



Synthesis Of Mg/Al Hydrotalsite-Magnetite As CN⁻ Ion Adsorbent On Wastewater Tapioca Industry

Sintesis Mg/Al Hidrotalsit-Magnetit sebagai Adsorben ion CN⁻ pada Air Limbah Industri Tapioka

Maudi Aulia*, Fajar Indah Puspitasari, dan Ristika Oktavia Asriza

Department of Chemistry, Universitas of Bangka Belitung
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Bangka, Bangka Belitung, 33172

* Corresponding author: mmaudiauliaaa01gmail.com

ABSTRAK

Senyawa sianida yang terkandung dalam air limbah industri tapioka relatif tinggi, sehingga perlu dilakukan penurunan kadar sianida. Penelitian ini memanfaatkan kemampuan hidrotalsit-magnetit dalam mengadsorpsi ion CN⁻. Proses pembentukan komposit dilakukan dengan mencampurkan fasa magnetit pada tahap sintesis hidrotalsit-magnetit. Hasil karakterisasi X-Ray Diffraction (XRD) menunjukkan refleksi puncak magnetit sebesar 20 21,42°; 30,28°; 33,40 °; 35,65 ° dan 37 °. Sedangkan puncak hidrotalocites pada sudut 11,66° ; 23,33° ; 34,80 ° ; 60,92° ; dan 62,21°. Hasil ini didukung oleh spektrum ir pada hidrotalosit yang ditunjukkan oleh gugus OH pada bilangan gelombang 3441 cm⁻¹, O=CO pada bilangan gelombang 1359 cm⁻¹, MO dan M-OH pada bilangan gelombang 964 cm⁻¹, 797 cm⁻¹ dan 673 cm⁻¹. Absorpsi Fe-O dan Fe-OH dari magnetit pada bilangan gelombang 892 cm⁻¹, 798 cm⁻¹ dan 629 cm⁻¹. Pada 0,4 gram hidrotalsit-magnetit dengan pengadukan 30 menit mengadsorpsi 0,0490 mg/L sianida dari larutan limbah cair tapioka. Nilai kapasitas adsorpsi sebesar 0,022 mg/g dan efisiensi adsorpsi sebesar 87,96%. Metode adsorpsi hidrotalsit-magnetit lebih unggul daripada metode aerob dan anaerob menggunakan bakteri dalam industri tapioka.

Kata Kunci: Limbah cair, ion CN⁻, adsorpsi, hidrotalsi-magnetit

PENDAHULUAN

Ubi casesa (ubi kayu) merupakan bahan baku pembuatan tepung tapioka. Industri tapioka berbahan baku ubi kayu beberapa tahun ini dikembangkan didaerah Bangka Belitung untuk meningkatkan perekonomian penduduk. Selain meningkatkan perekonomian, adanya industri tapioka menghasilkan buangan salah satunya limbah. Limbah padat dimanfaatkan sebagai makanan ternak, pembuatan pupuk, asam cuka, dan pembuatan

gas bio. Sementara limbah cair tidak dimanfaatkan dan sebagian tidak dilakukan pengolahan lalu dibuang ke lingkungan.

Limbah cair tapioka mengandung senyawa organik tersuspensi dan senyawa anorganik berbahaya seperti karbohidrat, protein, lemak yang mudah terurai dan bau yang menyengat serta terdapat sianida, nitrit, dan sebagainya (Riyanti dkk, 2010). Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair sianida sebesar 0,3 mg/l. Apabila nilai limbah

cair sianida lebih dari baku mutu maka harus dilakukan penanganan sehingga aman bagi kesehatan masyarakat dan tidak mencemari lingkungan.

Penanganan cemaran sianida dikembangkan dengan berbagai modifikasi metode dan bahan yang dimanfaatkan serta memiliki kekurangan atas masing-masing metode seperti penelitian menggunakan fotokatalis TiO₂, tetapi penggunaan TiO₂ memiliki biaya tinggi sebagai adsorben (Riyani dan Setyaningtyas, 2010). Penggunaan Mg/Al hidrotalsit-magnetit sebagai adsorben untuk zat pewarna F3G *Navy Blue* dan *Yellow* dengan metode kopresipitasi pernah diteliti oleh Ardhayanti dan Santosa (2016) hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi zat warna campuran Mg/Al hidrotalsit dan M-Mg/Al hidrotalsit sebelum dan sesudah proses kalsinasi yaitu meningkat dari 63,75 menjadi 81,67 mg/g, sedangkan Mg/Al hidrotalsit meningkat dari 15,67 menjadi 81,58 mg/g.

