



Ekstraksi Besi Oksida (Fe_2O_3) dari Limbah Abu Terbang (*Fly Ash*) sebagai Upaya Pengembangan Industri Ramah Lingkungan

Rahman Hakim¹, Ardiansah² Muh. Azis Albar J³

1. Teknik Kimia Mineral, Politeknik Industri Logam Morowali, Morowali, Indonesia – rahmanerk550@gmail.com
2. Teknik Kimia Mineral, Politeknik Industri Logam Morowali, Morowali, Indonesia – ardiansah@pilm.ac.id
3. Teknik Kimia Mineral, Politeknik Industri Logam Morowali, Morowali, Indonesia – azis.albar.j@gmail.com

Informasi Artikel

Sejarah Artikel
Diterima Juni 2023
Disetujui Juni 2023
Dipublikasi Juni 2023

Abstrak

Abu sisa pembakaran (*Fly ash*), dapat berdampak buruk pada lingkungan sekitar, sehingga diperlukan tindakan khusus untuk mengatasi masalah ini. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan memanfaatkan limbah batubara sebagai bahan material yang bernilai ekonomi. Pada penelitian ini dilakukan proses ekstraksi besi oksida (Fe_2O_3) menggunakan pelarut HCl dikarenakan asam klorida (HCl) yang merupakan pelarut yang paling efektif untuk proses pemisahan besi. Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengovenan sampel untuk menghilangkan pengotor kemudian dilakukan analisis kandungan besi pada sampel dengan menggunakan *X-Ray fluorescence* (XRF). Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi pada sampel dengan menggunakan pelarut asam klorida (HCl) dengan variasi konsentrasi yaitu 9, 10, 11 dan 12 N. Hasil ekstraksi tertinggi yang didapatkan pada penelitian ini adalah pada konsentrasi 9 dan 11 N yaitu sebesar 0,86% berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan instrument *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

Abstract

The fly ash can harm the surrounding environment, so special measures are needed to overcome this problem. One way to overcome this problem is to utilize coal waste as a material with economic value. In this research, the iron oxide (Fe_2O_3) extraction process was carried out using an HCl solvent because hydrochloric acid (HCl) is the most effective solvent for the iron separation process. This research was started by heating the samples to remove impurities and then analyzing the iron content in the samples using X-Ray fluorescence (XRF). Then the extraction process was carried out on the sample using hydrochloric acid (HCl) with various concentrations, namely 9, 10, 11, and 12 N. The highest extraction results obtained in this study were at concentrations of 9 and 11 N, namely 0.86% based on the analysis of the results using the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) instrument.

Keywords:

Besi oksida, ekstraksi, asam klorida, fly ash

Alamat Koresponden:

Politeknik Industri Logam Morowali,
Morowali, Indonesia
Email: ardiansah@pilm.ac.id

PENDAHULUAN

Bahan bakar adalah sumber energi penting untuk aktivitas produksi di dunia industri yang berkembang pesat. Karena lebih murah daripada minyak bumi, batubara digunakan sebagai sumber energi alternatif, terutama di Indonesia, yang memiliki banyak cadangan batubara. Akibatnya, penggunaan batubara di Indonesia meningkat secara signifikan setiap tahunnya. Statistik menunjukkan bahwa pada tahun 2003, penggunaan batubara mencapai 14,1% dari total penggunaan energi di Indonesia, dan diperkirakan akan terus meningkat hingga mencapai 34,6% pada tahun 2025 (Gusnita, 2018).

Batubara digunakan dalam beberapa bisnis, termasuk pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Dua jenis material sisa dihasilkan selama proses pembakaran batubara di PLTU. Secara umum, pembakaran batubara pada PLTU menghasilkan 80% limbah *fly ash* dan 20% limbah *bottom ash*. Namun saat ini sekitar hanya 20% limbah *fly ash* yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan material ataupun dimanfaatkan untuk hal lainnya (Azizah & Lisha, 2019). Dengan produksi batubara sebesar 386 juta ton per tahun, menurut The Daily Records Jakarta, Indonesia saat ini berada di urutan kelima di dunia. Sekitar 86% PLTU menggunakan batu bara, menghasilkan *fly ash* dan *bottom ash* sebagai limbah dari proses pembakaran.

