



Sintesis Mg/Al Hidrotalsit dari $MgCl_2$ dan $AlCl_3$ dengan Metode Kopresipitasi

Felda Mufarrihati, Intan Ainul Malik*, Vanya Eka Wahyuni Putri

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5, Kota Malang, 65145 dan kode pos, Indonesia

*Corresponding author, email: intan.ainul.2103326@students.um.ac.id

Paper received: 3-6-2023; accepted: 15-6-2023; published: 30-6-2023

Abstract

Layer Double Hydroxides (LDH) layer or commonly known as hydrotalcite is a material used as a catalyst, adsorbent, stabilizer, and others. The purpose of this study is to determine how to synthesize Mg-Al Hydrotalcite from $MgCl_2$ and $AlCl_3$. In this study, Mg-Al synthesis uses the coprecipitation method. The advantage of the coprecipitation method is that it is cheap because the tools used are simple and can occur at room temperature. The synthesis process begins by mixing $MgCl_2$ and $AlCl_3$ with a mole ratio of 2:1, which is then set to pH 10-11 using a solution of 0.1 M Na_2CO_3 and 1 M NaOH. The precipitate obtained is washed with aquades until chloride ions are not contained in the synthesis result. The resulting synthesis results in the form of white powder solids with a yield of 10.72%. Characterization of the synthesis result with XRD powder yields a value $d = 7.550; 3,793; \text{ and } 2.5576 \text{ \AA}$. The similarity of the d price according to the JCPDS standard Mg/Al hydrotalcite data (41-1428) is at the price $d = 7.84; 3,91; \text{ and } 2.61 \text{ \AA}$. Thus, the synthesis of Mg-Al hydrotalcite has been successfully carried out.

Keyword: Synthesis; hydrotalcite; coprecipitation method.

Abstrak

Hidrotalsit atau *Layer Double Hydroxides* (LDH) merupakan material yang dimanfaatkan sebagai katalis, adsorben, *stabilizer*, dan lainnya. Penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui cara sintesis Mg-Al Hidrotalsit dari $MgCl_2$ dan $AlCl_3$. Sintesis Mg-Al pada penelitian ini menggunakan metode kopresipitasi. Metode kopresipitasi dipilih karena dinilai memiliki keunggulan dari pada metode lainnya. Keunggulan dari metode kopresipitasi yaitu murah karena alat-alat yang digunakan saat penelitian sederhana dan dapat dilakukan pada suhu kamar. Proses sintesis dimulai dengan mencampurkan $MgCl_2$ dan $AlCl_3$ dengan perbandingan mol 2:1, yang kemudian diatur hingga pH 10-11 menggunakan larutan Na_2CO_3 0,1 M dan NaOH 1 M. Endapan yang diperoleh dicuci dengan akuades sampai ion klorida tidak terkandung pada hasil sintesis. Hasil sintesis yang dihasilkan berupa padatan serbuk berwarna putih dengan rendemen sebesar 10,72%. Karakterisasi hasil sintesis dengan XRD serbuk menghasilkan harga $d = 7,550; 3,793; \text{ dan } 2,5576 \text{ \AA}$. Kemiripan harga d yang sesuai data Mg/Al hidrotalsit standar JCPDS (41-1428) yaitu pada harga $d = 7,84; 3,91; \text{ dan } 2,61 \text{ \AA}$. Dengan demikian, sintesis Mg-Al hidrotalsit telah berhasil dilakukan.

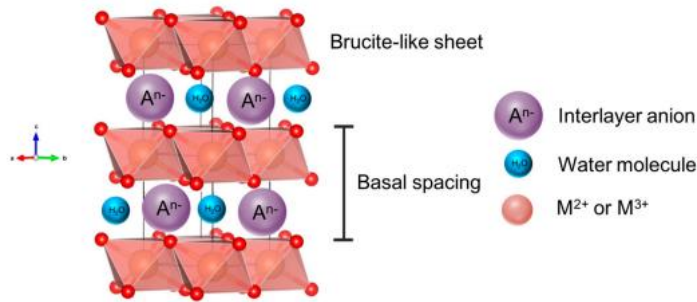
Kata kunci: Sintesis; hidrotalsit; metode kopresipitasi