Penggunaan Mg/Al hidrotalsit-magnetit dalam mengadsorpsi ion CN⁻ pada limbah cair tapioka belum pernah dilakukan. Untuk mempelajari kemampuan material Mg/Al hidrotalsit-magnetit perlu diketahui karakteristik, kondisi optimum meliputi massa, waktu, konsentrasi dan performanya dalam proses adsorpsi ion CN⁻. Sehingga penelitian ini kedepannya dapat meminimalkan kandungan ion CN⁻ pada industri tapioka.

METODOLOGI

Pada penelitian ini dilakukan penentuan kapasitas dan efisiensi adsorpsi ion CN⁻ menggunakan komposit Mg/Al hidrotalsit-magnetit.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair industri tapioka PT Sinar Batu Rusa Prima, NaOH, Ammonia, Reagent 3, 4 dan 5, Aquades, FeSO₄·7H₂O, FeCl₃·6H₂O, MgCl₂·6H₂O, AlCl₃·9H₂O.

Alat

Gelas yang umum digunakan, pH meter, neraca analitik, labu takar, kertas saring, oven, pengaduk magnetit, ayakan, aluminium foil, botol semprot, *hotplate*, corong, plastik sampel, *wrapping*, Spektrofotometer UV-Vis HACH DR 6000, X-Ray Diffractometer (XRD) dan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Prosedur

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel limbah cair tapioka dilakukan dengan cara sampling sesaat (*grab sampling*) (SNI 6989.59:2008). Sampel diawetkan dengan pendinginan di dalam wadah tertutup dan gelap.

Penentuan Sianida

Penentuan kadar sianida dilakukan menggunakan spektrofotometer (portable) berdasarkan metode uji IK/22-12/LDLH di UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Bangka Belitung.

Preparasi Sampel

Pada pengujian ini sampel yang digunakan yaitu limbah industri tapioka dari PT Sinar Batu Rusa Prima. Langkah awal, limbah dihomogenkan. Selanjutnya sampel tersebut ditempatkan pada gelas ukur 100 mL lalu di saring menggunakan *whatman* 125 mm. Setelah dilakukan penyaringan, sampel dituangkan ke dalam kuvet 10 ml. Kemudian ukur pH limbah tapioka. Langkah selanjutnya yaitu sampel ditambahkan reagent 3 dihomogenkan sampai 30 detik, kemudian isi reagent 4 selanjutnya isi reagent 5 tunggu sampai 30 menit sampai sampel terlarut.

Sintesis Dan Karakterisasi Magnetit (Fe₃SO₄)

Magnetit dibuat dengan mencampurkan FeSO₄·7H₂O 2,78 gram dengan 2,705 gram FeCl₃·6H₂O lalu dilarutkan dalam 10 mL aquades. Larutan dipanaskan pada temperatur 50°C sambil diaduk menggunakan stirrer kemudian ditambahkan larutan ammonia 3,5 M tetes demi tetes hingga pH 10 sehingga terbentuk endapan hitam. Endapan kemudian diaduk selama 90 menit, lalu dikeringkan dan disaring dalam oven selama 2 jam pada temperatur 60°C. Padatan yang diperoleh dihaluskan dengan digerus lalu dikarakterisasi menggunakan FTIR, diuji kemagnetan menggunakan magnet eksternal dan XRD (Sari, 2017).

Sintesis Mg/Al Hidrotalsit-Magnetit

Sintesis Mg/Al hidrotalsit dilakukan dengan metode kopresipitasi. Sintesis bermula dengan membuat magnetit (Fe₃O₄). 20,33 gram MgCl₂·6H₂O dan 14,76 gram AlCl₃·9H₂O (Perbandingan mol Mg:Al = 2:1) dilarutkan dengan aquades sebanyak 90 ml lalu diaduk selama 15 menit. Kemudian ditambahkan

serbuk magnetit 2,31 gram kedalam larutan dengan perbandingan 1:10 Fe/Mg²⁺ (Sari, 2017). Campuran larutan ini kemudian ditambahkan NaOH 1 M tetes demi tetes pada suhu 35°C sampai pH 10 sambil diaduk dengan stirrer. Larutan kemudian di refluks selama 1 jam pada suhu 80°C lalu ditunggu endapan hingga mengendap (Latifah, 2018). Endapan diambil lalu dicuci dengan aquades sampai pH netral. Lalu distirrer dan diamkan semalaman. Endapan yang terbentuk kemudian disaring lalu dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 110°C. Kemudian dihaluskan menggunakan ayakan 170 mesh dan dikarakterisasi menggunakan FTIR, diuji kemagnetan menggunakan magnet eksternal dan XRD (Sari, 2017).

