

Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Klorida terhadap Sifat Bahan Magnetik Pasir Besi Pantai Muara Kencan

Ricka Prasdiantika*, Niyar Candra Agustin, Shintawati Dyah Purwaningrum

*Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran
Jl. Banjarsari Barat No.01, Pedalangan, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia
Email: rickaprasdiantika@gmail.com*

Abstrak

Besi banyak digunakan pada berbagai bidang seperti konstruksi, industri semen, dan industri baja, sehingga kebutuhan bahan baku besi semakin meningkat. Besi di alam banyak ditemukan pada pasir besi. Pasir besi masih banyak mengandung pengotor sehingga dibutuhkan *treatment* seperti dicuci dengan larutan asam untuk mengurangi komposisi pengotor, meningkatkan komposisi besi, dan meningkatkan kristalinitas. Penggunaan larutan asam pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan berkurangnya kandungan besi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dari konsentrasi larutan asam klorida terhadap sifat dari bahan magnetik pasir besi. Sampel berasal dari Pantai Muara Kencan Kabupaten Kendal. Bahan magnetik dicuci dengan akuades dan larutan asam klorida dengan konsentrasi yaitu 0,5; 1; 2; dan 4 M dalam sonikator selama 30 menit. Karakterisasi bahan dilakukan menggunakan *X-Ray Difraktometer* untuk mengidentifikasi kristalinitas dan ukuran kristal, *Fourier Transform Infrared Spectrophotometer* untuk mengidentifikasi gugus fungsional, dan *X-Ray Fluorescence* untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang terkandung dalam bahan. Hasil karakterisasi menggunakan XRD dan spektrofotometer menunjukkan bahwa pencucian bahan magnetik dengan larutan asam klorida pada berbagai konsentrasi tidak mengubah jenis oksida besinya yang berupa magnetit. Hasil dari karakterisasi menggunakan XRF menunjukkan pencucian bahan magnetik dengan larutan asam klorida pada berbagai konsentrasi mampu meningkatkan komposisi dari unsur Fe. Kondisi optimum terjadi pada pencucian dengan konsentrasi larutan asam klorida 1 M yang menghasilkan kristalinitas sebesar 78,23% dan komposisi unsur Fe sebesar 82,69%.

Kata kunci: pasir besi, kristalinitas, konsentrasi, larutan asam klorida, Pantai Muara Kencan

Abstract

The Effect of Concentration of Hydrochloric Acid Solution on the Magnetic Properties of the Iron Sand of Muara Kencan Beach

Iron was used in various fields such as construction, cement industry, and steel industry, so the need for iron raw bahans was increasing. Iron in nature was found in iron sand. The iron sand was washed with acid solution to reduced the impurity composition, increase the iron composition, and increase the crystallinity of the bahan. The used of acidic solutions at high concentrations can lead to reduced iron content. This study aims to determine the effect of the concentration of hydrochloric acid solution on the properties of the iron sand magnetic bahan. The sample came from Muara Kencan Beach, Kendal Regency. Magnetic bahan was washed with distilled water and HCl solution with a concentration of 0.5; 1; 2; and 4 M in a sonicator for 30 min. Bahan characterization was carried out using X-Ray Diffractometer to identify crystallinity and crystal size, Fourier Transform Infrared Spectrophotometer to identify functional groups, and X-Ray Fluorescence to identify elements contained in the bahan. The results of FTIR and XRD characterization showed that washing of magnetic bahan with HCl solution at various concentrations did not change the type of iron oxide in the form of magnetite. The results of XRF characterization showed that washing of magnetic bahan with HCl solution at various concentrations was able

to increase the composition of the Fe element. Optimum conditions occurred in washing with a concentration of 1 M HCl solution which resulted in crystallinity of 78.23% and elemental composition of 82.69% Fe.

Keywords: iron sand, crystallinity, concentration, hydrochloric acid solution, Muara Kencan Beach

PENDAHULUAN

Besi banyak digunakan sebagai bahan untuk pembuatan berbagai produk industri seperti industri konstruksi, industri semen (Mulyani, 2011), dan industri pembuatan baja (Suherman dan Saleh, 2018), sehingga kebutuhan bahan baku besi semakin meningkat. Besi di alam dapat ditemukan di dalam tanah, batuan, air tanah (Febriana dan Ayuna, 2015), dan pasir besi (Prasdiatika dan Susanto, 2020). Di Indonesia, pasir besi ditemukan pada sepanjang pesisir pantai seperti pantai Lansilowo Kabupaten Konawe (Prasdiatika dan Susanto, 2016), pesisir pantai Kabupaten Kebumen (Ansori, 2013), pesisir pantai Gading dan Ampenan di Kota Mataram Nusa Tenggara Barat (Susilawati *et al.*, 2018), dan pesisir pantai utara Kabupaten Kendal (ESDM, 2016). Sebanyak 16.876.815 ton pasir besi terdapat di sepanjang pantai utara dan selatan Jawa Tengah seperti Kabupaten Jepara, Purworejo, Cilacap, Kebumen, dan Kendal (ESDM, 2016). Pantai Muara Kencan yang terletak di Desa Pidodo Kulon merupakan salah satu pantai di Kabupaten Kendal yang memiliki pasir besi.