Baik *fly ash* maupun *bottom ash*, abu sisa pembakaran, dapat berdampak buruk pada lingkungan sekitar, sehingga diperlukan tindakan khusus untuk mengatasi masalah ini. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan memanfaatkan limbah batubara sebagai bahan material yang bernilai ekonomi (Anggia & Suprpto, 2016).

Fly ash maupun *bottom ash* mengandung karbon yang dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna, asap cenderung berwarna abu-abu hingga kehitaman. Metode *Loss On Ignition* (LOI) dapat digunakan untuk mengukur kadar karbon dalam *fly ash* (Afrianita et al., 2010). Sebenarnya, ukuran dan bentuk partikel *fly ash* bergantung pada bahan yang dibakar, derajat penghancuran, suhu, suplai oksigen, dan pembakaran yang merata. Sebagian besar, *fly ash* berbentuk bola, padat, atau berlubang seperti kaca. Sebagian besar komposisi kimia *fly ash* merupakan senyawa oksida seperti silika oksida (SiO_2), alumina oksida (Al_2O_3), besi oksida (Fe_2O_3), kalsium (CaO), magnesium oksida (MgO), natrium oksida (Na_2O), dan sulfur (SO_3).

Senyawa Fe terdapat pada *fly ash* sehingga sangat mungkin untuk dikembangkan lebih lanjut sehingga menghasilkan produk yang lebih hemat biaya dan berguna. Faktor lain yang mendorong pembentukan besi dari *fly ash* adalah ketersediaannya yang melimpah. Terdapat beberapa metode yang umum digunakan untuk mengekstraksi besi dari limbah *fly ash* yaitu ekstraksi, destruksi, dan *magnetic separation*. Ekstraksi merupakan metode yang umum dan paling sering digunakan karena peralatan yang dibutuhkan relative sederhana, mudah didapat dan relative lebih murah. Ekstraksi merupakan proses yang dilakukan dengan pemisahan suatu zat dari campuran dengan menggunakan pelarut. Pada umumnya zat pelarut yang digunakan harus memiliki kemampuan untuk mengekstrak zat tertentu yang diinginkan namun tidak melarutkan zat lain. Asam kuat seperti HCl , H_2SO_4 , dan HNO_3 dapat melarutkan senyawa besi dalam *fly ash* (Kheloufi et al., 2011).

Larutan HCl digunakan sebagai pelarut karena memiliki kemampuan melarutkan besi hingga sekitar 90% (Kheloufi et al., 2011). Dalam

penelitian (Yoon & Bae (2019), digunakan variasi konsentrasi HCl sebesar 3, 5, dan 7 N, dan waktu pengadukan yang paling efektif adalah 15 jam, 24 jam, dan 46 jam. Selama pengadukan 24 jam, besi diekstraksi dari *fly ash* dengan konsentrasi 7 N. Dalam penelitian yang dilakukan pada konsentrasi 7 N, didapatkan sebesar 32% Fe_2O_3 . Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi HCl yang digunakan untuk ekstraksi *fly ash*, semakin banyak besi yang diekstraksi.

Sebelumnya, penelitian dilakukan oleh Budi Setyo et al (2021), dengan mengekstrak besi (Fe) dengan menggunakan asam Klorida (HCl) Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA) dan Metil Isobutil Keton (MIBK). Konsentrasi HCl yang digunakan adalah 5, 7 dan 9 N, dan hasil tertinggi dicapai pada konsentrasi 9 N dengan presentase 11,5%.

Berdasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif untuk pemanfaatan limbah *fly ash* yang berpotensi menjadi pencemar lingkungan dengan melakukan proses ekstraksi besi oksida (Fe_2O_3) yang terkandung dalam *fly ash* limbah penggunaan batubara, dengan memvariasikan konsentrasi asam klorida (HCl) yang merupakan pelarut yang paling efektif untuk proses pemisahan besi.

METODE

Dalam penelitian ini, alat yang digunakan termasuk neraca analitik, erlenmeyer, gelas beaker 250 mL, labu ukur ukuran 10, 25, 50, dan 100 mL, kaca arloji, corong, corong pemisah, pengaduk gelas, pipet tetes, pipet ukur 10 mL dan 25 mL, pipet bola, oven, *X-Ray fluorescence* (XRF) dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Dalam penelitian ini, bahan-bahan yang digunakan termasuk *fly ash*, HCl padat 37% Merck dan aquades dan bahan lainnya.

