

Karakterisasi Pasir Besi (Fe_3O_4) Sungai Seruai Kabupaten Deli Serdang

Characterization of Iron Sand (Fe_3O_4) of the Seruai River Deli Serdang Regency

Ridwan Yusuf Lubis^{1*}, Dea Maharani Rangkuti², Hariyati Lubis³, Masthura⁴, Miftahul Husnah⁵

^{1*}Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, 20353, Indonesia

^{2,4,5}Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, 20353, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Amir Hamzah, Medan 20221, Indonesia

Email: ridwanyusuf@uinsu.ac.id

ABSTRAK

Pada penelitian ini, pasir besi diperoleh dari sungai Sei Serayu yang berada di Kabupaten Deli Serdang. Metode pengambilan pasir besi dengan cara ekstraksi secara manual menggunakan magnet permanen. Sampel yang sudah diperoleh kemudian diberikan perlakuan suhu dengan variasi 500 °C, 600 °C dan 700 °C agar pasir besi mengalami oksidasi. Selanjutnya sampel yang sudah beriklan perlakuan panas di karakterisasi menggunakan XRD, SEM dan XRF. Dari hasil pengujian XRD diperoleh bahwa sampel terdiri dari Fe_3O_4 dengan fasa *magnetite*. Puncak difraksi XRD diperoleh pada sudut 2θ : 17,26 °, 29,98 °, 35,4°, 43,16°, 57,08 °, dan 62,56°. Hasil Pengujian SEM menunjukkan sampel D memiliki kandungan magnetite (Fe_3O_4) dengan tanda warna silver. Hasil pengujian XRF menunjukkan bahwa terjadi peningkatan oksida Fe_2O_3 dengan pengotor terbanyak senyawa TiO_2 dan SiO_2 . Berdasarkan analisa hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa hasil paling optimal terdapat pada sampel D dengan suhu sintering 700 °C.

Kata Kunci: Pasir Besi, Fe_3O_4 , Deli Serdang

ABSTRACT

In this research, iron sand was obtained from the Sei Serayu river in Deli Serdang Regency. The method for extracting iron sand is by manual extraction using a permanent magnet. The samples that have been obtained are then given temperature treatment with variations of 500 °C, 600 °C and 700 °C so that the iron sand undergoes oxidation. Next, the samples that have been heat treated are characterized using XRD, SEM and XRF. From the XRD test results it was found that the sample consisted of Fe_3O_4 with a magnetite phase. XRD diffraction peaks were obtained at angles 2θ : 17.26°, 29.98°, 35.4°, 43.16°, 57.08°, and 62.56°. SEM test results show that sample D contains magnetite (Fe_3O_4) with a silver color. The XRF test results showed that there was an increase in Fe_2O_3 oxide with the most impurities being TiO_2 and SiO_2 compounds. Based on the analysis of test results, it can be concluded that the most optimal results are found in sample D with a sintering temperature of 700 °C.

Keyword: Iron Sand, Fe_3O_4 , Deli Serdang

PENDAHULUAN

Morfologi, struktur, sifat optic dan dielektrik dari material pasir besi (Fe_3O_4) merupakan informasi penting dalam aplikasi teknologi (Öztürk et al., 2021). Nanopartikel Fe_3O_4 telah menjadi perhatian banyak peneliti belakangan ini

karena memiliki sistem skala nano yang efisien dan dapat digunakan dalam banyak pengaplikasian (Eivazzadeh-Keihan et al., 2020).

Diantara semua material logam transisi oksida, Fe_3O_4 telah menjadi salah satu material elektroda yang paling baik karena memiliki

kapasitansi yang tinggi secara teori (924 mAh g^{-1}), ramah lingkungan dan tidak bersifat toksik (Ai et al., 2019). Mineral pasir besi merupakan salah satu komoditas utama yang tergolong dalam kelas B (mineral yang cukup vital) berdasarkan peraturan pemerintah No. 27 tahun 1980 tentang klasifikasi mineral. Beberapa peneliti telah melakukan berbagai identifikasi dan karakterisasi terhadap mineral pasir besi untuk mendapatkan informasi yang lebih dalam yang berhubungan dengan pengaplikasian lanjutan seperti *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) (Bai et al., 2020) yang sesuai dengan sifat dan karakter dari mineral pasir besi yang ada di wilayah Indonesia (Jalil et al., 2017). Untuk itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakterisasi dan sifat material di Sumatera Utara terutama Sungai Seruai Kabupaten Deli Serdang.

