

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT ZnO-BENTONIT

Juintan Pratiwi¹, Suriati Eka Putri^{1*}, Diana Eka Pratiwi¹, and A Indra Wulan Sari Ramadani²

¹ Jurusan Kimia, Universitas Negeri Makassar. Jalan Daeng Tata Raya, Makassar, 90224, Indonesia

² Jurusan Fisika, Universitas Negeri Gorontalo. Jalan Jend. Sudirman No.6, Dulalowo, Kota Tengah, Gorontalo, 96128, Indonesia

Email: ekaputri_chem@unm.ac.id

Received: 05 February 2022. Accepted: 23 April 2022. Published: 26 April 2022

ARTICLE INFO

Keywords:

Bentonite; Activation;
Composites, SEM

How to cite:

Pratiwi, J., Putri, S.E.,
Pratiwi, D.E., Ramadani,
A.I.W.S (2022). Synthesis
and Characterization of
Bentonite-ZnO
composites. *Jambura
Physics Journal*, 4(1), 70-76

DOI:

<https://doi.org/10.34312/jpj.v4i1.13499>

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik komposit ZnO-bentonit hasil sintesis. Tahapan penelitian terdiri dari preparasi dan aktivasi bentonit menggunakan H₂SO₄, sintesis komposit ZnO-bentonit dengan metode impregnasi dan karakterisasi komposit ZnO-bentonit menggunakan XRD dan SEM – EDX. Hasil penelitian menunjukkan Bentonit dan komposit ZnO-bentonit dengan karakterisasi instrumen XRD masing-masing menunjukkan terbentuk puncak pada $2\theta = 20-62$ dan $2\theta = 31-57$ yang masing-masing mengindikasikan adanya montmorilonit dan ZnO. Karakterisasi morfologi menggunakan instrumen SEM-EDX menunjukkan ZnO berwarna putih tersebar diatas permukaan bentonit yang ditandai dengan hasil EDX dengan persentase O sebesar 90,55% dan sisanya terdapat unsur lain seperti Al (Aluminium) 8,65 %, P (Phosphorus) 0,43 % dan S (Sulphur) 0,37 %.

1. Pendahuluan

Pencemaran lingkungan saat ini terutama pencemaran limbah semakin meningkat di kawasan industri. Pembuangan limbah pada industri menyebabkan terjadinya berbagai macam polutan yang menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu sumber pencemar adalah limbah cair yang berasal dari industri tekstil dimana proses pembuangannya tanpa melalui proses pengolahan dan penyaringan

sehingga membahayakan makhluk hidup. Limbah buangan industri tekstil menjadi sumber permasalahan di lingkungan, umumnya disebabkan oleh limbah zat warna. Senyawa organik yang bersifat *non-biodegradable* merupakan salah satu contoh limbah zat warna dari industri tekstil dan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan di perairan (Wijaya *et al.*, 2006).

Salah satu metode pengolahan limbah tersebut yaitu menggunakan suatu bahan semikonduktor yang bersifat katalis. Fotokatalis adalah sebuah katalis yang dapat mempercepat reaksi kimia yang memerlukan atau membutuhkan sinar/cahaya (Yang, 2011). Salah satu bahan fotokatalis adalah ZnO yang merupakan salah satu jenis semikonduktor yang berhasil digunakan untuk mendegradasi polutan organik di bawah sinar ultra violet (Hoffmann *et al.*, 1995). Fotokatalis ZnO dapat bertindak sebagai katalis jika ada energi foton/cahaya, jadi ZnO tanpa elektron foton tidak bisa bertindak sebagai fotokatalis. Semikonduktor ZnO memiliki keunggulan dibandingkan dengan semikonduktor TiO₂ karena ZnO mampu mengadsorpsi sinar $h\nu$ dan spektrum sinar UV dengan intensitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan TiO₂ (Hutabarat, 2012).

Semikonduktor ZnO memiliki kestabilan yang tinggi serta bersifat ramah lingkungan sehingga semikonduktor ini banyak digunakan pada proses fotodegradasi. Molekul target yang teradsorpsi pada permukaan ZnO lebih banyak karena luas permukaan yang besar sehingga akan meningkatkan efisiensi reaksi fotokatalitik (Sutanto, 2015). Semikonduktor ZnO memiliki aktivitas yang cukup tinggi namun kemampuannya dalam mengadsorpsi senyawa target belum maksimal sehingga proses degradasi fotokatalik tidak berjalan dengan baik maka ZnO perlu diimbangkan pada material berpori salah satunya adalah bentonit.