1. Preparasi *Fly ash*

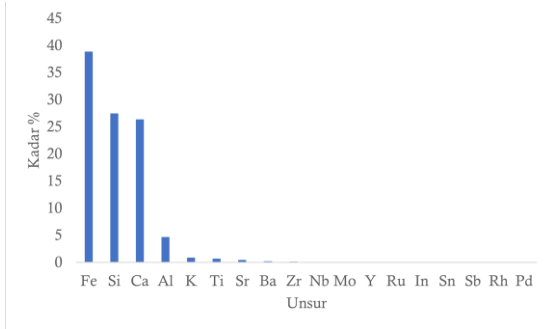
Fly ash yang telah diperoleh dari kawasan industri kemudian siap untuk dilakukan proses preparasi. Menurut penelitian (Yoon & Bae (2019), 10 gram sampel *fly ash*, diambil dan dikeringkan selama 24 jam menggunakan oven pada suhu 110°C . Ini dilakukan untuk menghindarkan *fly ash* dari pengotor yang dapat mengganggu proses ekstraksi senyawa logam. *Fly ash* yang telah dioven kemudian dianalisis menggunakan *X-Ray fluorescence* (XRF) untuk mengetahui kandungan besi pada sampel tersebut. Sampel siap digunakan untuk proses ekstraksi.

2. Ekstraksi Besi dengan Variasi Konsentrasi HCl

Sebanyak 10 gram *fly ash* ditambahkan 100 mL HCl dengan konsentrasi yang divariasikan menjadi 9, 10, 11 dan 12 N. Ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh besar atau kecilnya kandungan besi hasil ekstraksi terhadap perubahan konsentrasi HCl. Selama 24 jam, larutan diaduk dengan magnetik stirer 250 rpm. Setelah itu, larutan disaring dengan kertas saring untuk membedakan antara larutan dan residu. Selanjutnya, filtrat yang diperoleh diuji absorbansinya dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) untuk mengetahui kandungan besi yang larut dalam HCl (Yoon & Bae, 2019).

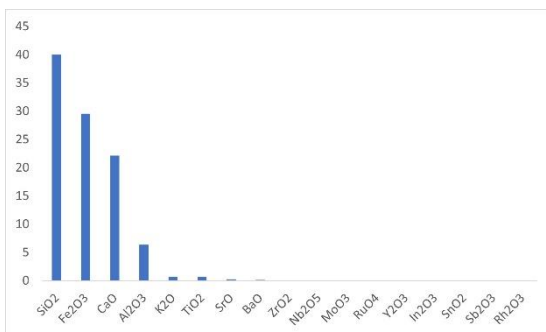
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, sebelum sampel *fly ash* yang telah diperoleh dari Kawasan industri dianalisis dengan menggunakan XRF untuk mengetahui kandungan zat dalam sampel, terlebih dahulu dilakukan proses pengovenan untuk menghilangkan senyawa-senyawa organik pada sampel yang dapat mengganggu proses ekstraksi. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 1.



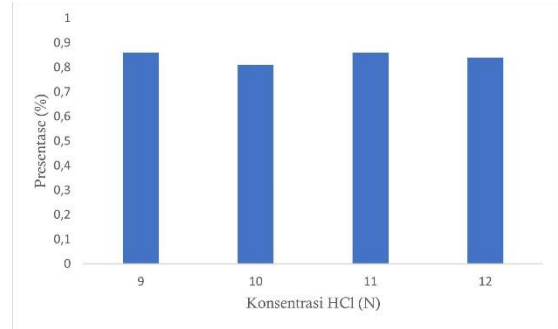
Gambar 1. Analisa XRF *Fly Ash* (Unsur)

Berdasarkan gambar 1 diatas dapat dilihat bahwa unsur tertinggi dalam sampel fly ash yaitu besi (Fe) sebesar 38.89% selanjutnya diikuti silika (Si) sebesar 27.45%, kalsium (Ca) sebesar 26.39%, alumunium (Al) sebesar 4.68%, kalium (K) sebesar 0,87%, titanium (Ti) sebesar 0,69% dan stronsium (Sr) sebesar 0,44% serta beberapa unsur lainnya dengan presentase kecil.