METODE PENELITIAN

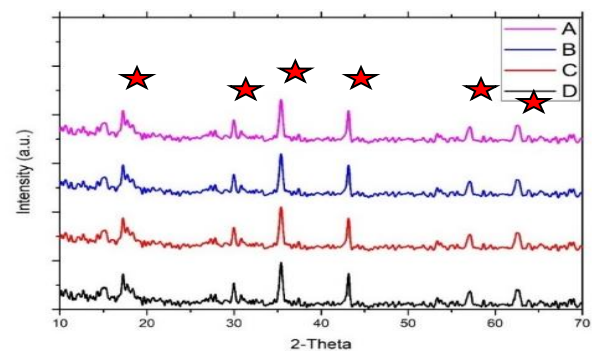
Penelitian dilakukan di Sungai Seruai Kabupaten Deli Serdang Pasir besi dari Sungai Seruai diperoleh dengan cara ekstraksi menggunakan magnet permanen dari pasir yang sudah dikeringkan. Bijih besi yang sudah diekstraksi kemudian dihaluskan menggunakan mesin *milling* selama 2 jam. Hasil sesudah di *milling* kemudian diberikan perlakuan panas dengan variasi suhu $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $500 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $600 \text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $700 \text{ }^{\circ}\text{C}$ yang diberikan kode sampel A, B, C dan D. Diuji menggunakan XRD, SEM dan XRF selanjutnya dianalisa menggunakan software *Origin*, *Profex 5.0* dan *Digimizer*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu pengujian yang dilakukan adalah pengujian X-Ray Diffraction (XRD) yang bertujuan untuk melihat struktur kristal dan fase dari sampel. Pengujian XRD menggunakan mesin Smart-Lab Rigaku yang menggunakan

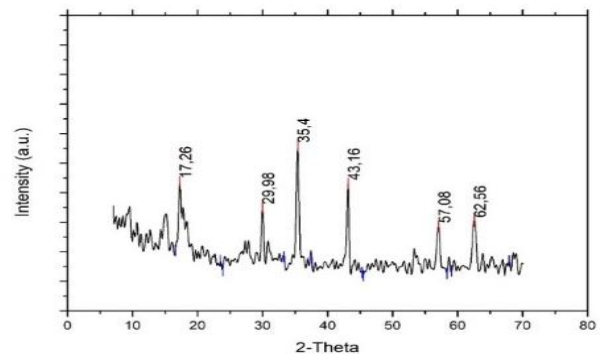
sumber sinar-x berasal dari material tembaga (Cu) yang memiliki nilai panjang gelombang $\lambda = 1,53 \text{ \AA}$.

Analisa data hasil XRD dari sampel A, B, C dan D dilakukan menggunakan software *origin* untuk melihat sudut puncak dan *Profex 5.0* melihat fasa yang banyak terbentuk pada sampel.



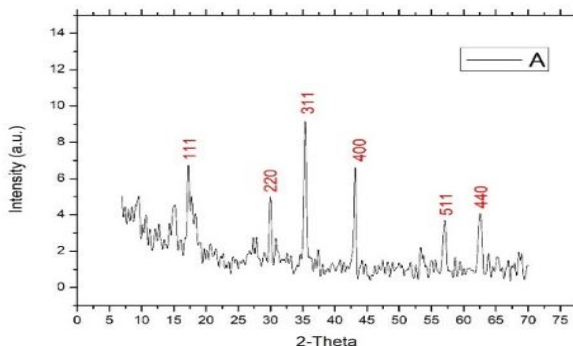
Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian X-Ray Diffraction (XRD) Sampel A, B, C dan D

Berdasarkan gambar 1. dapat dilihat bahwa grafik hasil plot dari data XRD menggunakan *origin* menunjukkan pola yang hampir sama. puncak yang muncul pada grafik tersebut hampir sama pada setiap sudut 2θ -nya. Hal ini dapat disimpulkan bahwa hasil dari perlakuan variasi suhu yang diberikan pada sampel A, B, C dan D tidak memunculkan fasa baru atau senyawa baru (Antarnusa & Suharyadi, 2020).