Magnet eksternal digunakan untuk mempreparasi pasir besi agar didapatkan kandungan dominan berupa bahan magnetik. Bahan magnetik hasil dari proses preparasi cenderung masih terdapat oksida pengotor seperti MgO, Al₂O₃, SiO₂, CaO, dan oksida lain (Prasdiatika and Susanto, 2016). Pasir besi harus dicuci menggunakan larutan asam untuk menghilangkan oksida pengotor tersebut. Larutan asam yang sering digunakan yaitu larutan HF, larutan HCl, atau larutan H₂SO₄. Prasdiatika dan Susanto (2020); Prasdiatika *et al.* (2019^a) melakukan penelitian tentang pengaruh larutan asam pada pencucian pasir besi dari Pantai Lansilowo dan Pantai Jomblo. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pencucian menggunakan larutan asam dapat mengurangi komposisi oksida pengotor, meningkatkan komposisi oksida besi, dan meningkatkan kristalinitas bahan. Namun, larutan asam pada konsentrasi tinggi dapat

menyebabkan berkurangnya kandungan besi. Hal ini disebabkan karena asam mampu melarutkan sebagian oksida besi (Wijaya *et al.*, 2004). Sehingga, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pencucian bahan magnetik pasir besi menggunakan larutan asam pada berbagai konsentrasi untuk mendapatkan kondisi optimumnya.

Wijaya *et al.* (2004) melakukan penelitian tentang stabilitas struktur dari montmorilonit oksida besi dengan menambahkan asam sulfat (H₂SO₄) dalam bentuk larutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan larutan H₂SO₄ dapat melarutkan aluminium dan magnesium. Namun penggunaan larutan asam pada konsentrasi yang tinggi dapat melarutkan besi yang ada pada komposit. Penggunaan larutan asam dengan valensi 2 seperti larutan H₂SO₄ dapat menyebabkan sebagian pilar dari oksida besi terlarut.

Pada penelitian ini, bahan magnetik pasir besi Pantai Muara Kencan dilakukan pencucian menggunakan larutan asam klorida dengan variasi konsentrasi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan asam klorida terhadap sifat bahan magnetik pasir besi, mengetahui konsentrasi optimum dari larutan asam yang digunakan untuk mencuci bahan magnetik, dan memberikan metode alternatif dalam memurnikan bahan magnetik dari pasir besi.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu bahan magnetik dari pasir besi pesisir pantai yang diambil dari Desa Pidodo Kulon Kendal Jawa Tengah, akuades, dan larutan HCl 37% (Merk). Alat-alat yang digunakan yaitu magnet eksternal (Niobium), sonikator, neraca analitik (Meter AE 160), labu Erlenmeyer, labu ukur, gelas ukur, Beaker, dan mortar porselen. Karakterisasi bahan dilakukan menggunakan *X-Ray Difraktometer* untuk mengidentifikasi kristalinitas dan ukuran kristal, spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* untuk mengidentifikasi gugus fungsional, dan *X-*

Ray Fluoresence untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang terkandung dalam bahan.

Preparasi

Pisahkan bahan magnetik dan bahan non magnetik dari pasir besi menggunakan bantuan magnet. Ambil padatan yang dapat ditarik oleh magnet. Lalu keringkan pada suhu 80°C. Kemudian serbuk bahan magnetik pasir besi dilakukan karakterisasi menggunakan FT-IR *Spectrophotometer* dan XRD (Prasdiatika dan Susanto, 2016).

Pencucian dengan akuades

Masukkan bahan magnetik hasil preparasi sebanyak 50 gram ke dalam gelas kimia. Lalu tambahkan akuades dan lakukan sonikasi selama 30 menit. Ulangi pekerjaan sebanyak 3 kali. Ambil endapan yang terdapat pada gelas kimia menggunakan magnet eksternal. Endapan yang diperoleh dikeringkan selama 24 jam pada suhu 80°C. Setelah kering, gerus bahan dan timbang. Serbuk yang diperoleh dilakukan karakterisasi menggunakan XRD dan spektrofotometer FT-IR (Prasdiatika *et al.*, 2019^b).