Bentonit merupakan mineral clay dengan fasa mineral montmorillonit. Mineral montmorillonit terdiri dari silika tetrahedral dan alumina octahedral dengan rasio 2:1 yang memiliki sifat fisik mudah mengembang. Montmorillonit merupakan salah satu mineral yang cukup melimpah di Indonesia dan merupakan material berpori yang baik karena aktivitas adsorbsinya cukup tinggi (Fatimah *et al.*, 2010)

Katalis ZnO yang teremban pada bentonit diharapkan dapat memiliki fungsi sebagai fotokatalis karena bentonit-ZnO memiliki luas permukaan yang tinggi. Komposit ZnO-bentonit diketahui dapat meningkatkan persentase degradasi zat warna sehingga adanya sintesis komposit bentonit dengan katalis ZnO dapat meningkatkan kemampuannya dalam mendegradasi polutan-polutan yang terdapat dalam limbah (Sitepu *et al.*, 2006). Hasil komposit ZnO-bentonit dikarakterisasi menggunakan X-ray Difraktometri (XRD) dan Scanning Electron Microscope (SEM) untuk mengetahui unsur dan senyawa yang terkandung dalam komposit dan untuk melihat morfologi komposit. Berdasarkan latar belakang tersebut maka pada studi ini akan dilakukan kajian mengenai sintesis dan karakterisasi komposit ZnO-bentonit.

2. Metode

Pada penelitian ini digunakan alat yang terdiri dari pengaduk alat-alat gelas, magnetik, timbangan analitik, penangas air, oven, pH meter, botol vial, kondensor, botol sentrifuge, thermometer, kotak radiasi, tanur, ayakan, lampu Phillips dengan panjang gelombang 253,47 nm, spektrofotometer *X-Ray Diffraction* (X-RD) type Rigaku MiniFlex II, *Scanning Electron Microscope* (SEM) JEOL JCM6000 dan Spektrofotometer UV-VIS (2450 Shimadzu).

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu padatan ZnO, padatan bentonit, larutan NaOH 2 M, larutan etanol 96 %, larutan H₂SO₄ 1,5 M, larutan CH₃COOH, larutan HCl 2 M, kertas saring Whatman, dan akuades.

Prosedur Kerja

Aktivasi Bentonit

Bentonit digerus lalu diayak dengan ukuran 100 *mesh* lalu bentonite dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama kurang lebih 2 jam. Ditimbang 50 g bentonit, lalu bentonit dicampur dengan larutan asam sulfat sebanyak 300 mL. Kemudian larutan diaduk pada suhu 80 °C selama 180. Setelah itu, dicuci dengan akuades dan disaring hingga netral. Bentonit teraktivasi asam kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C. Selanjutnya digerus dan diayak ukuran 60 *mesh* (Yulanda *et al.*, 2018).

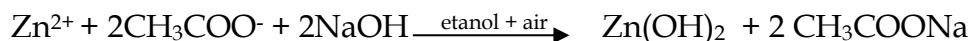
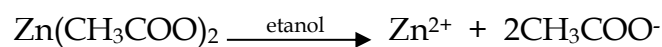
Sintesis komposit ZnO-Bentonit

Perbandingan massa ZnO:bentonit yang digunakan adalah 5:1 kemudian komposit ditambahkan larutan etanol sebanyak 80 mL. Campuran kemudiian diaduk menggunakan magnetic stirrer dan dipanaskan pada labu reflux dengan suhu 76°C, ditambahkan 100 mL NaOH 2 M dan diaduk selama 1 jam. Campuran kemudian disaring dan dinetralkan menggunakan akuades. Endapan yang dihasilkan kemudian dipanaskan pada suhu 60°C (Hartini, 2011). Komposit ZnO-bentonit ini lalu dikarakterisasi dengan instrumen XRD dan SEM.

