

Extraction and Characterization of Fe_2O_3 from *Red Mud* PT. Indonesia Chemical Alumina West Kalimantan

(Ekstraksi dan Karakterisasi Fe_2O_3 dari *Red Mud*
PT. Indonesia Chemical Alumina Kalimantan Barat)

Indi Rizki Wahyinto, Anthoni B. Aritonang*, Titin Anita Zaharah

*Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak 78124, Indonesia*

ABSTRACT

Red Mud is a term used for residues or waste materials from bauxite refining. One of the main compositions of red mud is Fe_2O_3 . This study aims to obtain the optimum extraction of Fe_2O_3 conditions or hematite by using APDC ligands and knowing the characteristics of Fe_2O_3 generated. In this study, Fe_2O_3 extraction begins to determine the optimum pH and ligand concentration. The results of determining the optimum conditions showed pH 1 and ligand concentration of 0.5 M. Fe_2O_3 characteristics can be resolved through the characterization of Fourier Transformed Infra Red (FTIR), X-ray Diffraction (XRD) and X-ray Fluorescence (XRF). The results of FTIR characterization showed the stretching vibration of Fe-O Fe_2O_3 phase (570.50 cm^{-1} and 470.20 cm^{-1}), XRD diffractogram showed the resulting crystal shape is rhombohedral size is 27,08 nm, while the XRF characterization results showed the mass percent Fe_2O_3 before extraction is 42.48% and the mass percent Fe_2O_3 after extraction is 72.443%.

Red Mud merupakan istilah yang digunakan untuk residu atau bahan buangan yang berasal dari pemurnian bauksit. Salah satu komposisi utama red mud adalah Fe_2O_3 . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum ekstraksi Fe_2O_3 atau hematit dengan menggunakan ligan APDC serta mengetahui karakteristik Fe_2O_3 yang dihasilkan. Pada penelitian ini ekstraksi Fe_2O_3 diawali dengan penentuan pH optimum dan konsentrasi ligan optimum. Hasil penentuan kondisi optimum menunjukkan pH 1 dan konsentrasi ligan sebesar 0,5 M. Karakteristik Fe_2O_3 yang dihasilkan dapat diketahui melalui karakterisasi Fourier Transformed Infra Red (FTIR), X-ray Diffraction (XRD) and X-ray Fluorescence (XRF). Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan vibrasi ulur dari Fe-O fasa Fe_2O_3 ($570,50\text{ cm}^{-1}$ dan $470,20\text{ cm}^{-1}$), difraktogram XRD menunjukkan bentuk kristal yang dihasilkan adalah rhombohedral dengan ukuran kristalit sebesar 27,08 nm, sedangkan hasil karakterisasi XRF menunjukkan persen massa Fe_2O_3 sebelum dilakukan ekstraksi sebesar 42.48% dan persen massa Fe_2O_3 setelah ekstraksi sebesar 72,443%.

Keywords: Hematite, *Red mud*, Extraction.

^{*)} Corresponding author:
Anthoni B. Aritonang
E-mail: anthoni.b.aritonang@chemistry.untan.ac.id

PENDAHULUAN

Endapan bauksit merupakan sumber daya mineral potensial yang dimiliki Indonesia. Endapan bauksit dihasilkan melalui proses pengolahan bauksit atau bahan buangan yang berasal dari pemurnian bauksit pada umumnya disebut *red mud*. Sebagaimana diketahui pengolahan bauksit menggunakan proses Bayer hingga kini masih menjadi proses yang sering digunakan untuk mengekstraksi alumina (Al_2O_3) dari bijih bauksit, karena belum ditemukannya alternatif untuk proses pengolahannya [1]. Proses Bayer menghasilkan limbah berupa lumpur halus berwarna

merah-kecoklatan yang disebut *red mud*, yang jumlahnya cukup besar. Sekitar 50-55% dari bauksit yang diolah akan menjadi *red mud* [2]. Indonesia memiliki banyak perusahaan tambang salah satunya terdapat di Tayan, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat yaitu PT. Indonesia Chemical Alumina (ICA) sejak tahun 2014 memproduksi Chemical Grade Alumina (CGA), dengan kapasitas produksi 300.000 ton per tahun [1]. Komponen utama dari *red mud* yaitu sekitar 20-40% dari senyawa Fe_2O_3 [3].