Gambar 2. Sudut Puncak 2θ Grafik Fe_3O_4

Grafik sampel A akan menunjukkan sudut dan bidang dari grafik XRD. Untuk sudut – sudut puncaknya sendiri dapat diperhatikan pada gambar 2 dan 3. berikut. Dari hasil ini akan dapat kita analisa apakah hasilnya sesuai dengan sudut dari Fe_3O_4 sesuai referensi.



Gambar 3. Indeks Miller dari Setiap Puncak Fe_3O_4

Dari hasil plot garis sampel A pada gambar 2 dan 3 dapat dilihat beberapa sudut puncak tinggi yang muncul. Sudut puncak dari sampel A berada pada sudut 2θ (2-Theta) berdasarkan *ploting* menggunakan *software Origin* $17,26^\circ$, $29,98^\circ$, $35,4^\circ$, $43,16^\circ$, $57,08^\circ$, dan $62,56^\circ$. Hasil analisa sampel A menggunakan *software Profex 5.0* dan *Powder-X* dapat diperoleh bahwa fasenya terdapat banyak *magnetite* (Fe_3O_4) dan *Ferrosilite* ($Fe^{2+}Si_2O_6$). Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yan Cheng (Cheng et al., 2017) bahwa puncak – puncak dari difraksi sinar-x material Fe_3O_4 muncul pada sudut tersebut.

Tabel 1. Indeks Miller dan FWHM Sudut Puncak 2θ *magnetite* Fe_3O_4

No	2θ ($^\circ$)	Indeks Miller	FWHM (\AA)
1	17,26	111	1,04
2	29,98	220	0,46
3	35,40	311	0,49
4	43,16	400	0,40

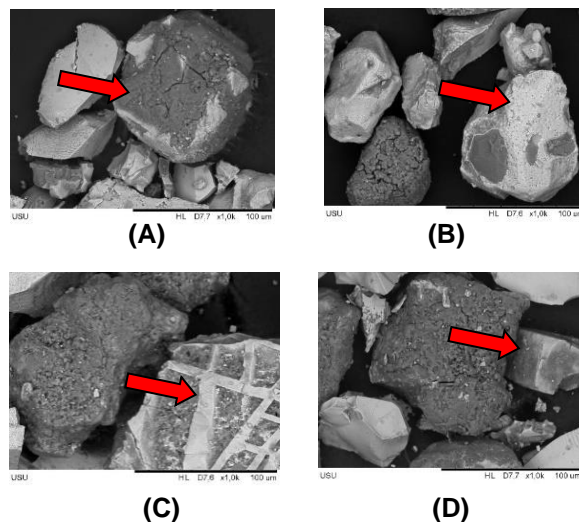
5	57,08	511	0,63
6	62,56	440	0,73

Berdasarkan gambar 2 dan 3. dapat dilihat Indeks Millerr dari puncak yang muncul dengan bidang (111), (220), (311), (400), (511) dan (440) secara berturut . Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Yan Wei (Wei et al., 2012).

Tabel 2. Volume Kristal *Magnetite* Fe_3O_4

No	Volume Kristal (\AA^3)
A	330,717
B	300,583
C	303,943
D	321,209

Ukuran dari volume kristal sampel A, B, C dan D memiliki nilai yang hamper sama. Tidak terjadi perubahan yang signifikan pada nilai volume kristal meskipun sudah diberikan perlakuan panas yang berbeda sesuai dengan yang ditunjukkan pada tabel 2.

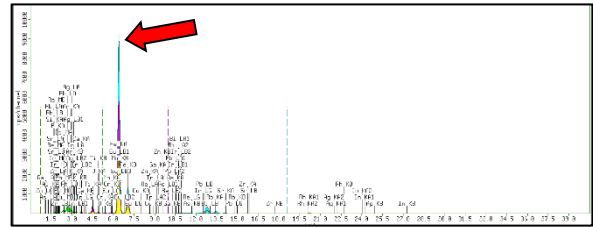


Gambar 4. Hasil Pengujian *Scan Electron Microscopy* (SEM) Sampel (A) 0°C (B) 500°C (C) 600°C dan (D) 700°C

Berdasarkan hasil uji menggunakan SEM sesuai dengan gambar 4. yang di analisa menggunakan software Digimizer dapat dilihat bahwa hasil Inversi uji SEM menunjukkan semakin tinggi suhu yang digunakan dalam perlakuan *sintering* sampel maka semakin banyak permukaan dari butiran pasir besi yang mengalami oksidasi yang ditandai dengan warna silver(Bandar et al., 2021).