Penentuan Massa Optimum

Sebanyak lima gelas beaker dimasukkan 25 mL limbah cair industri tapioka kemudian tambahkan Mg/Al hidrotalsit-magnetit sebanyak 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 gram. Campuran tersebut kemudian diaduk selama 30 menit lalu dipisahkan. Ukur kadar CN⁻ menggunakan spektrofotometer UV-Vis HACH DR 6000 dengan panjang gelombang 612 nm. Kemudian lihat massa optimum yang didapatkan.

Penentuan Waktu Optimum

Sebanyak lima gelas beaker dimasukkan 25 mL limbah cair industri tapioka kemudian tambahkan Mg/Al hidrotalsit-magnetit sebanyak massa optimum dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Campuran tersebut kemudian diaduk lalu dipisahkan, ambil cairannya dan ukur kadar CN⁻ menggunakan spektrofotometer UV-Vis HACH DR 6000 dengan panjang gelombang 612 nm.

Penentuan Konsentrasi Serapan Optimum

Sebanyak 25 mL limbah cair ditambahkan Mg/Al hidrotalsit-magnetit dengan prosedur penentuan massa optimum dan waktu optimum. Hasil serapan pada kondisi optimum kemudian dihitung kapasitas adsorpsi menggunakan rumus dibawah ini (Sang dkk, 2008)

Kapasitas Adsorpsi :

$$q = \frac{(C_o - C_a) V}{M}$$

Keterangan :

C_a: Konsentrasi akhir (mg/L)

q : Kapasitas penyerapan (mg/g)

M : Massa (g)

C_o : Konsentrasi awal (mg/L)

V : Volume (L)

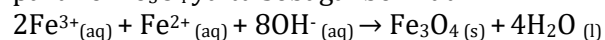
Sedangkan Efisiensi adsorpsi dihitung dengan persamaan di bawah ini (Adam dkk, 2013) :

$$\frac{(C_o - C_a)}{C_o} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah cair diambil dari industri tapioka di PT Sinar Batu Rusa Prima di Desa Puding Besar. Sampel limbah cair diambil berdasarkan SNI 6989. 59-2008 dengan metode *grab sampling* (sampling sesaat). Mengambil sampel limbah cair menggunakan botol plastik *polypropylene* (PP) secara langsung pada kolam inlet IPAL. Sampel kemudian diawetkan dengan pendinginan dalam wadah tertutup dan gelap. Berdasarkan SNI 6989. 59-2008 lama penyimpanan maksimum menurut sekitar 14 hari jika diawetkan dengan pendinginan. Sampel inlet limbah cair yang diambil memiliki ciri-ciri fisik air berwarna abu-abu disertai dengan endapan berwarna abu-abu tua, bau menyengat, memiliki pH 6,7 dan memiliki temperatur 28 °C. Hasil pengujian sampel inlet sebesar diperoleh 0,407 mg/L. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair industri tapioka kadar maksimal sianida yang diizinkan sebesar 0,3 mg/L. Berdasarkan alasan tersebut dilakukan pengambilan sampel limbah cair, yang selanjutnya diberi perlakuan untuk mengurangi kadar CN⁻ menggunakan hidrotalsit-magnetit.

Sintesis hidrotalsit-magnetit dilakukan 2 tahap, yaitu tahap pertama membuat magnetit dengan metode kopresipitasi. Sintesis magnetit terbentuk dari interaksi FeCl₃. 6H₂O sebagai sumber ion Fe³⁺ dan FeSO₄.7H₂O sebagai sumber ion Fe²⁺. Setelah mencapai pH 10 endapan dan larutan dipisahkan selanjutnya dinetralkan dengan mencuci endapan menggunakan akuades. Reaksi pembentukan partikel Fe₃O₄ yaitu sebagai berikut :

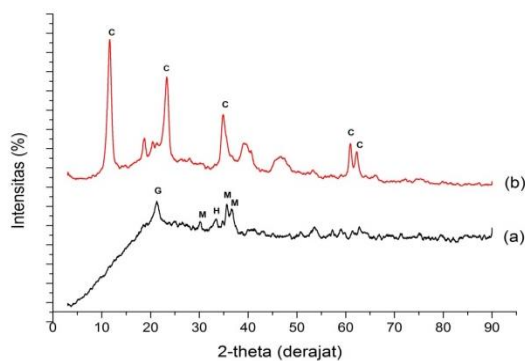


Menurut Ngatijo dkk. (2020) karakteristik secara fisik Fe₃O₄ ditandai dengan serbuk berwarna hitam dan dapat ditarik oleh medan magnet eksternal seperti Gambar 1.