Berbagai upaya dilakukan untuk memanfaatkan *red mud* agar dapat kembali digunakan (*reused*). Metode yang sering digunakan untuk mengelola *red mud* adalah

metode pencucian menggunakan HCl dan air laut sebelum *red mud* ditampung ke dalam kolam penampungan [5]. Metode lain yang dapat digunakan yaitu penambahan *red mud* ke dalam padang pasir yang kemudian dijadikan sebagai media tanam, seperti yang dilakukan di Australia. Metode tersebut cukup sulit jika dilakukan di Indonesia karena adanya Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 01 tahun 2010 tentang instalasi pengelolaan limbah. Salah satu komponen utama yang terkandung didalam *red mud* adalah Fe_2O_3 atau besi (III) oksida yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai katalis dalam reaksi kimia salah satunya sebagai pembuatan katalis Fe_2O_3 dengan metode sol-gel dan uji aktivitasnya untuk reaksi konversi CO_2 menjadi metanol [4].

Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode ekstraksi melalui pembentukan kelat merupakan salah satu cara yang baik dalam mengikat logam berat karena dapat membentuk kompleks yang stabil. Ekstraksi pembentukan kelat memiliki keunggulan untuk memperoleh senyawa Fe_2O_3 dari campuran garamnya [6]. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan agen pengkelat yaitu ligan *ammonium pyrrolidine dithiocarbamate* (APDC) yang memiliki kemampuan dan fleksibilitas untuk dapat mengekstraksi kompleks lebih dari 30 jenis logam pada pH rendah [7].

Ekstraksi pembentukan kelat memerlukan metil isobutil keton (MIBK) yang merupakan pelarut organik bersifat non-polar dan berperan untuk memisahkan logam besi (Fe) dari fasa air dalam ekstraksi pembentukan kelat. Selain itu, dapat juga digunakan pelarut organik lain seperti kloroform [7]. Permasalahan pada metode ekstraksi menggunakan pengkelat yaitu adanya logam yang sulit dipisahkan oleh agen pengkelat APDC yang dapat bekerja optimal pada pH rendah dan konsentrasi yang sedikit [8].

Penelitian ini merupakan ekstraksi Fe_2O_3 dari *red mud* dengan metode ekstraksi pelarut menggunakan ligan APDC. Proses ekstraksi pelarut menggunakan Ligan APDC sebagai agen pengkelat diharapkan dapat mengikat kation Fe^{3+} secara spesifik dengan membentuk kompleks yang dapat larut dalam pelarut organik. Berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa metode ekstraksi menggunakan pengkelat memiliki kelebihan dapat menghasilkan kadar logam Fe yang tinggi. Penelitian yang dilakukan adalah ekstraksi dan karakterisasi logam Fe_2O_3 dengan menggunakan ligan

APDC [9]. Harapan dari penelitian ini yaitu mendapatkan rendemen yang tinggi dari logam Fe_2O_3 menggunakan material *red mud* yang berasal dari PT. Indonesia Chemical Alumina (ICA), Tayan, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *red mud* yang berasal dari PT Indonesia Chemical Aluminan Tayan, Kab.Sanggau, Kalimantan Barat, akuades (H_2O) cleo, asam nitrat 1 M (HNO_3) p.a Merck (kadar: 65%), asam klorida (HCl) p.a Merck, ammonium pirolidin dithiokarbamat $[(CH_2)_4CNS_2NH_4]$ (kadar: 98%, Mr = 164,29 g/mol), besi (III) klorida ($Fe(Cl)_3 \cdot 6H_2O$) p.a Merck (kadar: 99%, Mr = 270,32 g/mol), besi (III) oksida standar (Fe_2O_3) Sigma-Aldrich (kadar : 96%), buffer asetat (CH_3COOH) p.a Merck, metil isobutil keton (MIBK) ($C_4H_9COCH_3$) p.a, natrium hidroksida 1 M (NaOH) p.a Merck (kadar: 99%, Mr = 39,9970 g/mol) dan natrium klorida (NaCl) p.a Merck (kadar: 99,5%).