Pencucian bahan dengan larutan asam klorida

Ke dalam 4 gelas kimia, dimasukkan masing-masing bahan magnetik hasil pencucian dengan akuades sebanyak 5 gram. Bahan magnetik pada gelas kimia 1-4 dicuci menggunakan larutan asam klorida 0,5 M, 1 M, 2 M, dan 4 M sebanyak 10 mL, disonikasi selama 30 menit sebanyak 1 kali, dan dibilas menggunakan akuades. Ambil endapan yang ada pada gelas kimia 1-4 dengan bantuan magnet eksternal. Endapan yang diperoleh dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam pada

temperatur 80°C. Setelah kering, gerus bahan dan timbang. Selanjutnya serbuk bahan dilakukan karakterisasi dengan XRD, XRF, spektrofotometer FT-IR (Prasdiatika dan Susanto, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan magnetik pasir besi dicuci menggunakan akuades untuk menghilangkan pengotor yang dapat larut dalam akuades. Hal ini bersesuaian dengan hasil penelitian Wijaya *et al.*, (2004) yang melakukan pencucian montmorilonit alam dengan air bebas ion dan dihasilkan montmorilonit yang lebih bersih dari pengotor yang dapat larut dalam air, yang menempel pada permukaan montmorilonit. Bahan magnetik dicuci menggunakan larutan asam klorida (HCl) untuk melarutkan oksida pengotor sehingga dapat meningkat kemurnian dari oksida besi. Konsentrasi larutan asam klorida yang digunakan untuk mencuci bahan magnetik pasir besi yaitu 0,5 M, 1 M, 2 M, dan 4 M.

Magnet eksternal digunakan untuk memisahkan bahan magnetik dari bahan non magnetik yang ada di dalam gelas kimia. Setelah proses pencucian, bahan magnetik dipisahkan kembali menggunakan magnet agar diperoleh fasa dominan oksida besinya. Bahan magnetik sebelum dan setelah pencucian dilakukan penimbangan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui massa bahan magnetik yang diperoleh setelah proses pencucian dengan larutan asam klorida. Massa bahan magnetik yang diperoleh dari hasil pencucian menggunakan akuades dan larutan asam klorida terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Massa bahan pencucian dengan akuades dan larutan asam klorida

Bahan	Massa (g)		Massa Hilang (%)
	Awal	Setelah <i>Treatment</i>	
BM-H ₂ O	5	4,22	15,6
BM-H ₂ O-HCl 0,5 M	5	3,58	28,4
BM-H ₂ O-HCl 1,0 M	5	3,70	26,0
BM-H ₂ O-HCl 2,0 M	5	3,41	31,8
BM-H ₂ O-HCl 4,0 M	5	2,63	47,4

*BM = bahan magnetik pasir besi

Pada Tabel 1 dilihat bahwa *treatment* pencucian bahan magnetik dengan akuades dan larutan asam klorida menghasilkan massa yang berbeda-beda. Massa bahan magnetik dihasilkan paling banyak yaitu pada pencucian bahan magnetik menggunakan akuades. Adapun massa yang dihasilkan sebanyak 4,22 gram dengan persentase massa yang hilang sebesar 15,6%. Hal ini dikarenakan pada bahan magnetik yang dicuci dengan akuades masih banyak mengandung pengotor yang tidak dapat larut dengan akuades.

Pada pencucian bahan magnetik menggunakan larutan asam klorida 4 M menghasilkan massa yang paling sedikit yaitu 2,63 gram dengan persentase massa hilang paling banyak sekitar 47,4%. Hal ini dikarenakan banyak bahan magnetik yang larut pada saat pencucian dengan larutan asam klorida 4,0 M. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Wijaya *et al.*, (2004) bahwa penggunaan konsentrasi larutan asam dengan konsentrasi yang tinggi pada *treatment* komposit besi dapat mengakibatkan sebagian besi ikut terlarut. Oleh karena itu untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan asam yang tinggi terhadap pencucian bahan magnetik pasir besi, maka bahan magnetik perlu dilakukan karakterisasi menggunakan XRD, spektrofotometer FT-IR, dan XRF.

Hasil Karakterisasi Bahan Magnetik dengan X-Ray Diffraction (XRD)

Pada Gambar 1 dapat dilihat hasil pencucian bahan magnetik pasir besi dengan larutan asam klorida pada berbagai konsentrasi dapat dilihat dari difraktogram XRD. Adapun puncak-puncak karakteristik dari oksida besi hasil pencucian bahan magnetik menggunakan larutan asam klorida pada berbagai konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pencucian bahan magnetik dengan menggunakan akuades dan larutan asam pada berbagai konsentrasi menghasilkan puncak-puncak karakteristik yang sama dengan puncak dari magnetit yaitu pada sudut 18° , 35° , 43° , dan 57° . Hal ini bersesuaian dengan hasil penelitian Susanto dan Prasdiantika (2018), bahwa puncak-puncak tersebut merupakan puncak karakteristik dari oksida besi magnetit. Sehingga dapat dikatakan bahwa pencucian bahan

magnetik pada berbagai konsentrasi tidak mengubah jenis oksida besinya.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan intensitas dari bahan magnetik sebelum dan setelah pencucian. Puncak dari oksida magnetit mengalami peningkatan intensitas setelah dilakukan pencucian menggunakan akuades dan larutan asam klorida. Selain itu, juga terlihat bahwa hasil pencucian bahan magnetik dengan akuades dan larutan asam klorida dapat menghilangkan beberapa puncak residu. Hal ini menunjukkan bahwa beberapa oksida pengotor dari bahan magnetik sudah larut.