Gambar 1. Hasil sintesis Fe_3O_4 dan pengujian Fe_3O_4 menggunakan medan magnet eksternal.

Karakteristik magnetit dan hidrotalsit-magnetit dapat dipelajari dengan analisis kualitatif menggunakan XRD dan FTIR. Hasil sintesis ditampilkan pada Gambar 2(a) dan Gambar 2(b) :

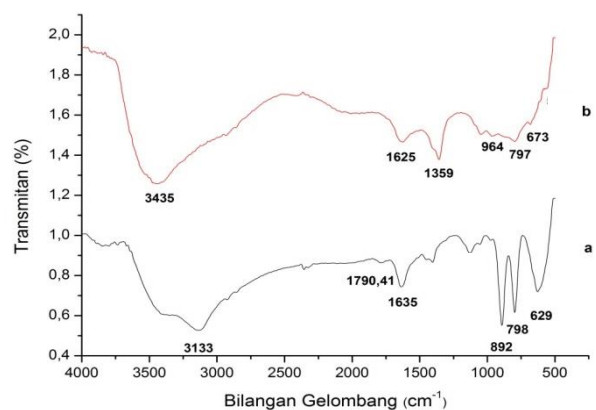


Gambar 2. Pola difraksi sinar-X (a) magnetit (b) Mg/Al hidrotalsit-magnetit

Gambar 2 (a) menampilkan difraktogram hasil sintesis senyawa magnetit. Berdasarkan identifikasi diperoleh puncak difraksi secara berurutan pada sudut 2θ untuk fasa magnetit yaitu $21,42^\circ$; $30,28^\circ$; $33,40^\circ$; $35,65^\circ$ dan 37° . Difraktogram ini memiliki kemiripan dengan JCPDS No 19-629 Fe_3O_4 yaitu $30,42^\circ$ dan $35,96^\circ$. Nilai difraktogram yang didapatkan juga memiliki kemiripan dengan penelitian (Rahimah dkk, 2019) yang mewakili Fe_3O_4 pada sudut $30,28^\circ$ dan $35,65^\circ$. Nilai tersebut juga sesuai dengan ICSD 01-076-7171 pada sudut 2θ $30,28^\circ$ dan $35,65^\circ$. Menurut Imaniah. (2016) Fe_3O_4 terbentuk pada sudut difraksi $37,052^\circ$ yang memiliki kemiripan dengan sudut 37° yang didapatkan. Pada penelitian ini terdapat puncak selain Fe_3O_4 yaitu goethit dan hematit. Menurut Karmanto. (2013) goethit muncul pada 2θ $21,24^\circ$ sementara pada penelitian ini fasa goethit muncul pada 2θ $21,42^\circ$. Menurut Fakhrudin. (2019) hematit muncul pada sudut $33,33^\circ$ hasil ini memiliki kemiripan dengan data yang didapatkan yaitu sebesar $33,40^\circ$. Sedangkan pembentukan Fe_3O_4 berlangsung selama 6 jam untuk mendapatkan pH 10. Selain itu kurang maksimalnya suhu pada saat pemanasan dan pengeringan menyebabkan

masih terdapat goethit pada sampel sebelum bertransformasi menjadi fasa magnetit (Nuayi, 2017). Menurut Aji dkk. (2007) munculnya hematit dipengaruhi oleh perbandingan ion Fe^{2+} dan Fe^{3+} pada larutan. Serta penambahan ammonia yang berlebih pada suhu dibawah 100°C .