Prosedur Kerja

Penentuan pH Optimum

Prosedur ini merujuk pada penelitian [9] yang telah dimodifikasi. Proses penentuan panjang gelombang dan pH optimum diawali dengan menyiapkan 10 ml larutan yang $FeCl_3$ 10 ppm. pH larutan diatur bervariasi yaitu pH 1,2,3,4, dan 5. pH larutan diatur dengan menambahkan HNO_3 atau NaOH. Untuk mempertahankan pH larutan maka ditambahkan buffer asetat 3 tetes. Pengukuran pH larutan menggunakan pH meter. Selanjutnya ditambahkan 1 gram NaCl, ligan APDC 0,1 M sebanyak 5 ml dan 10 ml pelarut MIBK. Larutan dikocok agar tercampur homogen dan sampai terbentuk 2 fasa berbeda. Fasa cair ditampung dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400 nm, kemudian dibuat kurva kalibrasi sebagai hubungan pH dan absorbansinya.

Penentuan Konsentrasi Optimum Ligan

Proses penentuan konsentrasi optimum ligan diawali dengan menyiapkan 10 ml larutan yang $FeCl_3$ 10 ppm. pH larutan diatur pada kondisi pH optimum yaitu pH 1 diatur dengan menambahkan HNO_3 atau NaOH. Untuk mempertahankan pH larutan maka ditambahkan buffer asetat 3 tetes. Pengukuran pH

larutan menggunakan pH meter. Selanjutnya ditambahkan 1 gram NaCl, 5 ml ligan APDC dengan konsentrasi 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8 dan 0,9 M dan 10 ml pelarut MIBK. Larutan dikocok agar tercampur homogen dan hingga terbentuk 2 fasa berbeda. Fasa cair ditampung dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis, kemudian dibuat kurva kalibrasi sebagai hubungan konsentrasi ligan dan absorbansinya.

Preparasi Red Mud

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah red mud yang berasal dari PT. Indonesia Chemical Alumina Tayan, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat. Red mud diambil dalam keadaan basah kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari dan dilanjutkan pengeringan dalam oven pada temperatur 150°C selama 1 hari. Sampel dihaluskan dan dilakukan pengayakan dengan ayakan berukuran 200 mesh dan dilakukan karakterisasi XRF.

Ekstraksi dan Karakterisasi Fe₂O₃

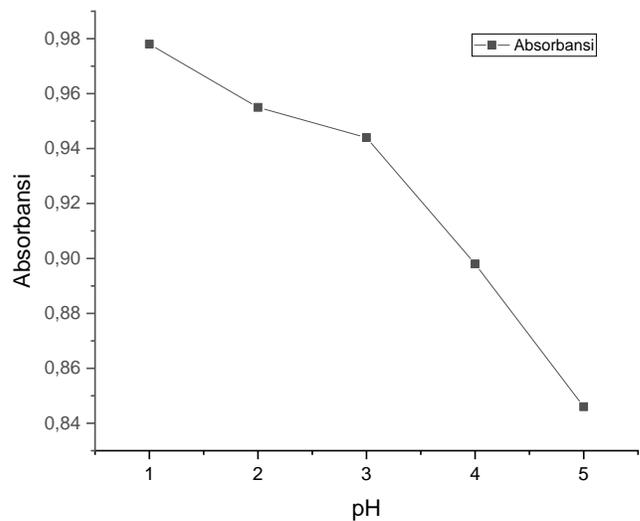
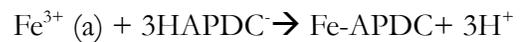
Ekstraksi besi oksida diawali dengan menimbang sampel red mud sebanyak 15 gram dan dilarutkan dalam HCl 1M sebanyak 50 mL. Larutan diaduk dan dipanaskan pada temperatur 70°C diatas pemanas sambil diaduk dengan menggunakan pengaduk magnetic stirrer selama 1 jam. Selanjutnya campuran disaring untuk memisahkan filtrat dan residu. Kemudian filtrat dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 150°C hingga terbentuk kerak, kemudian digerus hingga berbentuk serbuk halus dan dilanjutkan ekstraksi kondisi optimum.