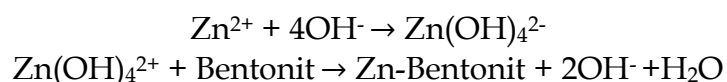
3. Hasil dan Pembahasan

Sintesis Komposit ZnO-Bentonit

Komposit ZnO-bentonit dibuat dengan metode impregnasi dimana prinsip impregnasi adalah memasukkan katalis logam ke dalam rongga material peyangga dengan cara merendam ke dalam prekursor logam aktif dan dilakukan pengadukan dan pemanasan (Permana *et al.*, 2020). Komposit dibuat dengan cara pencampuran antara bentonit hasil preparasi dengan ZnO(CH₃COO)₂ yang dilarutkan dengan etanol dan dipanaskan dalam reflux dengan penambahan NaOH yang berfungsi mendonorkan ion hidroksida sehingga ion Zn²⁺ yang menempel pada permukaan bentonit menghasilkan spesies Zn(OH)₂. Ion H⁺ juga akan berdifusi ke dalam pori-pori katalis penyangga (Latif *et al.*, 2018). (Mekanisme reaksinya yaitu :



Proses selanjutnya dilakukan kalsinasi pada suhu 400 °C. Menurut (Munnik *et al.*, 2014) proses kalsinasi ini bertujuan membentuk oksida logam dan meningkatkan kinerja katalis. Pada suhu 400 °C senyawa organik akan terurai seiring dengan kenaikan dan pembentukan kristal ZnO berlangsung secara sempurna. Reaksi yang terjadi adalah



Komposit ZnO-Bentonit yang diperoleh berwarna pink agak kecokletan, yang ditunjukkan pada Gambar 1



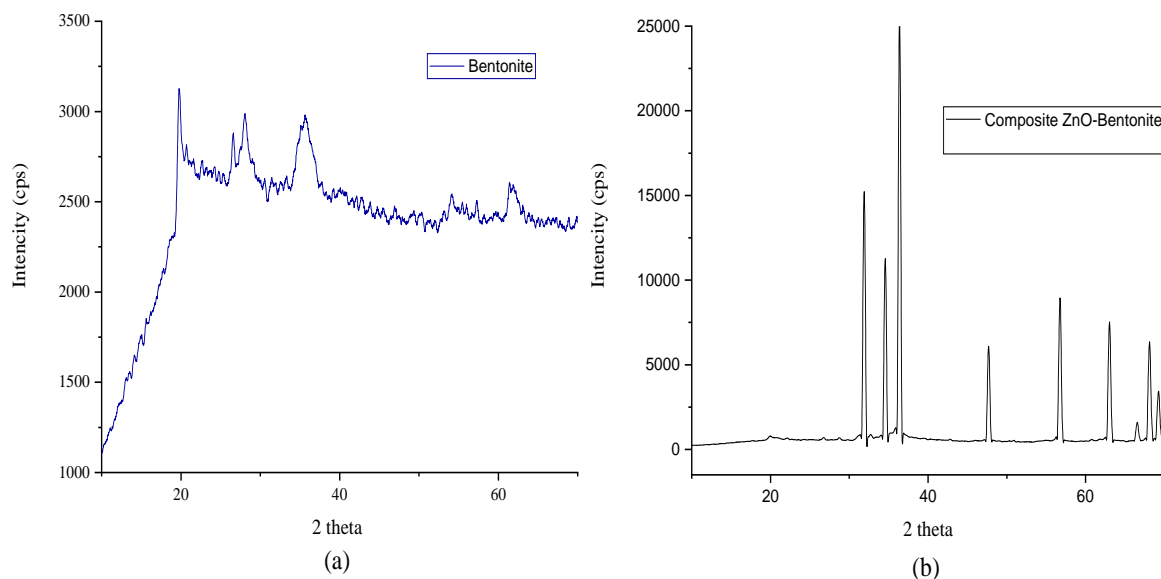
Gambar 1. Hasil Sintesis Komposit ZnO-Bentonit