Tahap kedua dalam sintesis yaitu membuat Mg/Al hidrotalsit-magnetit dilakukan dengan metode kopresipitasi. Preparasi dilakukan pada kondisi basa dengan pH 10. Menurut Malek dan Yasin. (2012) hidrotalsit terbentuk pada pH 10-13. Hasil difraktogram XRD ditampilkan pada gambar 4.2 (b) menunjukkan puncak tertinggi pada Mg/Al hidrotalsit-magnetit dengan $2\theta = 11,66^\circ$; $23,33^\circ$; $34,80^\circ$; $60,92^\circ$; dan $62,21^\circ$. Berdasarkan penelitian Handayani dkk. (2013) difraktogram tersebut memiliki kemiripan 3 puncak tertinggi yaitu sebesar $11,66^\circ$; $23,45^\circ$; dan $34,57^\circ$ yang merupakan karakteristik dari senyawa hidrotalsit. Berdasarkan JCPDS No 89-0460 puncak Mg/Al hidrotalsit muncul pada sudut 2θ $11,65^\circ$; $23,42^\circ$ dan $34,88^\circ$. Data tersebut memiliki kemiripan dengan hasil yang didapatkan yaitu $11,66^\circ$; $23,33^\circ$ dan $34,80^\circ$. Sementara menurut Hidayah dkk. (2018) pada sudut $2\theta = 60,92^\circ$ dan $62,21^\circ$ menunjukkan komposit tersebut termasuk Mg/Al hidrotalsit-magnetit. Latifah. (2018) dalam Bouraada dkk. (2014) menyatakan keberadaan anion CO_3^{2-} antar lapis ditunjukkan oleh karakteristik *basal spacing* d_{003} sekitar $7,59 \text{ \AA}$. Hasil tersebut bersesuaian dengan sudut $11,66^\circ$ yang didapatkan memiliki nilai *basal spacing* d_{003} sebesar $7,59 \text{ \AA}$ dengan anion CO_3^{2-} .



Gambar 3. Spektra FTIR (a) magnetit (b) Mg/Al hidrotalsit-magnetit

Selanjutnya dilakukan karakterisasi FTIR pada magnetit dan hidrotalsit-magnetit untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk pada magnetit dan adsorben hidrotalsit-magnetit. Hasil karakterisasi FTIR disajikan pada Gambar

3 dan ringkasan data panjang gelombang beserta referensi pendukung ditampilkan pada Tabel 1.

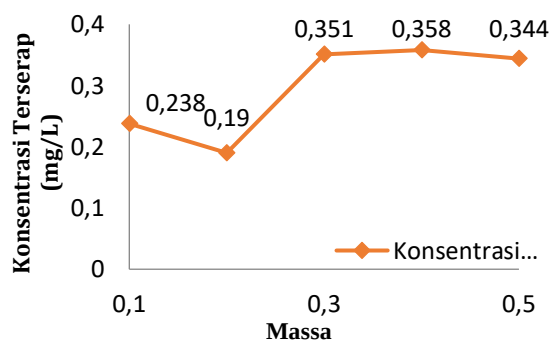
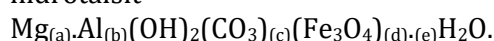
Tabel 1. Gugus fungsi Hidrotalsit-magnetit

Gugus Fungsi	Referensi	Magnetit	Hidrotalsit-magnetit
Vibrasi ulur OH	3000-3600 ^a ; 3441 ^b	3133	3435
Vibrasi tekuk OH	1633 ^c	1634	1625
Vibrasi ulur O=C-O	1357-1381 ^d	-	1359
Vibrasi ulur dan tekuk M-OH dan M-O	1000-400 ^e	892; 798; 629	964; 797; 673

^aSulistyaningsih dkk. (2013); ^bSari. (2017);

^cChang dkk. (2010); ^dSetyawati. (2011); ^eZhang dkk. (2014)

Berdasarkan penjelasan data FTIR tersebut mengkonfirmasi bahwa senyawa yang disintesis termasuk hidrotalsit-magnetit, ditunjukkan dengan adanya bilangan gelombang (cm^{-1}) 3441; 1359; 964; 797 dan 673. Bilangan gelombang memperlihatkan gugus fungsi yang didapatkan, yaitu OH, O=C-O, vibrasi ulur M-OH dan vibrasi tekuk M-O, sesuai dengan rumus hidrotalsit