1. Pendahuluan

Hidrotalsit atau disebut juga *Layer Double Hydroxides* (LDH) merupakan material yang dapat dimanfaatkan sebagai padatan pendukung katalis, adsorben, penukar anion, penangkap anion, serta stabilizer (Septyaningrum, 2015). Hidrotalsit merupakan salah satu mineral lempung yang murah, mudah disintesis, mempunyai kemampuan pertukaran anion dan luas permukaan yang besar. Hidrotalsit memiliki rumus umum sebagai berikut:



Sesuai dengan rumus di atas, M(II) adalah kation divalen (Mg^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , dan Co^{2+}), M(III) adalah kation trivalen (Al^{3+} , Fe^{3+} , Ga^{3+} dan Cr^{3+}), dan A adalah anion dengan muatan n (HO^- , CO_3^{2-} , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) (Seftel et al., 2005). Kation logam divalen terletak pada pusat oksigen oktahedral yang kemudian membentuk lapisan dua dimensi dengan cara penggunaan bersama sudut oktahedral. Penggantian sebagian kation logam divalen oleh logam trivalen mengakibatkan terbentuknya muatan positif pada lapisan hidrotalsit. Muatan positif ini diseimbangkan oleh keberadaan anion organik maupun anorganik pada daerah antar lapis. Daerah antar lapis merupakan daerah yang masih kosong yang tidak terisi anion (Rahman, 2013), seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



(Wijitwongwan & Intasard, 2019)

Pemanfaatan Mg/Al hidrotalsit salah satunya dapat digunakan menjadi adsorben. Proses adsorpsi terjadi jika terdapat interaksi pada logam dengan gugus fungsional yang berada pada permukaan adsorben. Interaksi yang terjadi dapat berupa pembentukan senyawa maupun pembentukan ion kompleks, seperti yang biasa terjadi pada permukaan padatan yang banyak akan gugus fungsional seperti $-OH$, $-NH$, $-SH$, dan $-COOH$ (Stumm & Morgan, 1996). Pemanfaatan hidrotalsit juga digunakan sebagai katalis. Hidrotalsit telah banyak digunakan sebagai katalis dalam proses katalitik heterogen karena mempunyai banyak kelebihan, seperti luas permukaannya yang besar, mudah dibuat dan murah, mudah dipisahkan dari produk hasil reaksi, mengurangi limbah, dan memungkinkan untuk diregenerasi (Cavani et al., 1991).

Metode sintesis Mg/Al hidrotalsit sudah banyak berkembang, seperti metode mekanokimia, kopresipitasi, oksida garam, hidrolisis induksi, sol gel dan elektrokimia (Benício et al., 2015). Terdapat beberapa kekurangan pada beberapa metode sintesis hidrotalsit, seperti pada metode sintesis dengan oksida logam. Kelemahan metode dengan oksida logam yaitu oksida kation divalen mengalami hidrolisis yang lambat dan anion yang disambung harus bisa membentuk garam larut dengan kation trivalen (Boehm et al., 1977). Kemudian pada metode sintesis mekanokimia juga memiliki kelemahan seperti proses sintesis memakan waktu yang jauh lebih lama (Zhang et al., 2014). Metode kopresipitasi dinilai memiliki kelebihan

dibandingkan metode lain. Maka dari itu, metode kopresipitasi dipilih untuk sintesis sintesis Mg/Al hidrotalsit. Metode kopresipitasi dinilai metode yang paling murah untuk mendapatkan Mg/Al hidrotalsit, karena pada metode ini diperlukan alat yang sederhana. Pengerjaan sintesis hidrotalsit pada metode kopresipitasi juga dilakukan pada temperatur kamar. Sintesis hidrotalsit dapat dilakukan dengan preparasi metode kopresipitasi menggunakan proses titrasi, presipitasi pada larutan jenuh (*high supersaturation*), ataupun pada larutan encer (*low supersaturation*) yang dilakukan dengan menaikkan pH (Septyaningrum, 2015).