Material awal yang telah ekstraksi selanjutnya dimasukkan ke dalam gelas beaker dan dilarutkan dengan 50 ml HCl 1 M. Kemudian ditambahkan buffer asetat 3 tetes. Selanjutnya ditambahkan 1 gram NaCl, 10 ml APDC konsentrasi 0,5 M dan 10 ml pelarut MIBK. Larutan dipanaskan pada temperatur 100°C diatas pemanas sambil diaduk menggunakan magnetik selama 1 jam. Kemudian larutan didiamkan hingga terbentuk endapan. Kemudian larutan didekantasi untuk memisahkan endapan. Kemudian endapan dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 150°C hingga berbentuk kerak, kemudian kerak digerus hingga menjadi serbuk halus. Kemudian dikalsinasi dengan temperatur 700°C selama 2 jam. Serbuk hasil kalsinasi dikarakterisasi FTIR, XRD dan XRF.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan pH Optimum

Berdasarkan Gambar 1 peningkatan dan penurunan pH larutan akan menyebabkan perubahan nilai absorbansi senyawa kompleks Fe-APDC. Absorbansi terbesar diperoleh pada pH 1. pH ini merupakan pH optimum untuk pengompleksan Fe(III) dengan ligan ammonium pirolidin dithiokarbamat (APDC). Berkaitan dengan pengaruh pH terhadap hasil pembentukan kompleks Fe-APDC, pada dasarnya efek ini timbul karena adanya persaingan antara ion H⁺ dan Fe³⁺ dalam memperebutkan ion APDC dengan reaksi sebagai berikut: [9].

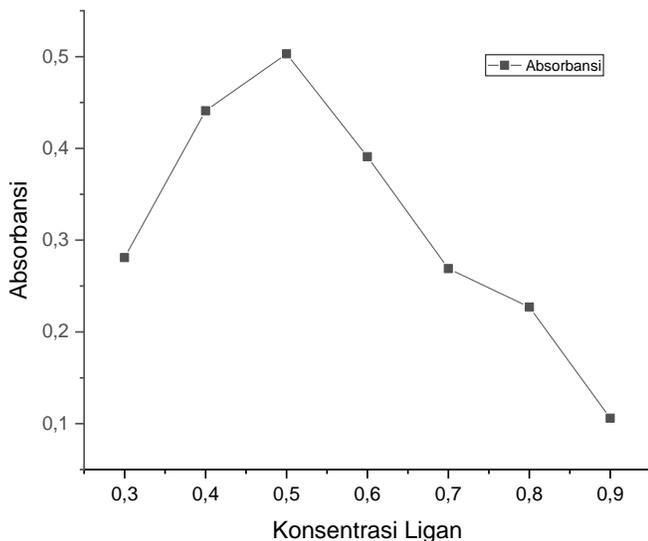


Gambar 1. Kurva hubungan antara absorbansi terhadap pH larutan pada panjang gelombang 400 nm

Kondisi pH fasa air semakin tinggi maka dapat memperkecil jumlah atau konsentrasi H⁺ yang ada begitu juga sebaliknya. Berdasarkan hukum kesetimbangan reaksi, bahwa reaksi di atas dengan adanya pengurangan konsentrasi H⁺, maka reaksi akan bergeser ke kanan yaitu kearah pembentukan kompleks kelat Fe-APDC. Pada awal larutan FeCl₃ yang digunakan menunjukkan pH 1 sehingga untuk mengatur variasi pH ditambahkan asam nitrat untuk meningkatkan suasana asam atau natrium hidroksida untuk mengurangi suasana asam pada larutan [7].

Penentuan Konsentrasi Optimum Ligan

Optimasi konsentrasi bertujuan untuk menentukan konsentrasi ligan APDC pada pH optimum dengan panjang gelombang maksimum. Dari langkah sebelumnya telah diperoleh pH optimum dicapai pada pH 1 dengan panjang gelombang 400 nm. Kurva kalibrasi optimasi konsentrasi ligan APDC yang menunjukkan hubungan antara absorbansi dengan variasi konsentrasi ligan.



Gambar 2. Kurva hubungan antara absorbansi terhadap konsentrasi ligan larutan pada panjang gelombang 400 nm

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa konsentrasi ligan APDC mencapai optimum pada konsentrasi 0,5 M dan absorbansi turun saat konsentrasi dinaikkan hal ini disebabkan karena senyawa logam telah lewat bereaksi sehingga kondisi optimum ligan APDC yang yaitu 0,5 M tetapi pada konsentrasi yang lebih tinggi absorbansi langsung turun sedangkan pada konsentrasi dibawah 0,5 M absorbansi juga menurun yang menyatakan bahwa pada konsentrasi ligan 0,5 M reaksi pembentukan kompleks Fe(III) berlangsung secara optimal. Absorbansi akan mencapai harga optimum apabila senyawa Fe(III) sudah bereaksi dengan ligan APDC.