Hal ini didukung dari hasil penelitian Wijaya *et al.* (2004) yang mengatakan bahwa larutan asam dapat melarutkan oksida pengotor seperti oksida magnesium dan oksida alumina. Pada difraktogram Gambar 1 terlihat bahwa semakin besar konsentrasi larutan asam klorida yang digunakan, semakin banyak pengotor-pengotor yang hilang dan puncak-puncak karakteristik dari magnetit semakin terlihat tajam. Hal ini dapat terlihat dari difraktogram yang dihasilkan dari bahan magnetik setelah pencucian dengan larutan asam klorida pada berbagai konsentrasi.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa pencucian bahan magnetik menggunakan larutan asam klorida 1 M menghasilkan intensitas yang lebih tajam dibandingkan dengan larutan asam klorida 0,5 M. Bahan magnetik yang dicuci dengan larutan asam klorida 0,5 M menghasilkan intensitas yang paling rendah. Hal ini dimungkinkan karena pada bahan magnetik tersebut masih banyak mengandung pengotor yang masih menyelimuti bahan magnetik yang tidak dapat larut dengan larutan asam klorida 0,5 M. Bahan magnetik yang dicuci dengan larutan asam klorida 1 M memiliki intensitas yang lebih tinggi dimungkinkan karena larutan asam klorida 1 M dapat melarutkan oksida-oksida pengotor yang menyelimuti bahan magnetik.

Namun, pada pencucian bahan magnetik menggunakan konsentrasi larutan asam klorida yang lebih besar yaitu 2 M dan 4 M mengakibatkan beberapa intensitas dari puncak magnetit menjadi menurun. Intensitas magnetit yang menurun pada pencucian bahan magnetik menggunakan larutan asam klorida 2 M dan 4 M. Hal ini dimungkinkan

ada sebagian dari magnetit yang larut. Hal ini seperti yang dikemukakan oleh Wijaya *et al.* (2004) bahwa kation H⁺ dari asam mampu melarutkan sebagian oksida besi. Konsentrasi larutan asam klorida yang besar dapat merusak struktur kristal dari partikel magnetiknya, sehingga intensitas yang dihasilkan tidak terlalu besar.

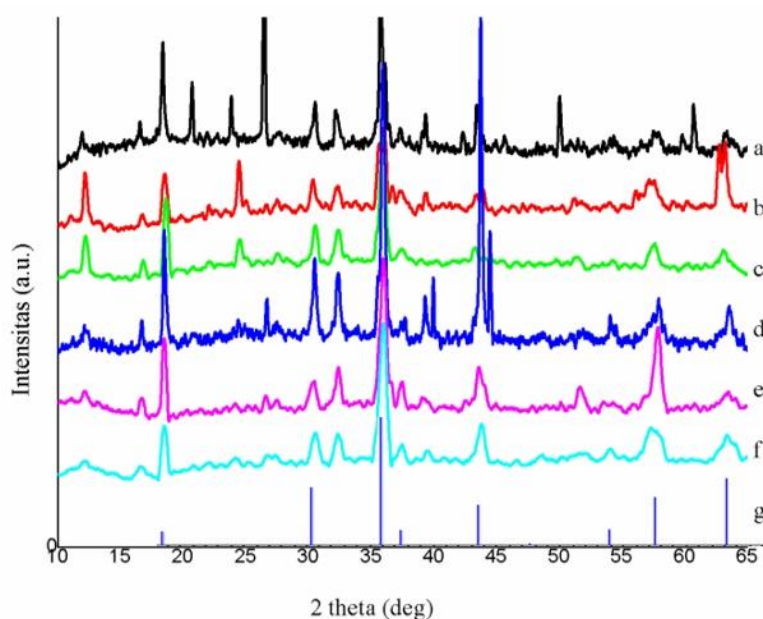
Pada Gambar 1 terlihat bahwa intensitas pada kelima puncak hasil pencucian dengan akuades dan larutan asam klorida terlihat perbedaan yang signifikan. Hal ini menunjukkan pencucian bahan magnetik dengan akuades dan larutan asam klorida pada berbagai konsentrasi mempengaruhi kristalinitas dari partikel magnetik. Bahan magnetik setelah dilakukan pencucian

menggunakan larutan asam klorida memiliki FWHM yang lebih kecil. Hal ini terlihat dari difraktogram XRD bahan magnetik mengalami penyempitan puncak setelah dilakukan pencucian dengan larutan asam klorida. Sehingga bahan magnetik yang telah dicuci menggunakan larutan asam klorida memiliki sifat yang lebih kristalin. Berdasarkan analisis XRD diketahui bahwa pencucian bahan magnetik menggunakan larutan asam klorida 1 M menghasilkan intensitas puncak XRD yang paling tinggi dibandingkan konsentrasi HCl yang lain. Semakin tinggi intensitas puncak yang dihasilkan dari partikel magnetik, maka akan semakin tinggi pula kristalinitas yang dihasilkan seperti yang dikemukakan oleh Tan *et al.* (2010).