2. Metode

Alat dan Bahan

Pada percobaan ini alat yang digunakan adalah *beaker glass* 100 mL, *beaker glass* 250 mL, indikator universal, *magnetic stirrer* (1 set), termometer, batang pengaduk, spatula, botol semprot, labu takar 100 mL, labu takar 25 mL, timbangan digital, kertas saring, cawan penguapan, corong *Buchner*, dan oven. Sedangkan untuk bahan bahan yang digunakan yaitu $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $AlCl_3 \cdot 10H_2O$, Na_2CO_3 , NaOH, dan akuades.

Prosedur Kerja

Pada percobaan ini, hidrotalsit Mg/Al disintesis dengan metode kopresipitasi atau pengendapan mengikuti metode Kameda dengan proses pengeringan untuk menghilangkan air yang dilakukan di dalam oven. Mg/Al Hidrotalsit dibuat dengan perbandingan molar 2:1. Sebanyak 2,088 gram $MgCl_2$ dan 1,216 gram $AlCl_3$ masing-masing dilarutkan dalam 25 mL akuades menghasilkan $MgCl_2$ 0,4 M dan $AlCl_3$ 0,2 M. Kedua larutan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 250 mL dan diaduk. Nilai pH larutan awal yaitu 3. Sebanyak 1,014 gram Na_2CO_3 dilarutkan dengan pelarut air dalam labu takar 100 mL menghasilkan Na_2CO_3 0,1 M. Larutan Na_2CO_3 kemudian ditambahkan ke dalam larutan Mg/Al untuk mencapai pH 10,5 (Herald et al., 2011). Penambahan sebanyak 138 mL larutan Na_2CO_3 hanya mencapai pH 9. Untuk mencapai pH 10,5 ditambahkan sebanyak 11,2 mL larutan NaOH 1 M. Campuran dipisahkan melalui penyaringan menggunakan corong *Buchner* dengan kertas saring biasa (pori-pori 20-25 μm). Filtrat diuji menggunakan larutan $AgNO_3$ untuk mengetahui ada atau tidaknya anion Cl. Setelah dipastikan tidak ada anion Cl, endapan hasil penyaringan dimasukkan dalam oven pada temperatur 120°C selama 3 jam. Padatan yang diperoleh dimasukkan dalam desikator yang selanjutnya ditimbang massanya. Senyawa Mg/Al hidrotalsit hasil sintesis dikarakterisasi dengan XRD serbuk (Rigaku Miniflex 600, Cu K dengan detektor D/teX ultra1-D yang dioperasikan pada 40 kV dan 15 mA).

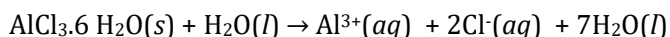
3. Hasil dan Pembahasan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk sintesis Hidrotalsit Mg/Al dari $MgCl_2$ dan $AlCl_3$. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kopresipitasi. Metode kopresipitasi adalah metode yang melibatkan kation logam dari medium tertentu yang diendapkan secara bersama dalam bentuk hidroksida, karbonat, oksalat atau sitrat. Keuntungan dari metode ini adalah langkahnya sederhana, biayanya murah dan kelarutannya terhadap garam tinggi (Ningsih, 2016). Dalam proses sintesis produk, metode kopresipitasi melibatkan pengontrolan pH, suhu, dan kecepatan pengadukan yang konstan.

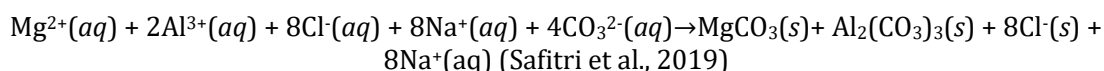
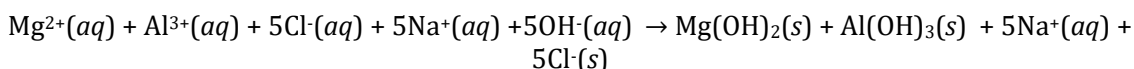
Sintesis Mg/Al Hidrotalsit