Karakterisasi Komposit ZnO-Bentonit dengan XRD dan SEM-EDX

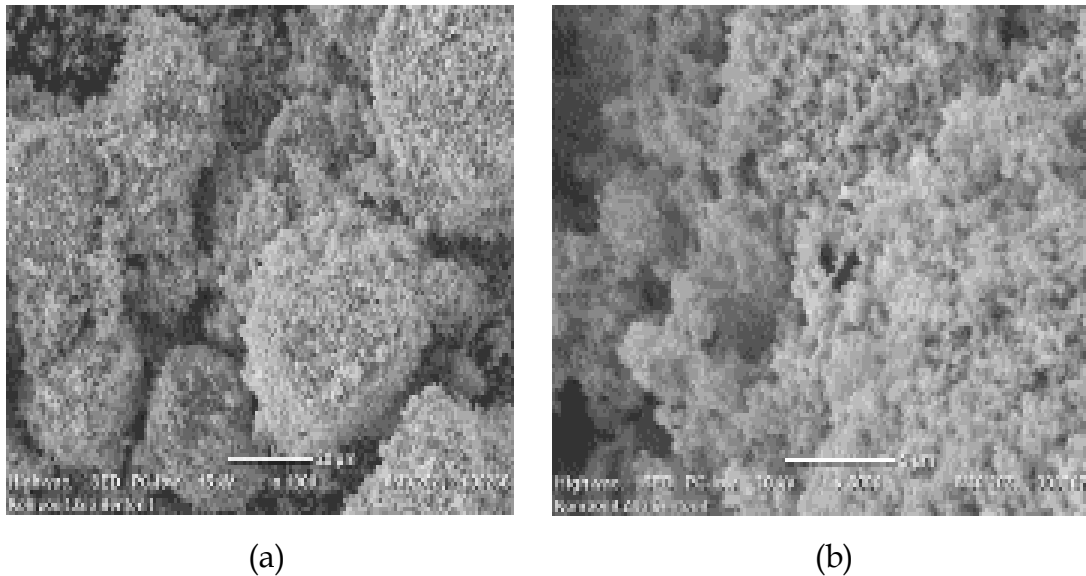
Bentonit yang telah diaktivasi dan komposit ZnO-bentonit yang telah disintesis dikarakterisasi dengan menggunakan spektrofotometer XRD yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan yang terjadi antara bentonit dan komposit ZnO-bentonit. dan SEM-EDX untuk melihat morfologi komposit ZnO-Bentonit. Hasil analisis menggunakan XRD ditunjukkan pada Gambar 2

Berdasarkan difraktogram yang ditampilkan pada gambar (a) terdapat puncak 2θ dengan intensitas yang tajam pada daerah $2\theta = 20,02^\circ$, $34,86^\circ$ dan $61,90^\circ$ pada bentonit teraktivasi. Puncak-puncak tersebut dapat mengindikasikan adanya montmorillonite (Ayodele *et al.*, 2012) dimana montmorillonite merupakan salah satu mineral penyusun bentonit yang paling banyak. Berdasarkan difraktogram XRD pada gambar (b), komposit ZnO-bentonit yang berhasil disintesis memiliki fasa kristalin, yang mengandung senyawa ZnO, Fe_2O_3 dan SiO_2 . Puncak difraksi ZnO diperoleh pada daerah $2\theta = 31-57$. Dari hasil penelitian struktur hasil komposit diperoleh fasa wurtzite. Parameter kisi kristal memiliki struktur heksagonal yang sesuai dengan database COD (Crystallography Open Database) 9004178. Hasil pengukuran yang diperoleh menunjukkan ukuran rata-rata kristal komposit yang berhasil disintesis adalah 53,142 nm.

Morfologi sampel dianalisis menggunakan SEM, ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Difaktogram hasil XRD Bentonit dan Komposit ZnO-Bentonit



Gambar 3. Hasil SEM (a) ZnO-Bentonit perbesaran 1000x (b) ZnO-Bentonit perbesaran 5000x

Berdasarkan gambar 3, dapat dilihat penampakan permukaan material komposit ZnO-bentonit terlihat dua jenis material dari perbedaan warna yaitu warna hitam dan putih. Ukuran butir material komposit ini cukup beragam dimana adanya permukaan yang tidak merata yang disebut aglomerasi. Menurut (Colak & Turkoglu, 2012) aglomerasi ini terjadi dikarenakan pada proses tahap akhir pembuatan komposit dilakukan kalsinasi pada suhu 400°C sehingga memberikan energi total permukaan yang tinggi, sehingga penurunan energi total ini permukaan tersebut akan bergabung menjadi satu membentuk gumpalan yang besar. Analisis EDX komposit ZnO-bentonit menggunakan SEM-EDX dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 unsur yang dominan dalam komposit hasil sintesis adalah unsur O (oksigen) sebesar 90,55% dan sisanya terdapat unsur lain seperti Al (Aluminium) 8,65 %, P (Fosfor) 0,43 % dan S (Sulfur) 0,37 %. Adapun unsur lainnya merupakan pengotor dari produk samping sintesis material komposit.