Tabel 2. Puncak XRD bahan magnetik setelah pencucian

	2θ (deg)					
Magnetit	A	B	C	D	E	
18,29	18,52	18,63	18,51	18,48	18,49	
30,13	30,33	30,53	30,48	30,34	30,50	
35,48	35,83	35,89	35,93	35,92	35,90	
43,13	43,88	43,25	43,71	43,54	43,71	
53,52	53,93	53,43	54,06	53,51	54,00	
57,02	57,20	57,44	57,90	57,77	57,26	
62,62	62,71	63,00	63,46	63,35	63,36	

*A=cuci akuades, B=cuci HCl 0,5 M, C=cuci HCl 1 M, D=cuci HCl 2 M, E=cuci HCl 4 M



Gambar 1. Difraktogram (a) bahan magnetik, (b) bahan magnetik cuci akuades, dan cuci larutan asam klorida dengan konsentrasi HCl (c) 0,5 M, (d) 1 M, (e) 2 M, dan (f) 4 M, dan (g) JCPDS nomor 01-075-0449

Sehingga dapat dimungkinkan bahan magnetik yang dicuci dengan larutan asam klorida 1 M menghasilkan kristalinitas paling tinggi. Hal ini didukung dengan data hasil perhitungan kristalinitas pada Tabel 3. Kristalinitas dari bahan magnetik diperoleh dengan melakukan perbandingan fraksi luas puncak bahan magnetik dengan fraksi luas puncak magnetit komersial.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat kristalinitas (dalam %) dari masing-masing *treatment* pencucian bahan magnetik menggunakan larutan asam pada berbagai konsentrasi. Bahan magnetik yang dicuci menggunakan larutan asam klorida 1 M menghasilkan kristalinitas paling tinggi yaitu 78,23%. Bahan magnetik dengan pencucian larutan asam klorida 2 dan 4 M memiliki kristalinitas yang lebih rendah dibandingkan dengan pencucian asam klorida 1 M. Hal ini dimungkinkan karena terjadinya kerusakan struktur kristal selama proses pencucian dengan menggunakan larutan asam klorida 2 dan 4 M. Hal ini bersesuaian dengan hasil penelitian Wijaya *et al.* (2004) bahwa larutan asam kuat seperti larutan asam klorida memiliki kation H^+ yang dapat melarutkan dan merusak sebagian pilar atau struktur dari oksida besi.

Ukuran kristal dari bahan magnetik dihitung menggunakan rumus Dybe-Scherrer (Wu *et al.*, 2010). Pada Tabel 3 ditunjukkan hasil perhitungan

dari ukuran kristal bahan magnetik. Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa ukuran kristal yang paling besar yaitu 37,70 nm dihasilkan pada pencucian bahan magnetik menggunakan larutan asam klorida 0,5 M. Hal ini dimungkinkan karena partikel magnetik mengalami agregasi, sebagaimana hasil penelitian yang dilakukan oleh Susanto *et al.* (2016) bahwa material magnetit (Fe_3O_4) cenderung membentuk agregat, sehingga untuk mencegah hal tersebut magnetit dapat dicuci dengan suatu agen pendispersi. Pada bahan magnetik hasil pencucian dengan larutan asam klorida juga dilakukan perhitungan jarak antar bidang kristal (d_{hkl}) dan parameter kisinya (a) seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa bahan magnetik hasil pencucian dengan larutan asam klorida dan magnetit komersial memiliki jarak antar bidang kristal dan parameter kisi yang relatif hampir sama. Hal ini memperkuat analisis bahwa oksida besi yang dihasilkan dari pasir besi Pantai Muara Kencana berupa magnetit. Berdasarkan hasil analisis XRD dan perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa bahan magnetik yang dicuci dengan larutan asam klorida 1 M menghasilkan intensitas difraktogram paling tinggi dan kristalinitas paling besar. Sehingga diperoleh kondisi optimum untuk pencucian bahan magnetik pasir besi yaitu pada pencucian larutan asam klorida 1 M.

Tabel 3. Perbandingan kristalinitas dan ukuran kristal bahan magnetik

Bahan	Kristalinitas (%)	Dxrd (nm)
BM-H ₂ O	47,84	23,06 ± 4,60
BM-H ₂ O-HCl 0,5 M	53,12	37,70 ± 4,62
BM-H ₂ O-HCl 1 M	78,23	20,07 ± 4,10
BM-H ₂ O-HCl 2 M	71,35	16,45 ± 1,02
BM-H ₂ O-HCl 4 M	72,74	12,66 ± 0,81

*BM = bahan magnetik pasir besi

Tabel 4. Jarak antar bidang kristal dan parameter kisi bahan magnetik

Bahan	d_{hkl} (nm)	a (nm)
Magnetit	0,246	0,838 ± 0,002
BM-H ₂ O	0,243	0,830 ± 0,016
BM-H ₂ O-HCl 0,5 M	0,244	0,832 ± 0,020
BM-H ₂ O-HCl 1 M	0,243	0,828 ± 0,005
BM-H ₂ O-HCl 2 M	0,244	0,831 ± 0,013
BM-H ₂ O-HCl 4 M	0,244	0,830 ± 0,009

*BM = bahan magnetik pasir besi

Kemudian bahan magnetik yang dicuci dengan H₂O dan larutan asam klorida 1,0 M dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR.