Dalam penelitian ini disintesis Mg/Al hidrotalsit dari $MgCl_2$ dan $AlCl_3$ dengan perbandingan 2:1 mol. Konsentrasi $MgCl_2$ yang digunakan sebesar 0,4 M dan $AlCl_3$ yang

digunakan sebesar 0,2 M. Dicampurkan 25 mL MgCl₂ 0,4 M dan 25 mL AlCl₃ 0,2 M dalam gelas beaker 250 mL. Campuran ini berupa larutan tidak berwarna dengan pH 3. pH optimum untuk sintesis hidrotalsit dengan metode kopresipitasi adalah pada pH 10 (Safitri et al., 2019). Hal ini dikarenakan pada pH basa ini Mg²⁺ dan Al³⁺ berada dalam fasa endapan. Pengaturan pH dilakukan dengan penambahan Na₂CO₃ dan NaOH. Pengaturan pH berfungsi Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Setelah penambahan Na₂CO₃ dan NaOH reaksi yang terjadi sebagai berikut



Setelah pH mencapai 10,5 dilakukan pengadukan dengan magnetic stirrer selama 1 jam dengan suhu 50°C. Penggunaan suhu diatas suhu ruang bertujuan agar ukuran kristal yang terbentuk semakin besar (Tawainella et al., 2014). Selain itu, pengadukan harus dilakukan dalam kecepatan konstan untuk mempercepat reaksi yang terjadi dan menghomogenkan campuran. Kemudian campuran didiamkan selama seminggu sehingga endapan mengendap. Setelah terbentuk endapan, disaring endapan menggunakan corong buchner. Kertas saring yang digunakan merupakan kertas saring biasa dengan pori-pori 20-25 µm dan berat kertas saring sebesar 0,304 gram. Penyaringan dengan buchner bertujuan untuk memisahkan filtrat dan endapan.

Endapan yang diperoleh mengandung anion Cl yang ikut mengendap bersama komponen hidrotalsit. Untuk menghilangkan anion Cl, dicuci endapan dengan aquades beberapa kali sampai anion Cl menghilang. Untuk menguji apakah anion Cl sudah tidak ada, ditambahkan AgNO₃ pada filtrat hasil pencucian. Setelah dipastikan endapan bersih dari anion Cl, endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 3 jam. Hasil yang didapatkan adalah padatan putih kering. Didinginkan padatan dalam desikator selama seminggu. Setelah padatan benar-benar kering, ditimbang padatan menggunakan neraca analitik. Diperoleh massa produk sebesar 0,979 gram.



Gambar (3) padatan Mg/Al dan (4) serbuk Mg/Al hidrotalsit

Senyawa Mg/Al hidrotalsit hasil sintesis mempunyai karakteristik fisik dengan bentuk padatan kecil dan berwarna putih. Padatan ini kemudian dihaluskan dengan mortar dan pestle hingga mejadi serbuk putih. Padatan hasil sintesis dihaluskan guna memperluas bidang permukaan sehingga diperoleh senyawa hasil sintesis yang berupa serbuk berwarna putih. Senyawa hasil sintesis yang telah dihaluskan kemudian dikarakterisasi lebih lanjut menggunakan XRD.

Karakterisasi Mg-Al Hidrotalsit

Identifikasi senyawa Mg/Al hidrotalsit dengan membandingkan harga d puncak-puncak difraktogram senyawa hasil sintesis dengan data d Mg/Al-hidrotalsit standar dari JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction Standard) nomor 41-1428. Untuk mengetahui keberadaan Mg/Al hidrotalsit perlu dilakukan identifikasi tiga puncak tertinggi sampel sebagai penciri senyawa. Nilai d dapat dihitung menggunakan Hukum Bragg:

$$\text{Orde refleksi } (n) \times \text{panjang gelombang } (\lambda) = 2 \times \text{jarak antarplanar } (d) \times \sin \theta, \text{ Sehingga}$$

$$\text{jarak antarplanar } (d) = \frac{\text{orde refleksi } (n) \times \text{panjang gelombang } (\lambda)}{2 \sin \theta}$$