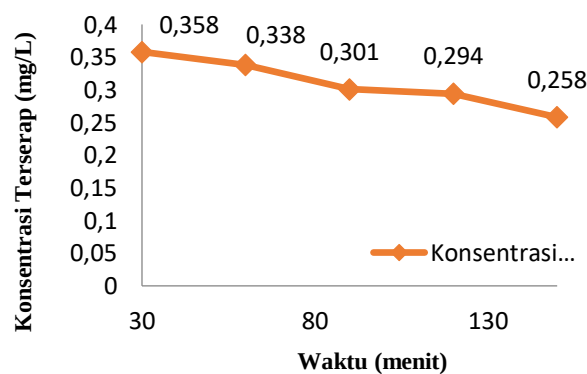


Gambar 4. Grafik pengaruh massa terhadap konsentrasi ion CN^- terserap

Berdasarkan grafik tersebut bahwa pada massa 0,1 gram konsentrasi terserap lebih besar dibandingkan massa 0,2 gram. Penurunan konsentrasi terserap ini dikarenakan proses adsorpsi tidak dilakukan bersamaan dan terdapat sisi aktif pada adsorben yang belum sepenuhnya mengikat adsorbat. Menurut (Wardalia, 2017) jika situs aktif adsorben belum melewati batas penyerapan maksimum atau belum jenuh, maka daya adsorpsi adsorben terhadap ion CN^- akan terus meningkat. Pada

massa adsorben 0,4 gram mengalami kenaikan dengan konsentrasi terserap 0,358 mg/L. Semakin besar massa Mg/Al hidrotalsit-magnetit maka semakin banyak konsentrasi ion CN^- yang terserap (Wardalia, 2017). Meningkatnya massa Mg/Al hidrotalsit-magnetit sebanding dengan bertambahnya situs aktif dan luas permukaan Mg/Al hidrotalsit-magnetit sehingga jumlah tempat mengikat ion CN^- juga bertambah dan efisiensi adsorpsi meningkat sampai tercapai massa optimum. Namun terjadi penyimpangan pada massa 0,5 gram. Hal ini dipengaruhi oleh sisi aktif adsorben pada massa 0,4 gram telah jenuh dan membentuk gumpalan pada adsorben yang memperkecil luas permukaan dari Mg/Al hidrotalsit-magnetit tersebut. Sehingga setelah kondisi optimum tidak ada lagi adsorbat yang diserap dan penambahan adsorben sampai kondisi tertentu tidak memberikan dampak pada peningkatan konsentrasi terserap CN^- (Maslahat dkk, 2015).

Adsorpsi optimum konsentrasi terserap terjadi pada waktu 30 menit dengan konsentrasi sianida pada larutan terbaca 0,0490 mg/L dengan konsentrasi terserap sebesar 0,358 mg/L. Menurut Zargoosh dkk. 2015 penurunan sianida optimum pada limbah industri perak terjadi pada rentang waktu kurang dari 35 menit. Hal ini bersesuaian dengan hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu 30 menit.

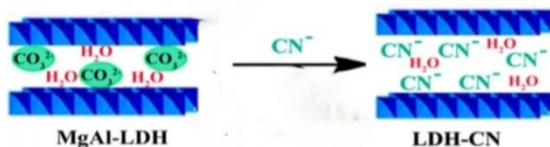


Gambar 5. Grafik pengaruh waktu terhadap konsentrasi ion CN^- terserap.

Adsorben Mg/Al hidrotalsit-magnetit memiliki keunggulan dibandingkan dengan adsorben lain yaitu luas permukaan yang besar dan memerlukan waktu yang cepat. Penelitian ini memperoleh waktu optimum terbaik pada waktu 30 menit yang menghasilkan konsentrasi terserap 0,358 mg/L dan kadar sianida sebesar 0,0490 mg/L.

Pada IPAL industri tapioka pengolahan dilakukan secara anaerob dan aerob menggunakan mikroorganisme (bakteri anaerob dan aerob). Hasil pengujian menggunakan mikroorganisme menunjukkan kadar sianida diperoleh 0,125 mg/L. Penggunaan Mg/Al hidrotalsit-magnetit kadar sianida yang didapatkan sebesar 0,0490 mg/L. Pengolahan menggunakan hidrotalsit-magnetit lebih unggul dibandingkan dengan menggunakan mikroorganisme.

Berdasarkan perhitungan kapasitas adsorpsi ion CN^- yang dihasilkan sebesar 0,022 mg/g dan efisiensi diperoleh 87,96%. Adsorpsi menggunakan Mg/Al hidrotalsit-magnetit mampu menurunkan kadar sianida dengan persentase penurunan sebesar 87,96%.



Gambar 6. Mekanisme pertukaran ion CN^- oleh Mg/Al hidrotalsit-magnetit.