Preparasi Red Mud

Penelitian ini menggunakan limbah *tailing* bauksit atau lebih dikenal dengan istilah *red mud*. Preparasi sampel awal diawali dengan melakukan pencucian limbah *tailing* bauksit menggunakan akuades untuk mengurangi pengotor, kemudian dilakukan pengeringan sampel dibawah sinar matahari untuk

mengurangi kadar air pada sampel. Sampel yang sudah kering selanjutnya dihaluskan dengan cara digerus dan diayak dengan menggunakan ayakan 200 *mesh*. Reduksi ukuran serbuk ini bertujuan untuk mendapatkan luas permukaan kontak yang lebih besar sehingga proses transfer massa dan difusi larutan pada proses ekstraksi besi diharapkan dapat meningkat.

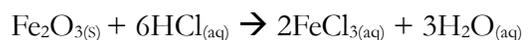
Tabel 1. Komposisi *Red Mud* Sebelum Ekstraksi Berdasarkan Analisis XRF

Unsur	Persen Berat Relatif (%)	Senyawa Oksida	Persen Berat Relatif (%)
Besi (Fe)	42,443%	Fe ₂ O ₃	30,448%
Aluminium (Al)	23,996%	Al ₂ O ₃	30,168%
Silikon (Si)	23,014%	SiO ₂	30,748%
Titanium (Ti)	3,175%	Ti	1,747%
Kalsium (Ca)	2,182%	CaO	1,728%
Magnesium (Mg)	1,366%	MgO	1,558%
Perak (Ag)	1,156%	Ag	0,667%

Hasil XRF pada Tabel 1 yang memperlihatkan bahwa komposisi utama dari *red mud* yaitu Fe memiliki persen massa relatif yang tinggi sehingga memungkinkan *Red mud* untuk dapat dikembangkan sebagai bahan dasar untuk melakukan ekstraksi logam besi agar mendapatkan persen massa relatif besi yang lebih tinggi.

Ekstraksi dan Karakterisasi Fe₂O₃

Ekstraksi Fe₂O₃ diawali dengan melakukan ekstraksi besi. Ekstraksi dilakukan dengan melarutkan *red mud* dalam HCl pekat. Proses pelarutan besi oksida dalam material awal bereaksi dengan HCl membentuk besi (III) klorida dan masih terdapat unsur lain yang ikut bereaksi dengan HCl. Asam klorida memiliki tingkat kereaktifan yang relatif tinggi dibandingkan dengan asam yang lainnya. Proses selanjutnya adalah proses penyaringan menghasilkan filtrat dan residu. Filtrat yang diperoleh berwarna kuning, yang mengindikasikan keberadaan Fe³⁺ dalam larutan yang berada didalam gelas beaker sebagai hasil dari pelarutan senyawa oksida besi dalam asam klorida menghasilkan reaksi berikut :[11].



Filtrat yang diperoleh selanjutnya akan digunakan untuk proses ekstraksi Fe₂O₃ dengan kondisi optimum. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH optimum dan konsentrasi optimum ligan. Proses pengerakkan dilakukan dengan memanaskan filtrat

menggunakan oven dengan temperatur 150°C selama 9 jam. Kemudian dilakukan penggerusan hingga halus dan berbentuk serbuk. Hasil pengerakkan kemudian dilanjutkan untuk proses ekstraksi kondisi optimum.