Gambar 2. Analisa XRF *Fly Ash* (Senyawa)

Berdasarkan gambar 1 diatas, dapat dilihat bahwa senyawa oksida tertinggi dalam sampel fly ash yaitu silika oksida (SiO₂) sebesar 40% selanjutnya diikuti besi oksida (Fe₂O₃) sebesar 29.57%, kalsium oksida (CaO) sebesar 22.14%, alumunium oksida (Al₂O₃) sebesar 6.34%, kalium oksida (K₂O) sebesar 0,66%, titanium oksida (TiO₂) sebesar 0,64%, stronsium oksida (SrO) sebesar 0,25% dan barium oksida (BaO) sebesar 0,15% serta beberapa senyawa lainnya dengan presentase kecil.



Gambar 3. Presentase Besi Oksida terhadap Perbedaan Konsentrasi Pelarut

Gambar 3 diatas menunjukkan kadar besi yang dihasilkan dari ekstraksi *fly ash* batubara dengan asam klorida (HCl) dengan variasi konsentrasi 9, 10, 11 dan 12 N. Kadar besi oksida pada konsentrasi 9 N adalah 0,86%, pada konsentrasi 10 N adalah 0,81%, naik menjadi 0,86% pada konsentrasi 11 N, dan turun lagi menjadi 0,84% pada konsentrasi 12 N. Banyak ion H⁺ dari HCl yang terdifusi menyebabkan peningkatan konsentrasi besi. Fitri (2013) mengungkapkan berdasarkan hasil penelitian bahwa semakin banyak logam yang dapat larut jika menggunakan pelarut dengan konsentrasi yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh lebih banyak ion H⁺ dari HCl yang terdifusi, yang memungkinkan besi pada abu layang untuk bereaksi dengan ion Cl⁻ untuk membentuk larutan FeCl. Dengan demikian, kandungan besi tertinggi pada ekstraksi abu layang dengan HCl ditemukan pada konsentrasi 9 N.

SIMPULAN DAN SARAN

Ekstraksi besi oksida (Fe₂O₃) dari *fly ash* dapat dilakukan dengan menggunakan pelarut asam klorida (HCl). Variasi konsentrasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah 9, 10, 11 dan 12 N. Hasil ekstraksi tertinggi yang didapatkan pada penelitian ini adalah pada konsentrasi 9 dan 11 N yaitu sebesar 0,86%.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianita, R., Fitria, D., & Sari, P. R. (2010). Pemanfaatan Fly Ash Batubara sebagai Adsorben dalam Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) dari Limbah Cair Domestik. *TeknikA*, 1(33), 81–93.
- Anggia, D. M., & Suprpto. (2016). Pemurnian Silika pada Abu Layang dari Pembangkit Listrik di Paiton (PT YTL) dengan Pelarutan Asam Klorida dan Aqua Regia. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2), 111–116.
- Azizah, & Lisha, S. Y. (2019). Pemanfaatan Limbah Abu Dasar Batubara (Bottom Ash) sebagai Adsorben Logam Fe pada Limbah Cair PLTU Teluk Sirih, Sumatera Barat. *Jurnal Aerasi*, 1(1), 14–20.
- Budi Setyo, S., Sulistyaningsih, T., Tri Prasetya, A., & Kusumastuti, E. (2021). Iron Extraction from Coal Fly Ash Using HCl Solution. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 10(2), 95–101.
- Fitri, N. T. D. (2013). *Ekstraksi dan Penentuan Kadar Ion Alumunium Hasil Ekstraksi dari Abu Terbang (Fly Ash) Batubara*. Universitas Jember.
- Gusnita, D. (2018). Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. *Berita Dirgantara*, 13(3), 95–101.
- Kheloufi, A., Berbar, Y., Kefai, A., Medjahed, S. A., & Kerkar, F. (2011). Improvement of Impurities Removal from Silica Sand by Using a Leaching Process. *Chemical Engineering Transactions*, 24, 1513–1518.
- Yoon, S., & Bae, S. (2019). Novel Synthesis of Nanoscale Zerovalent Iron from Coal Fly Ash and Its Application in Oxidative Degradation of Methyl Orange by Fenton Reaction. *Journal of Hazardous Materials*, 365, 751–758.