Menurut Umayah dkk. (2018) mekanisme adsorpsi terjadi 2 kali yaitu (a) adsorpsi pada permukaan luar adsorben Mg/Al hidrotalsit-magnetit yang termasuk interaksi elektrostatis antara OH_2^+ (gugus terprotonasi OH^-) pada permukaan adsorben. Struktur hidrotalsit terdiri dari pergantian ion Mg^{2+} oleh Al^{3+} yang menyebabkan lapisan hidrotalsit bermuatan positif. Lapisan bermuatan positif yang berlebih membutuhkan anion penyeimbang di daerah antarlapis untuk menghasilkan muatan netral. Interaksi elektrostatis pada permukaan luar adsorben. Menurut Hidayah M dkk. (2018) dalam Herald (2008) CO_3^{2-} berperan sebagai situs aktif pada anion antar lapis hidrotalsit-magnetit. Ion CN^- dari luar akan mengusir anion CO_3^{2-} pada lapisan hidrotalsit, melalui interaksi antara muatan positif dari lapisan hidrotalsit dengan muatan negatif ion CN^- .

KESIMPULAN

Karakteristik difraktogram sinar-X Mg/Al hidrotalsit-magnetit memiliki puncak magnetit dan hidrotalsit-magnetit, hasil ini didukung oleh FTIR yang menunjukkan gugus fungsi seperti O-H, O=C-O, M-O dan M-OH. Pengukuran massa adsorben variasi 0,1 gram; 0,2 gram; 0,3 gram; 0,4 gram dan 0,5 gram terhadap ion CN^- , menunjukkan hasil adsorpsi optimum pada

massa 0,4 gram. konsentrasi awal sianida pada larutan sebesar 0,407 mg/L. Pengukuran waktu pengadukan optimum dengan variasi 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 150 menit, dicapai waktu optimum pada 30 menit. Kapasitas adsorpsi yang dilakukan pada kondisi optimum didapatkan sebesar 0,022 mg/g dan efisiensi adsorpsi sebesar 87,96%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak laboratorium serta PT Sinar Batu Rusa Prima dan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Bangka Belitung yang membantu penelitian ini.

REFERENSI

- Adam, F., Appaturi, J.N., Khanam, Z., hankappan, R., dan Nawi M.A.M. (2013). Utilization of Tin and Titanium Incorporated Rice Husk Silica Nanocomposite as Photocatalyst and Adsorbent for the Removal of Methylene Blue in Aqueous Medium. *Journal of Applied Surface Science*.
- Aji, P.M. Agus dan Satria. (2007). Sintesis Nano Partikel Magnetit, Maghemit dan Hematit Dari Bahan Lokal. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 106-108.
- Apsari, S. P., Setiani, O. dan Dangiran, H. L. (2018). Penurunan Kadar Sianida Limbah Cair Industri Tapioka Dengan Larutan Kapur Tohor ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) Di Desa Ngemplak Kidul, Margoyoso, Pati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(1): 325-334.
- Ardhayanti, L. dan Santosa SR, S. (2016). Synthesis Of Magnetite-Mg/Al Hydrotalcite and Its Application as Adsorbent For Navy Blue and Yellow F3D Dyes. *Journal ScienceDirect* 148(1): 1380-1387.
- Chen, C. Gunawan, P. dan Xu, R. (2011). Self-Assembled Fe_3O_4 -Layered Double Hydroxide Colloidal Nanohybrids With Excellent Performance For Treatment Of Organic Dyes In Water. *Journal Of Material Chemistry*, 21: 1218-1225.
- Extremera, R. Pavlovic, I Pérez, dan M R Barriga, C. (2012). Penghapusan Jeruk Asam 10 Dengan Hidroksida Ganda Berlapis Mg/Al Terkalsinasi Dari Air Dan Pemulihan Pewarna Yang Teradsorpsi. *Jurnal Teknik Kimia*, 213: 392-400.
- Fakhrudin, M.J. (2019). Sintesis Pigmen Hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) Dari Limbah Bubut Besi Dengan Variasi Waktu Sonikasi dan