X-ray Fluorescence (XRF)

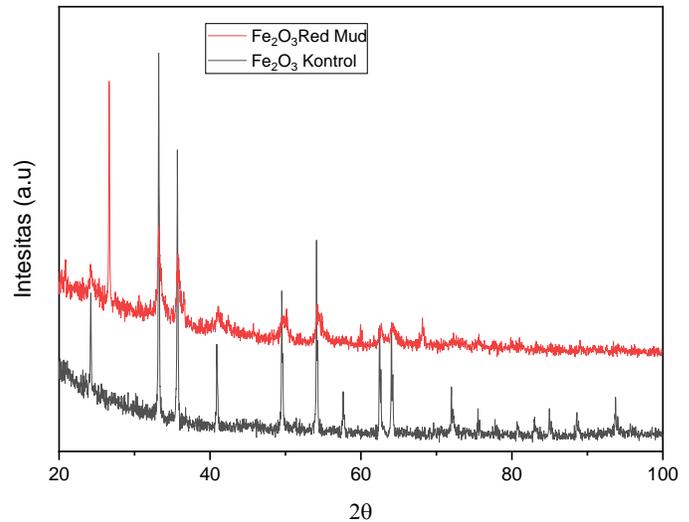
Tabel 2. Komposisi Red Mud Setelah Dilakukan Ekstraksi Melalui Analisis XRF

Unsur	Persen Berat Relatif (%)	Senyawa Oksida	Persen Berat Relatif (%)
Besi (Fe)	72,443%	Fe ₂ O ₃	66,911%
Silikon (Si)	10,002%	SiO ₂	10,381%
Titanium (Ti)	6,175%	TiO ₂	7,867%
Aluminium (Al)	4,988%	Al ₂ O ₃	7,861%
	2,182%	CaO	1,728%
Kalsium (Ca)			
Magnesium (Mg)	1,366%	MgO	1,558%
	1,156%	AgO ₂	0,707%
Perak (Ag)			

Berdasarkan hasil karakterisasi XRF pada Tabel 2 yang menunjukkan bahwa hasil analisis XRF sampel setelah dilakukan ekstraksi dengan kondisi optimum menghasilkan perubahan komposisi berat relatif unsur-unsur penyusun sampel. Perbedaan utamanya yaitu meningkatnya unsur Fe hal ini dipengaruhi karena proses ekstraksi menggunakan Ligan APDC yang digunakan untuk ekstraksi logam-logam kelumit dalam pelarut organik metil isobutil keton (MIBK) sehingga unsur Fe yang terdapat didalam sampel meningkat karena unsur-unsur yang lain tidak ikut terikat oleh ligan sehingga persen berat relatif yang terdapat dalam sampel berkurang walaupun belum berkurang secara keseluruhan.

X-ray Diffraction (XRD)

Karakterisasi menggunakan XRD bertujuan untuk mengetahui ukuran kristal serta fasa kristal yang dihasilkan. Hasil karakterisasi XRD berupa difraktogram yang menunjukkan serapan sudut difraksi 2θ dan intensitas. Tiap material akan menghasilkan pola difraksi yang khas. Pengukuran XRD dilakukan dengan sumber anoda logam Cu (λ=1,5406 Å) pada rentang sudut difraksi 2θ (5°-80°). Data sudut difraksi 2θ yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan literatur. Data difraktogram diidentifikasi struktur fasa kristal menggunakan database JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction Standard*). Analisis XRD Fe₂O₃ hasil ekstraksi dari red mud menunjukkan bahwa fase dominan adalah hematit (Fe₂O₃).



Gambar 3. Difraktogram Perbandingan XRD Hasil Ekstraksi dan Standar Fe₂O₃

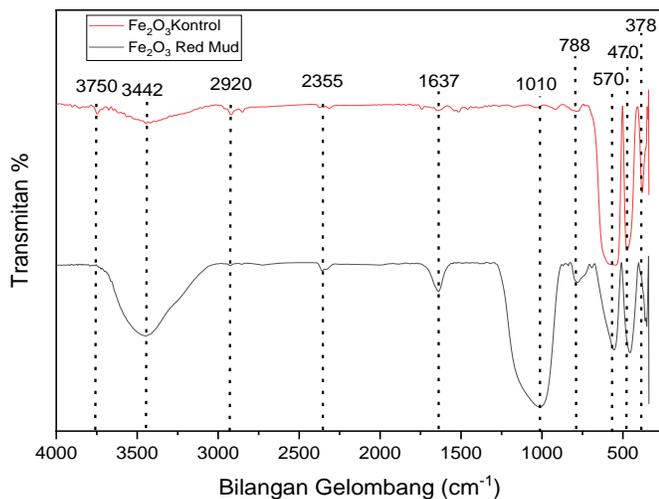
Berdasarkan difraktogram pada Gambar 3 material Fe₂O₃ yang digunakan menunjukkan puncak-puncak tajam pada 2θ = 33,22°; 35,74° dan 54,30°. Puncak-puncak tersebut bersesuaian dengan data JCPDS No-01-073-2234 yang merupakan material hematit (Fe₂O₃) seperti pada Tabel 3. Namun terdapat puncak dengan intensitas kecil pada kisaran 2θ = 26,63°. Puncak tersebut diduga berasal dari unsur Si yang belum terpisah dari material yang dihasilkan. Sedangkan material Fe₂O₃ standar menunjukkan puncak-puncak tajam pada 2θ = 33,16°; 35,63° dan 54,10°. Hasil puncak Fe₂O₃ standar yang mirip menunjukkan bahwa hasil ekstraksi yang didapatkan adalah material Fe₂O₃.