Bentuk dari butiran pasir pada gambar 4. dapat dilihat mayoritas memiliki bentuk struktur kristal kubus. Hal ini sesuai dengan hasil Analisa pengujian XRD sebelumnya. Struktur kristal dari material pasir besi ini didominasi oleh struktur kubus *magnetite*.

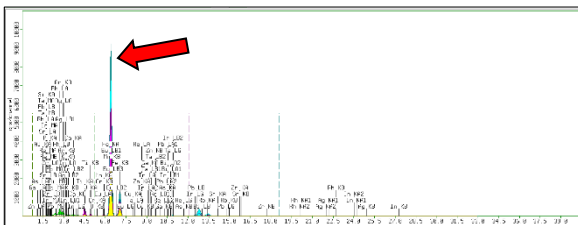
Pengujian selanjutnya menggunakan XRF untuk mengkonfirmasi senyawa yang terdapat pada sampel pasir besi.



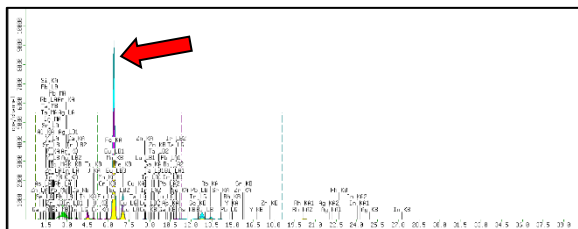
(D)

Gambar 5. Hasil Pengujian *X-Ray Fluorescence* (XRF) (A) 0 °C (B) 500 °C (C) 600 °C dan (D) 700 °C

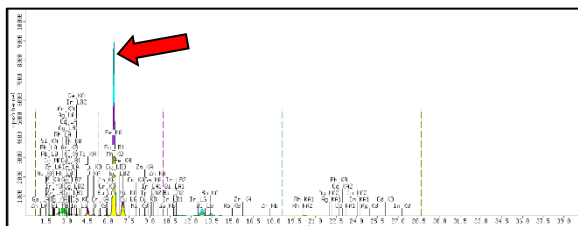
Hasil Pengujian XRF menunjukkan kandungan besi Fe_2O_3 yang mendominasi pada semua sampel dengan pengotor Al_2O_3 , SiO_2 , P_2O_5 , CaO dan TiO_2 (Prabowo, H & Sumarya, 2018). Grafik warna biru yang memiliki intensitas paling tinggi dapat dilihat pada gambar 5 merupakan kandungan besi yang terdapat pada sampel.



(A)



(B)



(C)

Tabel 3. Senyawa Oksida Terbanyak Hasil Pengujian Sampel Menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF)

Sampel	Al_2O_3 (%)	SiO_2 (%)	P_2O_5 (%)	CaO (%)	TiO_2 (%)	Fe_2O_3 (%)
A	3,51	7,69	1,92	1,29	5,87	70,05
B	4,80	11,53	2,15	1,71	5,99	71,07
C	4,16	9,87	2,27	1,65	6,83	72,67
D	3,72	8,81	2,15	1,33	6,54	74,83

Hasil analisa pengujian XRF menunjukkan terjadi perubahan senyawa oksida besi yang terdapat pada sampel yang mengalami peningkatan dari sampel A (70,05%) menjadi sampel D (74,83%). Pemberian perlakuan *milling* lebih efektif dalam penurunan ukuran partikel sedangkan untuk meningkatkan senyawa oksida pada pasir besi menggunakan metode pemanasan.

