhir ini permintaan terhadap REY meningkat seiring dengan meningkatnya industri *green technologies*. Akan tetapi, permintaan yang tinggi tersebut tidak diimbangi dengan *supply* yang mencukupi sehingga diperlukan pencarian sumber alternatif REY baru, salah satunya berasal dari abu pembakaran batubara. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil batubara terbesar di dunia dan salah satu daerah penghasilnya adalah Kalimantan. Batubara Kalimantan umumnya digunakan sebagai bahan bakar pada pembangkit listrik, dan abu batubara merupakan limbah yang dihasilkan dari pembakaran tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pengayaan dan moda keterdapatan REY pada abu batubara Kalimantan serta diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah dari limbah tersebut apabila mengalami pengayaan REY. Lokasi penelitian berada di Formasi Batu Ayau, Cekungan *Upper Kutai* (Kalimantan bagian tengah) dan Formasi Warukin, Cekungan pasir (Kalimantan bagian timur). Penelitian ini menggunakan analisis proksimat, petrografi organik, *Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES)*, *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)*, *X-Ray Diffraction (XRD)*, dan *Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDX)*.

Batubara dari daerah penelitian tidak mengalami pengayaan, dengan rentang konsentrasi REY 1,61 – 17,24 ppm. Namun begitu, REY yang terdapat pada abu batubara mengalami peningkatan konsentrasi, bahkan mencapai 13 – 20 kali dari total konsentrasi REY yang ada di batubara asal, yaitu pada sampel SA 14 (257,78 ppm), SA 15 (242,26 ppm), dan SA 16 (234,33 ppm). Moda keterdapatan REY di batubara sampel SA 14, SA 15, dan SA 16 berasosiasi dengan material organik. Keterdapatan REY di batubara tersebut dikarenakan adanya input sedimen (*terrigenous type*) dan infiltrasi dari air laut (*infiltration type*). Kedua tipe tersebut hadir secara poligenetis. Proses pelapukan dan *leaching* pada batuan *basement* yang berupa granit, diorit, serpentinit, harzburgit, dan batuan vulkanik basaltik menyebabkan *leachate* mengalami pengayaan REY dan menginfiltrasi *mire* pada saat proses penggambutan. Adanya infiltrasi air laut juga menjadi salah satu faktor kehadiran REY di batubara daerah penelitian. Infiltrasi air laut tersebut dapat menciptakan kondisi dimana REY dapat terikat oleh material organik. Komponen penyusun abu batubara didominasi oleh material anorganik, dengan kandungan terbesarnya adalah *Fe-Oxide*, dan material organik (*unburned carbon/UC*) dalam jumlah minor. Pada sampel yang diteliti REY pada batubara dominan berasosiasi dengan material organik (*intimate organic association*), sedangkan keterdapatan REY pada abu batubara menempel pada komponen penyusun abu dengan mekanisme *physical adsorption*.

Kata kunci: REY, abu batubara, Formasi Batu Ayau, Formasi Warukin, Kalimantan

ABSTRACT

Rare earth elements and yttrium (REY) are critical raw materials consisting of lanthanide groups (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, and Lu) plus scandium and yttrium. In recent years the demand for REY has increased along with the advancement of industrial green technology. However, the supply of REY is not enough to keep up with the high demand, so that alternative sources of REY are needed, one of which comes from coal combustion. Indonesia is one of the largest coal-producing countries in the world, and one of the areas in Kalimantan. Kalimantan coal is generally used as fuel in power plants, and coal ash is waste generated from combustion. The purpose of this study is to determine the concentration of REY in coal and coal ash, and enrichments of REY in Kalimantan coal ash. The benefit of this research can increase the added value of coal ash which is a combustion waste. The located of this study are in Batu Ayau Formation, Upper Kutai Basin (Central of Kalimantan) and Warukin Formation, Pasir Basin (Eastern Kalimantan). This study used proximate analysis, organic petrography, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES), Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS), X-Ray Diffraction (XRD), dan Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDX).

Coal samples in this study area do not have REY enrichment, with REY range content 1.61 – 17.24 ppm. However, REY content in coal ash increased up to 13 – 20 times from REY in feed coal, namely in samples SA14 (257.78 ppm), SA15 (242.26 ppm), dan SA 16 (234.33 ppm). The mode of occurrence of REY in coal samples (SA14, SA15, and SA16) is associated with organic material. The presence of REY in coal is due to the input of sedimentary material (terrigenous type) and infiltration from seawater (infiltration type). Both types are present polygenetic. The process of weathering and leaching of basement rocks in the form of granite, diorite, serpentinite, harzburgite, and basaltic volcanic rocks causes the leachate enriched with REY and then infiltrate mire during the peatification process. Seawater infiltration is also a factor in the presence of REY in the coal of the study area. Seawater infiltration can create conditions where REY can be bound by organic material. The components of coal ash are dominated by inorganic materials, with the largest content is Fe-Oxide and organic material (unburned carbon/UC) in minor amounts. The mode of occurrence REY in coal ash is attached to the components of the ash with a physical adsorption mechanism.

Key words: REY, coal ash, Batu Ayau Formation, Warukin Formation, Kalimantan