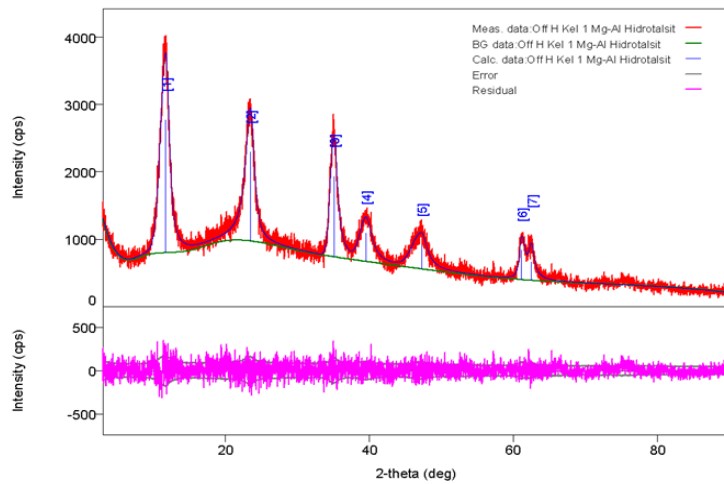
Adanya kesesuaian harga d tiga puncak tertinggi hasil sintesis dengan standar mengindikasikan bahwa senyawa utama hasil sintesis adalah Mg/Al-hidrotalsit (Pausch et al., 1986). Yang (2007) menyebutkan bahwa harga d 7,80 Å merupakan puncak karakteristik hidrotalsit dengan anion antar lapis berupa CO₃²⁻, sedangkan d 9,03Å merupakan anion antar lapis NO₃⁻. Kesesuaian harga d hasil sintesis dengan harga d untuk anion antar lapis CO₃²⁻ menunjukkan bahwa anion penyeimbang muatan pada Mg/Al-hidrotalsit sampel adalah CO₃²⁻ (Yang et al., 2007).

Dari difaktogram yang tersaji pada gambar 4 dapat dilihat bahwa tiga puncak tertinggi pada difaktogram senyawa hidrotalsit mempunyai kemiripan harga d yang sesuai data Mg/Al hidrotalsit standar JCPDS (41-1428) yaitu pada harga d = 7,84; 3,91; dan 2,61 Å. Kesesuaian ini menunjukkan bahwa hasil sintesis yang diuji dengan XRD adalah benar hidrotalsit.

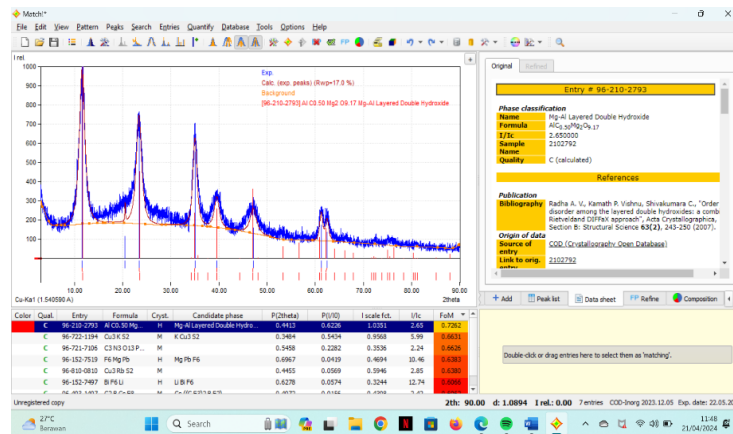
Tabel 1. Data XRD Mg/Al hidrotalsit

No	2 θ (deg)	Harga d sampel (Å)	Harga d standar (Å)	Intensity (cps)
1	11,712	7,550	7,84	3656
2	23,44	3,793	3,91	2937
3	35,06	2,5576	2,61	1850

Penafsiran spektrum XRD juga dilakukan menggunakan aplikasi Match dan didapatkan kesimpulan bahwa senyawa yang terbentuk benar Mg-Al Hidrotalsit dengan nilai FoM sebesar 0,7394. FoM (Figure of Merit) merupakan parameter yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana pola difraksi dari sampel cocok dengan pola difraksi referensi yang ada dalam database. FoM memberikan informasi tentang seberapa baik kesesuaian antara pola difraksi sampel yang diukur dengan pola difraksi referensi.