KESIMPULAN

Pasir besi dapat diperoleh dari Sungai Seruai Kab. Deli Serdang dengan cara diekstraksi menggunakan magnet permanen. Pasir besi yang diperoleh dari Sungai Seruai memiliki kandungan *magnetite* (Fe_3O_4) dan Ferrosilite ($\text{Fe}^{2+}\text{Si}_2\text{O}_6$). Kandungan *magnetite* (Fe_3O_4) lebih banyak dibandingkan dengan Ferrosilite ($\text{Fe}^{2+}\text{Si}_2\text{O}_6$) yang ditandai dengan pengujian XRD dengan puncak difraksi yang lebih dominan. Struktur *magnetite* (Fe_3O_4) pada sampel berbentuk kubus dan memiliki kandungan besi oksida yang meningkat seiring dengan dengan meningkatnya suhu yang diberikan. Perlakuan suhu kurang efektif dalam mengurangi ukuran volume kristal dari *magnetite* (Fe_3O_4).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada teman dan mahasiswa yang ikut membantu dalam melakukan penelitian ini. Tanpa bantuan kalian mungkin penelitian ini tidak akan bisa diselesaikan dalam waktu sesingkat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, Q., Yuan, Z., Huang, R., Yang, C., Jiang, G., Xiong, J., Huang, Z., & Yuan, S. (2019). One-pot co-precipitation synthesis of Fe_3O_4 nanoparticles embedded in 3D carbonaceous matrix as anode for lithium ion batteries. *Journal of Materials Science*, 54(5), 4212–4224. <https://doi.org/10.1007/s10853-018-3141-3>
- Antarnusa, G., & Suharyadi, E. (2020). A synthesis of polyethylene glycol (PEG)-coated magnetite Fe_3O_4 nanoparticles and their characteristics for enhancement of biosensor. *Materials Research Express*, 7(5). <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab8bef>
- Bai, C., Hu, P., Liu, N., Feng, G., Liu, D., Chen, Y., Ma, M., Gu, N., & Zhang, Y. (2020). Synthesis of Ultrasmall Fe_3O_4 Nanoparticles as T1- T2 Dual-Modal Magnetic Resonance Imaging Contrast Agents in Rabbit Hepatic Tumors. *ACS Applied Nano Materials*, 3(4), 3585–3595. <https://doi.org/10.1021/acsnm.0c00306>
- Bandar, S., Anbia, M., & Salehi, S. (2021). Comparison of MnO_2 modified and unmodified magnetic Fe_3O_4 nanoparticle adsorbents and their potential to remove iron and manganese from aqueous media. *Journal of Alloys and Compounds*, 851. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.156822>
- Cheng, Y., Li, Y., Ji, G., Quan, B., Liang, X., Zhao, Z., Cao, J., & Du, Y. (2017). Magnetic and electromagnetic properties of $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Fe}$ composites prepared by a simple one-step ball-milling. *Journal of Alloys and Compounds*, 708, 587–593. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.03.060>
- Eivazzadeh-Keihan, R., Taheri-Ledari, R., Khosropour, N., Dalvand, S., Maleki, A., Mousavi-Khoshdel, S. M., & Sohrabi, H. (2020). $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{GO}@$ melamine-ZnO nanocomposite: A promising versatile tool for organic catalysis and electrical capacitance. *Colloids and Surfaces A:*

- Physicochemical and Engineering Aspects*, 587.
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2019.124335>
- Jalil, Z., Rahwanto, A., Mustanir, Akhyar, & Handoko, E. (2017). Magnetic behavior of natural magnetite (Fe₃O₄) extracted from beach sand obtained by mechanical alloying method. *AIP Conference Proceedings*, 1862.
<https://doi.org/10.1063/1.4991127>
- Prabowo, H & Sumarya (2018). Penyelidikan Kelayakan Kimia dan Penyebaran Cadangan Pasir Besi Daerah Tiku Kabupaten Agam Untuk Bahan Baku Semen Pada PT. Semen Padang, Eksakta Vol. 19 No. 1
- Öztürk, M., Okutan, M., Coşkun, R., Çolak, B., & Yalçın, O. (2021). Evaluation of the effect of dose change of Fe₃O₄ nanoparticles on electrochemical biosensor compatibility using hydrogels as an experimental living organism model. *Journal of Molecular Liquids*, 322.
<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.114574>
- Wei, Y., Han, B., Hu, X., Lin, Y., Wang, X., & Deng, X. (2012). Synthesis of Fe₃O₄ nanoparticles and their magnetic properties. *Procedia Engineering*, 27, 632–637.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.12.498>