Tabel 1. Komposisi penyusun komposit ZnO-bentonit

No	Unsur	E_k Elektron-foto (Kev)	Massa %	Atom %	Senyawa
1	O	0.525	84.85	90.55	-
2	Al	1.486	13.68	8.65	Al_2O_3
3	P	2.013	0.78	0.43	P_2O_5
4	S	2.307	0.69	0.37	SO_3
TOTAL		10.298	100	100	

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa komposit ZnO-bentonit hasil sintesis mengandung bentonit dengan fasa montmorillonite dan ZnO dengan fase wurtzite. Adapun hasil analisis morfologi komposit dengan SEM diperoleh yang homogen dengan distribusi yang tidak merata pada permukaan sampel sehingga membentuk aglomerasi.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak yang telah membantu menganalisis data SEM dan XRD, dan dosen pembimbing, yang telah memberikan dukungan dan nasehat selama dilakukannya penelitian ini.

Referensi

- Ayodele, A., Ayo, C., Adebisi, M., & Otokiti, S. (2012). Stock Price Prediction using Neural Network with Hybridized Market Indicators. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, 3(1), 1–9.
- Colak, H., & Turkoglu, O. (2012). Synthesis, Crystal Structural and Electrical Conductivity Properties of Fe-Doped Zinc Oxide Powders at High Temperatures. *Journal of Materials Science and Technology*, 28(3), 268–274. [https://doi.org/10.1016/S1005-0302\(12\)60052-8](https://doi.org/10.1016/S1005-0302(12)60052-8)
- Fatimah, I., Sugiharto, E., Wijaya, K., Tahir, I., & Kamalia, K. (2010). Titanium Oxide Dispersed On Natural Zeolite (TiO₂/Zeolite) And Its Application For Congo Red Photodegradation. *Indonesian Journal of Chemistry*, 6(1), 38–42. <https://doi.org/10.22146/ijc.21770>
- Hartini, E. (2011). Modifikasi Zeolit Alam dengan ZnO untuk Degradasi Fotokatalis Zat Warna. In *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Hoffmann, M. R., Martin, S. T., Choi, W., & Bahnemann, D. W. (1995). Environmental Applications of Semiconductor Photocatalysis. *Chemical Reviews*, 95(1), 69–96. <https://doi.org/10.1021/cr00033a004>
- Hutabarat, R. (2012). *Synthesis and Characteristic of Photocatalyst Fe²⁺- ZnO on Natural Zeolite Based*. In *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Latif, A. M., Abidin, Z., & Sugiarti, S. (2018). *Sintesis Komposit Fe₃O₄/Bentonit Asal Daerah Nanggung, Bogor Jawa Barat Sebagai Adsorben Metilen Biru*. In *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Munnik, P., Jongh, P. E. De, & Jong, K. P. De. (2014). Recent Developments in the Synthesis of Supported Catalysts. *Journal Chem*. <https://doi.org/10.1021/cr500486u>
- Permana, E., Cristine, I., Murti, S. D. S., & Yanti, F. M. (2020). Preparation and Characterization of Cu/ZnO Catalysts With Activated Carbon Support Using H₃PO₄ and ZnCl₂ Activators. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 6–15.
- Sitepu, M., Sembiring, E. C. S. M., Barus, D., & Sudiati. (2006). Modifikasi Serat Ijuk Dengan Radiasi Sinar-γ. *Jurnal Sains Kimia*, 10(1), 4–9.
- Sutanto, H. (2015). *Semikonduktor Fotokatalis Seng Oksida dan Titania (Sintesis , Deposisi dan Aplikasi)*. Semarang: Telescope.
- Wijaya, K., Sugiharto, E., Fatimah, I., Sudiono¹, S., & Kurniaysih, D. (2006). Utilisasi TiO₂ -Zeolit Dan Sinar UV Untuk Fotodegradasi Zat Warna. *Jurnal Berkala MIPA*, 16(3), 27–36.
- Yang, C. (2011). Recent developments of metal oxide semiconductors as photocatalysts in advanced oxidation processes (AOPs) for treatment of dye waste-water. *JChem*

Yulanda, A., Wahyuni, L., Safitri, R., Bakar, A., & Supardan, M. D. (2018). Pemanfaatan Bentonit Sebagai Penyerap Air Pada Proses Transesterifikasi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 10(02).