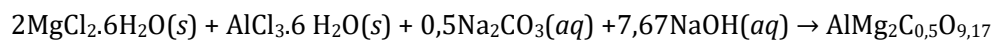


Gambar (4) Difaktogram Mg/Al hidrotalsit

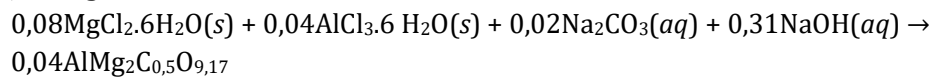


Gambar (5). Hasil Analisis dengan *Software Match*

Berdasarkan analisis data XRD menggunakan Match, diperoleh formula $AlC_{0,50}Mg_2O_{9,17}$. Dari persamaan reaksi berikut dihitung rendemen yang dihasilkan dari sintesis Mg-Al Hidrotalsit:



Jika $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 0,08 mol dan $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ 0,04 mol, maka:



$$\begin{aligned} Mr \text{ AlMg}_2C_{0,5}O_{9,17} &= 27 + 2(24,3) + 0,5(12) + 9,17(16) \\ &= 229,32 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

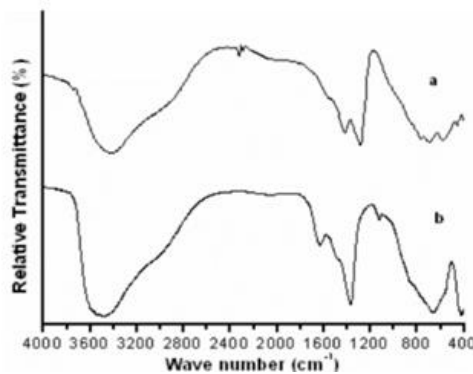
$$\begin{aligned} \text{Maka, untuk } 0,04 \text{ mol} &= 0,04 \text{ mol} \times 228,32 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} \\ &= 9,1328 \text{ gram (massa teoritik)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Rendemen} &= \frac{\text{massa percobaan}}{\text{massa teoritis}} \times 100\% \\ &= \frac{0,979 \text{ gram}}{9,1328 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 10,72\% \end{aligned}$$

Tabel 2. Data Kristal

Data	Hasil
Formula	$AlC_{0,50}Mg_2O_{9,17}$
Figure of Merit (FoM)	0,7262
Space group	R -3 m
Crystal system	Trigonal (hexagonal axes)
Unit cell	$a = 3,04245 \text{ \AA}$ $c = 22,66414 \text{ \AA}$
Density	$2,08600 \text{ g/cm}^3$

Spektrum FTIR dari sampel Mg/Al hidrotalsit ditampilkan dalam Gambar 5. FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) adalah teknik analisis spektroskopi yang digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsional pada suatu senyawa berdasarkan pada absorpsi gelombang inframerah oleh ikatan kimia yang ada dalam sampel. FTIR perlu mengacu pada gugus fungsi pada Mg-Al Hidrotalsit untuk mengidentifikasi gugus fungsional sehingga dapat mengkonfirmasi struktur: Puncak lebar di sekitar 3448 cm^{-1} dapat dikaitkan dengan peregangan gugus OH yang terikat pada Al dan Mg dalam lapisan. Getaran lentur air antar lapisan ditemukan pada 1496 cm^{-1} . Getaran antisimetris CO_3^{2-} muncul pada 1350 cm^{-1} . Getaran antisimetris CO_3^{2-} teramati, menunjukkan adanya ion karbonat yang terikat pada Mg dan Al dalam lapisan Hidrotalsit. Puncak di bawah 1000 cm^{-1} dikaitkan dengan getaran kisi Mg-O, Al-O, dan Mg-O-Al, yang menunjukkan keberadaan jaringan kristal dalam struktur Hidrotalsit. Hal tersebut menggambarkan struktur kisi yang terdiri dari atom magnesium, aluminium, dan oksigen dalam lapisan hidrotalsit tersebut.