Tabel 3. Puncak-puncak Difraktogram pada Sinar-X pada Material

Material	2 Theta	Hkl	Nilai FWHM
Hematit	33,22	104	0,4200
Hasil Ekstraksi	35,74	110	0,3675
	54,30	116	0,6825
Hematit Standar	33,16	104	0,1050
	35,63	110	0,1050
	54,10	116	1,1050

Fourier Transform Infrared (FTIR)

Karakterisasi menggunakan instrumen FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam sampel. Serapan gugus fungsi ini muncul akibat adanya vibrasi atau osilasi atom yang terikat oleh ikatan kovalen. Tiap gugus fungsi memiliki daerah serapan yang berbeda-beda dan dinyatakan dalam bilangan gelombang (cm⁻¹) yang akan tampak pada spektrum FTIR. Berdasarkan Gambar 4. spektrum inframerah dari nanopartikel Fe₂O₃ *red mud* berada di kisaran bilangan gelombang 378,47-788,72 cm⁻¹ mengidentifikasi ikatan kimia serta gugus fungsional dalam senyawa.



Gambar 4. Spektrum Perbandingan FTIR Hasil Ekstraksi dan Standar Fe₂O₃

Hematit hasil ekstraksi *red mud* terdapat nomor gelombang kuat dibawah 800 cm⁻¹ yang teridentifikasi senyawa selain hematit (Fe₂O₃). Pita besar yang luas pada 3442,72 cm⁻¹ merupakan vibrasi ulur O-H dari Fe-OH dan Si-OH. Munculnya vibrasi gugus O-H dari Si-OH mengindikasikan bahwa pada Fe₂O₃ *red mud* hasil ekstraksi ini terdapat silika. Adanya silika pada material Fe₂O₃ hasil ekstraksi *red mud* juga didukung dengan munculnya peak pada bilangan gelombang pada puncak 1014 cm⁻¹ yang merupakan serapan karakteristik untuk vibrasi Si-O (ulur asimetri) dari gugus Si-O-Si (siloksan) [14].

Hasil analisis FTIR Fe₂O₃ hasil ekstraksi *red mud* menunjukkan penyerapan muncul pada bilangan gelombang 1637,42 cm⁻¹ adalah karena getaran lentur asimetris dan simetris C=O. Gelombang kuat di bawah 800 cm⁻¹ merupakan vibrasi ulur dari Fe-O. Gelombang yang sesuai dengan Fe-O vibrasi ulur fasa

Fe₂O₃ terlihat di 570,50 cm⁻¹, 470,20 cm⁻¹. Hasil analisis FTIR menunjukkan adanya Fe-O stretching fasa hematit (Fe₂O₃). Bilangan gelombang 869,90, 837,11 dan 788,24 cm⁻¹ dapat diidentifikasi sebagai fase kuarsa pada hematit yang khas dari spektrum yang dihasilkan [15].