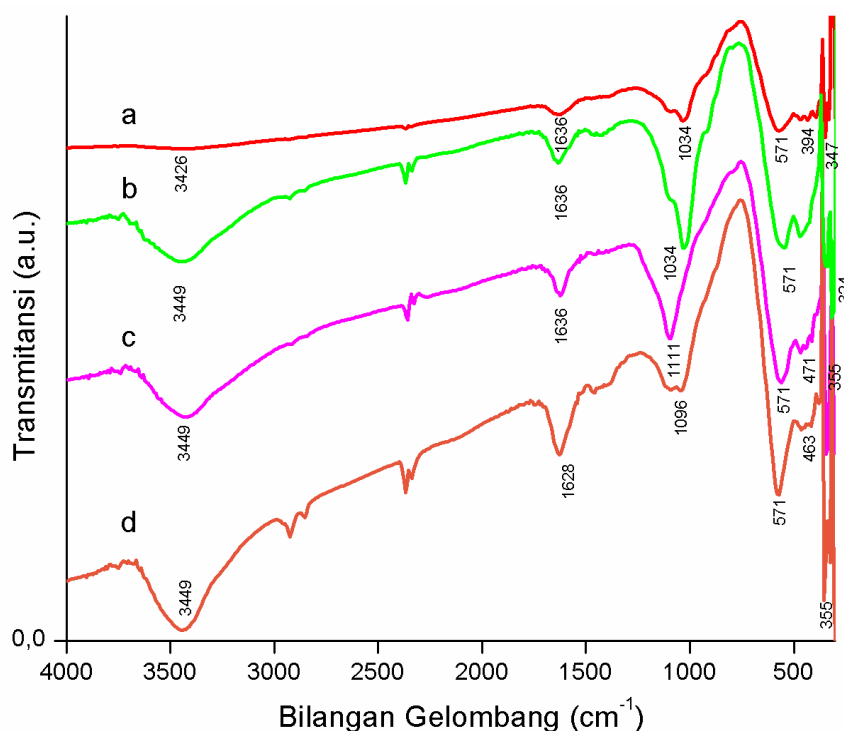
Hasil Karakterisasi Bahan Magnetik dengan Spektrofotometer FT-IR

Bahan magnetik pasir besi dikarakterisasi dengan spektrofotometer FT-IR untuk mengidentifikasi gugus fungsional yang ada dalam bahan magnetik. Pada Gambar 2 ditunjukkan hasil karakterisasi bahan magnetik pasir besi dengan FT-IR.

Pada Gambar 2 diketahui bahwa spektra yang dihasilkan dari bahan magnetik sebelum dan setelah pencucian menggunakan larutan asam klorida pada variasi konsentrasi tidak jauh berbeda. Setelah proses pencucian, spektra dari puncak-puncak serapan karakteristik oksida besi magnetit masih terlihat. Puncak serapan karakteristik tersebut diantaranya yaitu pada bilangan gelombang 571 cm⁻¹ yaitu vibrasi ulur dari Fe-O (Jitianu *et al.*, 2010). Setelah dilakukan pencucian dengan larutan asam klorida 1 M muncul pita serapan baru yaitu pada bilangan gelombang 324-355 cm⁻¹ untuk vibrasi ulur dari Fe-O. Hal ini didukung oleh Lakay (2009) bahwa analisis spektra

FT-IR dari magnetit (Fe₃O₄) dicirikan dengan adanya pita serapan yang lebar pada bilangan gelombang 636 cm⁻¹. Hal ini juga sesuai dengan Montagne *et al.* (2002) bahwa spektra FT-IR dengan bilangan gelombang < 700 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi ikatan Fe-O dari magnetit, sehingga memperkuat analisa bahwa oksida besi yang terkandung pada bahan magnetik pasir besi ini berupa magnetit.

Pada bilangan gelombang 1628 cm⁻¹ muncul vibrasi tekuk dari gugus -OH pada permukaan silanol (Si-OH) atau oksida besi (Fe-OH), dan pada bilangan 3425 cm⁻¹ yaitu vibrasi ulur Si-OH atau Fe-OH (Petcharoen dan Sirivat, 2012). Pada spektra FT-IR Gambar 2 terdapat puncak serapan gugus fungsi magnetit yang mengalami pergeseran bilangan gelombang setelah proses pencucian, akan tetapi puncak serapan tersebut masih dalam spesiasi vibrasi puncak serapan gugus fungsi dari bahan magnetit. Hal ini bersesuaian dengan hasil penelitian Susanto *et al.* (2017) yang mensintesis nanomaterial magnetit-sitrat. Hasil penelitiannya menunjukkan adanya vibrasi ulur Fe-O dari magnetit pada bilangan gelombang 401-424, 588, dan 624 cm⁻¹.