Gambar (5) FTIR spectra of Mg/Al Hidrotalsit (a) synthesis and (b) commercial

Aplikasi Hidrotalsit

Hidrotalsit banyak dikembangkan dan diaplikasikan dalam berbagai bidang diantaranya sebagai adsorben, penukar ion, stabilizer, katalis, dan pengemban katalis dan sebagainya (Kloprogge & Frost, 2014). Beberapa studi menunjukkan bahwa hidrotalsit dapat digunakan sebagai bahan pengontrol keluarnya bahan aktif dalam obat (*drug release control*) (Ambrogio et al., 2001), (Ambrogio et al., 2002), (Ambrogio et al., 2003). Mg-Al hidrotalsit dapat

diaktivasi menjadi katalis untuk aldol reaksi kondensasi. Hasil aldol yang baik dapat diperoleh dengan katalisis heterogen menggunakan hidrotalsit. Hal tersebut dapat dilakukan asalkan diaktifkan dengan tepat dan reaksi dilakukan pada kecepatan rendah suhu. *Layered double hydroxides* (LDH) merupakan material host untuk bahan UV aktif p-aminobenzoic acid (PABA). LDH yang terinterkalasi senyawa aktif p-aminobenzoic acid (PABA) menghasilkan kombinasi senyawa LDH-PABA. Material tersebut memiliki kemampuan yang tinggi sebagai sun protection factor (SPF) yang melindungi kulit akibat pengaruh radiasi sinar UV dari sinar matahari (Roto et al., 2007).

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah disintesis Mg/Al Hidrotalsit dari $MgCl_2$ dan $AlCl_3$ dengan Metode Kopresipitasi dengan perbandingan mol 2:1. Senyawa yang dihasilkan memiliki karakteristik berupa padatan serbuk berwarna putih. Berdasarkan karakterisasi menggunakan XRD *powder* didapatkan nilai $d = 7,55; 3,793; \text{ dan } 2,5576 \text{ \AA}$. Berdasarkan analisis menggunakan *software* Match diketahui produk yang dihasilkan merupakan Mg-Al Hidrotalsit dengan nilai FoM sebesar 0,7394. Hidrotalsit dapat dimanfaatkan sebagai bahan penstabil (*stabilizer*) untuk formulasi obat-obatan dan kosmetika.

Ucapan Terima Kasih

Semua penulis menyampaikan terima kasih kepada (1) Husni Wahyu Wijaya, Ph.D dan Danar, M.Sc selaku dosen pengampu perkuliahan Praktikum Sintesis Anorganik (Genap 2023/2024) dan (2) Dr. Yessi Permana dan Siti Hartinah Qurbayni (Yessi Lab, Kimia, ITB) yang memfasilitasi karakterisasi sampel hasil sintesis..