KESIMPULAN

Kondisi optimum ekstraksi Fe₂O₃ yang didapatkan yaitu pH optimum pH 1, dan konsentrasi ligan 0,5 M. Hasil ekstraksi pada kondisi optimum didapatkan karakteristik Fe₂O₃ yaitu karakterisasi FTIR menunjukkan vibrasi ulur dari Fe-O fasa Fe₂O₃ (570,50 cm⁻¹ dan 470,20 cm⁻¹), difraktogram XRD menunjukkan bentuk kristal yang dihasilkan adalah rhombohedral dengan ukuran kristalit sebesar 27,08 nm, serta (sudut 2θ = 33,2376, 35,7572, 54,2710), hasil karakterisasi XRF menunjukkan persen massa Fe₂O₃ sebelum dilakukan ekstraksi sebesar 42,48% dan persen massa Fe₂O₃ setelah ekstraksi sebesar 72,443%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Zhong, Y. Zhang, and Y. Zhang, "Extraction of alumina and sodium oxide from red mud by a mild hydrochemical process," *Journal of Hazardous Materials*. vol. 172, no. 2-3, pp. 1629-1634, 2009.
- [2] H.A. Aziz and A.A. Salam, *Advanced Oxidation Processes (AOPs) in Water and Wastewater Treatment*. Hershey PA: Engineering Science Reference, 2019.
- [3] M. Aziz, Muta'alim, S. Rochani, A. Wahyudi, and D. Amalia, "Konsentrasi mineral besi dari residu bauksit kalimantan barat untuk bahan baku peleburan besi." *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*. vol. 6, no. 1, pp. 37-44, 2010.
- [4] K. Gruiz, D.A.C. Manning, I.T. Burke, A.P. Jarvis, W. M. Mayes, and P. Renforth, "Contaminant mobility and carbon sequestration downstream of the ajka (Hungary) red mud spill: The effects of gypsum dosing," *Science of The Total Environment*, vol. 421-422, pp. 253-259, 2012.
- [5] C. Arda, P. Lattanzi, R. Peretti, and A. Zucca, "Treatment of mine wastes with Transformed Red Mud (TRM) and other iron compounds: leaching column tests," *Procedia Earth and Planetary Science*, vol. 7, no. 2013, pp. 467-470, 2013.
- [6] Y. Xu, and T. Xu, *Heavy metal complexes wastewater treatment with chelation precipitation*, 2nd International Conference Bioinformatics and Biomedical Engineering, 2008

- [7] Y.U. Hasanah, Ekstraksi Ion Fe (III) dengan ekstrak Ammonium Pirolidin Dithiokarbamat (APDC) dalam pelarut Metil Iso Butil Keton (MIBK). Universitas Negeri Semarang, Fakultas MIPA, Semarang, (Skripsi), 2006.
- [8] C.K. Sekhar, S.N. Chary, K.C. Tirumala, and V. Aparna, "Determination of trace metals in sea water by ICP-MS after matrix separation," *Acta Chimica Slovenica*, vol. 50, no. 3, pp. 409-418, 2013.
- [9] E. Nasra, Penentuan Fe, Mn, dan Zn dalam batuan menggunakan Ammonium Pirolidin Dithiokarbamat (APDC) secara ekstraksi pelarut. Padang: Universitas Negeri Padang, 2011.
- [10] Nurhidayah, Karakteristik material pasir besi dengan menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) di Pantai Marina Kabupaten Bantaeng, Universitas Allaudin: Fakultas Sains dan Teknologi, Makassar, 2016.
- [11] Nurhayani, Sintesis hematit dari pasir pua limbah tailing penambangan emas tanpa izin dengan metode presipitasi, Pontianak: Universitas Tanjungpura Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, (Skripsi), 2019.
- [12] A.B. Prasetyo, P. Prasetyo, and I. Matahari, "Pembuatan Fe_2O_3 dari hasil pengolahan bijih besi primer jenis hematit untuk bahan baku baterai lithium," *Majalah Metalurgi*, vol. 29, pp. 179-190, 2014.
- [13] S. Hadiati, A.H. Ramelan, and V.L. Variani, "Kajian variasi suhu annealing dan holding time pada penumbuhan lapisan tipis BaZrO, 15TiO, 85O3 dengan metode sol-gel," *Jurnal MIPA*, vol. 36, no. 1, pp. 20-27, 2006.
- [14] M. Karbeka, Nuryono, and Suyanta, "Synthesis of silica coated on iron sand magnetic materials modified with 2-Mercaptobenzimidazole through Sol-gel," *Mor. J. Chem*, vol. 8, no. S1, pp. 044-052, 2020.
- [15] S. Singh, and Aswath, "Role of iron in the enhanced reactivity of pulverized red mud: analysis by Mossbauer spectroscopy and FTIR spectroscopy," *Case Study in Construction Material*, vol. 11, pp. 1-10, 2019.