Gambar 2. Spektra FT-IR dari bahan magnetik cuci HCl a) 0,5 M (b) 1 M (c) 2 M dan (d) 4 M

Tabel 6. Hasil Uji XRF dari Pencucian Bahan Magnetik Pasir Pantai Muara Kencan

Unsur	Komposisi (%)			
	H ₂ O-HCl 0,5 M	H ₂ O-HCl 1 M	H ₂ O-HCl 2 M	H ₂ O-HCl 4 M
Fe	79,66	82,69	78,12	76,83
Ti	6,75	6,42	6,63	8,15
Al	4,30	3,50	5,00	3,40
Si	4,10	3,32	4,70	6,70
Ca	1,21	0,96	1,53	1,23
Bi	0,72	0,77	0,70	0,62
V	0,64	0,64	0,61	0,69
Eu	0,44	0,59	0,61	0,57
Mn	0,62	0,56	0,57	0,51
Rb	0,41	0,36	0,31	0,28
K	0,24	0,18	0,26	0,21
Br	0,18	0,29	0,26	0,00
P	0,20	0,19	0,24	0,30
Re	0,30	0,25	0,20	0,27
Cr	0,16	0,16	0,17	0,18
Zn	0,07	0,08	0,09	0,06

Hasil Karakterisasi Bahan Magnetik dengan X-Ray Fluorescence (XRF)

Tabel 6 merupakan hasil karakterisasi XRF dari bahan magnetik Pasir Besi Pantai Muara Kencan setelah proses pencucian menggunakan larutan asam klorida pada berbagai konsentrasi. Karakterisasi XRF dilakukan untuk mengetahui pengaruh pencucian bahan magnetik pasir besi menggunakan larutan asam terhadap komposisi unsur-unsur di dalamnya.

Pada Tabel 6 dapat dilihat beberapa unsur pengotor dari bahan magnetik mengalami penurunan komposisi dan unsur Fe mengalami peningkatan komposisi. Komposisi unsur Fe paling banyak terjadi pada pencucian bahan magnetik menggunakan larutan asam klorida 1 M yaitu sebesar 82,69%. Bahan magnetik yang dicuci dengan larutan asam klorida 2 dan 4 M menghasilkan persen komposisi unsur Fe yang lebih rendah dibandingkan dengan pencucian asam klorida 1 M. Hal ini dimungkinkan selama proses pencucian menggunakan larutan asam klorida 2 dan 4 M sebagian besi dari bahan magnetik ikut terlarut. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Wijaya *et al.* (2004) yang melakukan pencucian montmorilonit dengan asam sulfat 1 M, 2 M, dan 3 M. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan asam

yang digunakan untuk mencuci komposit, semakin berkurang kadar besi yang ada dalam komposit. Hal ini dikarenakan larutan asam kuat dapat melarutkan kandungan besi pada komposit.