Referensi

- Ambrogi, V., Fardella, G., Grandolini, G., Nocchetti, M., & Perioli, L. (2003). Effect of hydrotalcite-like compounds on the aqueous solubility of some poorly water-soluble drugs. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 92(7), 1407–1418. <https://doi.org/10.1002/jps.10411>
- Ambrogi, V., Fardella, G., Grandolini, G., & Perioli, L. (2001). *Intercalation compounds of hydrotalcite-like anionic clays with antiinflammatory agents — I. Intercalation and in vitro release of ibuprofen*. 220, 23–32.
- Ambrogi, V., Fardella, G., Grandolini, G., Perioli, L., & Tiralti, M. C. (2002). *Intercalation Compounds of Hydrotalcite-like Anionic Clays With Anti-inflammatory Agents , II : Uptake of Diclofenac for a Controlled Release Formulation*. 3(3), 3–8.
- Benício, L. P. F., Silva, R. A., Lopes, J. A., Eulálio, D., dos Santos, R. M. M., De Aquino, L. A., Vergütz, L., Novais, R. F., Da Costa, L. M., Pinto, F. G., & Tronto, J. (2015). Layered double hydroxides: Nanomaterials for applications in agriculture | Hidróxidos duplos lamelares: Nanomateriais para aplicações na agricultura. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo*, 39(1), 1–13. <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20150817>
- Boehm, B. H., Steinle, J., & Ci, Z. X. (1977). *ing of the epoxide with methyl dithiane anion and formylation at the initially introduced dithiane center affords the aldehyde The subsequent steps are once again a Wittig reaction with methoxycarbonylmethylenephosphorane and hydrolysis of the of the dithi*. 646(4), 265–266.
- Cavani, F., Trifiro, F., & Vaccari, A. (1991). HYDROTALCITE-TYPE ANIONIC CLAYS: PREPARATION, PROPERTIES AND APPLICATIONS. *Catalysis Today*, 11, 173–301.
- Herald, E., Wijaya, K., & Santosa, S. J. (2011). *Mg / Al HYDROTALCITE-LIKE SYNTHESIZED FROM BRINE WATER FOR EOSIN YELLOW REMOVAL*. 11(2), 117–123.
- Klopprogge, T., & Frost, R. L. (2014). *Infrared and Raman study of interlayer anions CO2-3 , NO-3 , SO2-4 , and ClO-4 in Mg / Alhydrotalcite Infrared and Raman study of interlayer anions CO 3 in Mg / Al- hydrotalcite*. 3.
- Ningsih, S. K. W. (2016). *Sintesis Anorganik*. UNP Press.
- Pausch, I., Lohse, H. H., Schurmann, K., & Allmann, R. (1986). Synthesis of disordered and Al-rich hydrotalcite-like compounds. *Clays & Clay Minerals*, 34(5), 507–510. <https://doi.org/10.1346/ccmn.1986.0340502>
- Rahman, A. (2013). *STRUCTURE CHARACTERIZATION AND APPLICATION OF NI HYDROTALCITE AS ENVIRONMENTALLY FRIENDLY CATALYSTS FOR REDUCTIVE AMINATION OF BENZALDEHYDE*. 4(2), 75–

82.

- Roto, Tahir, I., & Mustofa. (2007). *Zn-Al LAYERED DOUBLE HYDROXIDE AS HOST MATERIAL FOR SUNSCREEN COMPOUND OF p -AMINOBENZOIC ACID*. 7(1), 1-4.
- Safitri, T., Sulistyarningsih, T., Kimia, J., Semarang, U. N., & Artikel, I. (2019). *Indonesian Journal of Chemical Science Preparasi Mg / Al / Fe-NO₃ Hidrotalsit Secara Kopresipitasi*. 8(3).
- Seftel, E. M., Dvininov, E., Lutic, D., Popovici, E., & Ciocoiu, C. (2005). Synthesis of hydrotalcite-type anionic clays containing biomolecules. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 7(6), 2869-2874.
- Septyaningrum, C. W. et al. (2015). *Synthesis of Mg/Al Hydrotalcite by Using Low Supersaturated Precipitation Method with Variation of Mole Ratio Christanty Wahyu Septyaningrum, Sri Handayani, Cahyorini Kusumawardani, Kun Sri Budiasih*. 1-5.
- Stumm, W., & Morgan, J. J. (1996). *Aquatic Chemistry*. John Wiley and Son.
- Tawainella, R. D., Riana, Y., Fatayati, R., Kato, T., & Iwata, S. (2014). *Sintesis Nanopartikel Manganese Ferrite (MnFe₂O₄) dengan Metode Kopresipitasi dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya*. XVIII(April), 1-7.
- Wijitwongwan, R. P., & Intasa-ard, S. G. (2019). *Preparation of Layered Double Hydroxides toward Precisely Designed Hierarchical Organization*. 1-22.
- Yang, Z., Choi, K.-M., Jiang, N., & Park, S.-E. (2007). Microwave Synthesis of Hydrotalcite by Urea Hydrolysis. *Bulletin of the Korean Chemical Society*, 28. <https://doi.org/10.5012/bkcs.2007.28.11.2029>
- Zhang, F., Du, N., Li, H., Liang, X., & Hou, W. (2014). Sorption of Cr(vi) on Mg-Al-Fe layered double hydroxides synthesized by a mechanochemical method. *RSC Advances*, 4(87), 46823-46830. <https://doi.org/10.1039/c4ra07553f>