- Aplikasinya Sebagai Anti Swelling Pada Kayu. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Handayani, S. Cahyorini, K dan Budiasih, K.R. (2013). Sintesis dan Karakterisasi Hidrotalsit Mg/Al dengan Metode Kopresipitasi Hidrotermal untuk Reaksi Kondensasi Aldol. FMIPA UNY. Yogyakarta.
- Hidayah, S. dan Susatyo. (2018). Adsorpsi Ion $H_2PO_4^-$ Menggunakan Komposit Mg/Al- NO_3 Hidrotalsit Magnetit. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3): 7-13.
- Imaniah, N. (2016). Preparasi Komposit Mg/Al- NO_3 Hidrotalsit- Kalsinasi Dengan Metode Kopresipitasi Dan Aplikasinya Untuk Adsorben Zat Warna Remazol Yellow Fg. FMIPA. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Karmanto. (2013). Sintesis Dan Karakterisasi Material Lempung Magnetik (Mg/ Al Hydrotalcite – Magnetit). *Kaunia*, 9(2):27-33.
- Latifah. (2018). Kinetika Adsorpsi Senyawa Pengotor Dalam Crude Glycerol (Hasil Pengasaman) Menggunakan Hidrotalsit Mg-Al- CO_3 . Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Malek, A. H. abd dan Yasin, Y. (2012). Use of Layered Double Hydroxides to Remove Sunset Yellow FCF Dye from Aqueous Solution. *Chemical Science Transaction*, 1(1): 194–200.
- Maslahat, M. Taufiq, A dan Subagja, P.W. (2015). Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Adsorben Untuk Adsorpsi Logam Pb dan Cd. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 5(1): 92-100.
- Ngatijo, Diah Riski Gusti1, Abdurrazaq, H., B dan Resilta, K. (2020). Adsorben Magnetit Terlapis Dimerkaptosilika untuk Adsorpsi Anion Logam $[AuCl_4]^-$ dan $[Cr_2O_7]^{2-}$. *Jurnal Riset Kimia*, 11(2):113-120.
- Nuayi, A.W. (2017). Sintesis Nanopartikel Besi (III) Oksida (Fe_2O_3) Dengan Menggunakan Salt-Assisted Method (SACM). *Jurnal ENTROPI*, 12(1): 1-6.
- Riyani, K. dan Setyaningtyas, T. (2010). Penurunan Kadar Sianida Dalam Limbah Cair Tapioka Menggunakan Fotokatalis TiO_2 . *Jurnal Molekul*, 1(8) :49-57.
- Riyanti, F., Lukitowati, P. dan Afrilianza. (2010). Proses Klorinasi untuk Menurunkan Kandungan Sianida dan Nilai KOK pada Limbah Cair Tepung Tapioka. *Jurnal Penelitian Sains*, 3(13) : 34–39.
- Sari, F. I. P. (2017). Sintesis, Karakterisasi Nanopartikel Magnetit Mg/ $AlNO_3$ Hidrotalsit dan Komposit Magnetit-Hidrotalsit. *Jurnal Kimia Valensi*. 3(1):44–49.
- Sang, Y., F. Li, Q. Gu, C. Liang, J. Chen. (2008). Heavy Metal-Contaminated Groundwater Treatment by A Novel Nanofiber Membrane. *Desalination*. 223, 349–360
- Sukma, D. H., Riani, E. Dan Pakpahan, E. N. (2018). Pemanfaatan kitosan sebagai adsorben sianida pada limbah pengolahan bijih emas. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 3(21) : 460-470.
- Pritamawati, R. N., Nurlina dan Shofiyani, A. (2018). Penentuan Permselektivitas Ion Cd (II). *Jurnal Kimia Khatualistiwa*, 7(3): 56–65.
- Umayah, S., dan Kusumastuti. (2018). Preparasi Nanopartikel Mg/Al Hidrotalsit-Magnetit secara Kopresipitasi serta Aplikasinya sebagai Adsorben Ion $Cr(VI)$. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2).
- Wardalia. (2017). Pengaruh Massa Adsorben Limbah Sekam Padi Terhadap Penyerapan Konsentrasi Timbal. *Jurnal Teknik*, 13(1): 71-80.
- Wasis. (2013). Sintesis Dan Karakterisasi Lempung Sintetis Magnetik Mg/Al Hidrotalsit – Magnetit. Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Zhang, F. N. Du, H. Li, X. Liang dan W. Hou. (2014). Sorbption of $Cr(VI)$ on Mg-Al-Fe Layered Double Hydroxides Synthesized by a Mechanochemical Method. *Royal Society of Chemistry*, (4): 46823-46830.
- Zargoosh, K. Kondori, S. Mohammad, Dinari. Mallakpour, S. (2015). Sintesis Hidroksida Ganda Berlapis Mengandung Turunan Asam Amino Biodegradable dan Aplikasinya untuk Efektif Penghapusan Sianida dari Limbah Industri. *Jurnal Industri & Teknik Kimia*, 54(1): 1093–1102.