KESIMPULAN

Pencucian bahan magnetik pasir besi menggunakan larutan asam klorida pada berbagai konsentrasi tidak mengubah jenis oksida besi. Jenis oksida besi yang terkandung pada Pasir Besi Pantai Muara Kencan tetap berupa magnetit. Semakin tinggi konsentrasi larutan asam klorida yang digunakan untuk mencuci bahan magnetik pasir besi, semakin besar pula intensitas XRD dan kristalinitas yang dihasilkan. Kristalinitas bahan magnetik paling tinggi dihasilkan pada pencucian menggunakan larutan asam klorida 1 M yaitu sebesar 78,23%. Pencucian bahan magnetik pasir besi menggunakan larutan asam klorida pada berbagai konsentrasi mampu mengurangi komposisi unsur-unsur pengotor dan meningkatkan komposisi dari unsur Fe. Komposisi unsur Fe paling banyak terjadi pada pencucian bahan magnetik menggunakan larutan asam klorida 1 M yaitu sebesar 82,69%. Kondisi optimum terjadi pada pencucian bahan magnetik menggunakan larutan asam klorida dengan konsentrasi 1 M.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, C. 2013. Mengoptimalkan Perolehan Mineral Magnetik pada Proses Separasi Magnetik Pasir Besi Pantai Selatan Kabupaten Kebumen Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 9(3):145–156. DOI: 10.30556/jtmb.Vol9.No3.2013.758.
- ESDM [Energi dan Sumber Daya Mineral], 2016, Profil Sektor ESDM di Jawa Tengah Tahun 2016, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, Semarang, Hal 1-100.
- Febriana, L. & Ayuna, A. 2015. Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Tanah menggunakan Saringan Keramik, *Jurnal Teknologi*, 7(1):35-44. DOI: 10.24853/jurtek.7.1.35-44.
- Jitianu, A., Raileanu, M., Crisan, M., Predoi, D., Jitianu M., Stanciu L. & Zaharescu, M. 2006. Fe₃O₄-SiO₂ Nanocomposites Obtained via Alkoxide and Colloidal Route, *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 40(2-3):317–323. DOI: 10.1007/s10971-006-9321-7.
- Lakay, E.M. 2009. Superparamagnetic Iron-Oxide Based Nanoparticles for The Separation and Recovery of Precious Metals from Solution, *Thesis*, University of Stellenbosch.
- Montagne, F., Mondain-Monval, O., Pichot, C., Mozzanega, H. & Elaissari, A. 2002, Preparation and Characterization of Narrow Sized (O/W) Magnetic Emulsion, *Journal of Magnetism and Magnetic Material*, 250:302-312. DOI: 10.1016/S0304-8853(02)00412-2.
- Mulyani, 2011, Produksi, Konsumsi Semen dan Bahan Bakunya di Indonesia Periode 1997-2009 dan Prospeknya 2010-2015, *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 7(2):82-89. DOI: 10.30556/jtmb.Vol7.No2.2011.832.
- Petcharoen, K. & Sirivat, A. 2012. Synthesis and Characterization of Magnetite Nanoparticles Via The Chemical Co-Precipitation Method, *Materials Science and Engineering: B*, 177(5): 421– 427. DOI: 10.1016/j.mseb.2012.01.003.
- Prasdiantika, R. & Susanto, 2016. Preparasi dan Penentuan Jenis Oksida Besi pada Material Magnetik Pasir Besi Lansilowo, *Jurnal Teknosains*, 6(1):7-15. DOI: 10.22146/tekno sains.11385.
- Prasdiantika, R., Rohman, A., dan Agustin, N.C., 2019^a, Pengaruh Larutan Asam Fluorida pada Pencucian Material Magnetik Pasir Besi Pantai Jomblo. *Prosiding, Seminar Nasional Pendidikan Sains dan Teknologi yang diselenggarakan oleh UNIMUS*, Semarang, 28 September 2019, Universitas Muhammadiyah Semarang, page 201-212.
- Prasdiantika, R., Agustin, N.C. & Rohman, A. 2019^b. Identifikasi Oksida Besi dan Pengaruh Pencucian Material Magnetik Pasir Besi Pantai Jomblo Menggunakan Metode Sonokimia, *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 16(3):140-151. DOI: 10.14710/presipitasi.v16i3.140-151.
- Prasdiantika, R. & Susanto, 2020, Pencucian Material Magnetik Pasir Besi Lansilowo menggunakan Larutan Asam Klorida, *Jurnal Teknosains*, 10(1):75-85. DOI: 10.22146/tekno sains.43985.
- Suherman, I. & Saleh, R. 2018. Analisis Rantai Nilai Besi Baja di Indonesia, *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 14(3):233-252, DOI: 10.30556/jtmb.Vol14.No3.2018.696.
- Susanto, Prasdiantika, R. & Bolle, T.C. 2016. Pengaruh Pelarut terhadap Dispersi Partikel Fe₃O₄@Sitrat, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 17(4):153-159, DOI: 10.17146/jsmi.2016.17.4.4176.
- Susanto, Prasdiantika, R. & Bolle, T.C. 2017. Sintesis Nanomaterial Magnetit-Sitrat dan Pengujian Aplikasinya sebagai Adsorben Emas (III), *Jurnal Teknosains*, 6(2):59-138, DOI: 10.22146/tekno sains.10821.
- Susanto & Prasdiantika, R. 2018. Pengaruh Rute Sintesis Terhadap Keefektifan Pengikatan Gugus PDETA pada Sintesis Fe₃O₄@SiO₂@PDETA. *Jurnal Teknosains*, 8(1): 9-47. DOI: <https://doi.org/10.22146/tekno sains.36264>.
- Susilawati, Doyan, A., Taufik, M., Wahyudi, Gunawan, E.R., Kosim, Fithriyani, A. & Khair, H. 2018. Identifikasi Kandungan Fe pada Pasir Besi Alam di Kota Mataram. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(1):105-110. DOI: 10.29303/jpft.v4i1.571.
- Tan, H., Xue, J.M., Shuter, B., Li, X. & Wang, J. 2010. Synthesis of PEOLated Fe₃O₄@SiO₂ Nanoparticles via Bioinspired Silification for Magnetic Resonance Imaging. *Advanced Functional*

Materials, 20(5):722-731. DOI: 10.1002/adfm.200901820.

Wijaya, K., Sugiharto, E., Mudasir, M., Tahir, I. & Liawati, I. 2004. Synthesis Of Iron Oxide-

Montmorillonite Composite And Study of Its Structural Stability Againts Sulfuric Acid. *Indonesian Journal of Chemistry*, 4(1):33-42, DOI: 10.22146/ijc.21871.