

Pengaruh Waktu Terhadap Karakteristik Zeolit Sintesis Daun Bambu (*Gigantochloa Atter*) Menggunakan Metode Hidrotermal dan Aplikasinya Terhadap Penyerapan Ion Logam Mn^{2+}

Rizki Ulandari*, Lince Muis, Hadistya Suryadri

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

*E-mail: ulandari2501@gmail.com.

Abstrak

Zeolit adalah material porus dengan struktur kristal yang unik, yang memiliki kemampuan penyerapan baik terhadap berbagai jenis molekul. Daun bambu dipilih sebagai bahan baku yang ketersediaannya yang melimpah dan ramah lingkungan. Metode hidrotermal digunakan untuk mensintesis zeolit dari daun bambu dengan menggabungkan daun bambu dengan reagen NaOH. Variasi waktu sintesis dilakukan untuk mempelajari pengaruhnya terhadap karakteristik zeolite yang dihasilkan dengan variasi 2 jam, 4 jam, dan 6 jam. Berdasarkan uji XRD menunjukkan bahwa pada ZGA/Al-A1 dari data difaktogram menghasilkan zeolit mesolite, pada ZGA/Al-A2 dari data difaktogram menghasilkan zeolit 4A, dan pada ZGA/Al-A3 dari data difaktogram menghasilkan zeolit sodalit. Kapasitas adsorpsi ZGA/Al-A3 yaitu yaitu 24,92 mg/g dan efisiensi adsorpsi ZGA/Al-A3 yaitu sebesar 99,69 %. Hal ini menunjukkan bahwa zeolit dari daun bambu dapat dijadikan sebagai adsorben pada penyerapan ion logam Mn^{2+} .

Kata kunci: daun bambu, hidrotermal, adsorpsi, zeolit, ion logam Mn^{2+}

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan wilayah yang memiliki banyak gunung api mulai dari daerah Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara dan Sulawesi. Gunung api umumnya menghasilkan batuan vulkanik yang merupakan salah satu kandungan yang telah mengalami diagenesis menjadi zeolit sehingga Indonesia berpotensi besar dalam pemanfaatan zeolit.

Adapun bagian dari daun bambu terdiri atas daun, pelepah daun, dan ruas. Ketiga unsur ini relatif kuat karena mengandung silika yang tinggi. Komposisi daun bambu terdiri dari 10-25% kalsium, dan silika 70-80% (Wijaya, 2021). Sehingga daun bambu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan zeolit untuk adsorpsi air limbah terutama yang mengandung ion logam Mn^{2+} .

Ion logam Mangan (Mn) terdapat dalam kandungan aliran Sungai Batanghari yang berasal dari limbah pembuangan air,

limbah industri seperti las, keramik, elektronik, baterai, pertanian seperti pupuk, pestisida. Adanya logam seperti mangan di lingkungan perairan sekitar kehidupan manusia tentu saja berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia.

Pemanfaatan zeolit sangat luas maka eksplorasi terhadap zeolit alam terus dilakukan sehingga menyebabkan semakin berkurangnya sumber zeolit alam itu sendiri. Sebagai bahan unrenewable zeolit alam semakin lama akan habis (Sriatun dkk., 2017). Oleh karena itu diupayakan untuk membuat zeolit tiruan/sintetik, salah satunya berbahan baku yaitu daun bambu.

2. Metodologi

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor hidrotermal, *furnace*, *oven*,

kertas saring, neraca analitik, *grinder*, pengaduk magnet, XRF (*X-Ray Fluorescence*), XRD (*X-Ray Diffraction*), AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*). Adapun Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun bambu, NaOH, Al(OH)₃ dan *aquadest*.

2.2. *Prosedur Kerja*

Penelitian ini diawali dengan melakukan preparasi awal sampel daun bambu, selanjutnya pembuatan natrium silikat, pembuatan reaktan natrium aluminat dan proses sintesis zeolit.

2.3. *Preparasi Awal Sampel Daun Bambu*

Mula-mula daun bambu dipotong-potong menjadi ukuran kecil, kemudian dicuci menggunakan aquades dan dikeringkan di dalam oven selama 45 menit dengan temperatur 125°C, kemudian digrinder untuk menghaluskan atau menyamaratakan ukuran daun bambu agar mempermudah proses pengabuan. Proses pengabuan dilakukan pada *furnace* dengan temperatur 600°C selama 2 jam, kemudian abu dikarakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk mengetahui senyawa yang terdapat pada abu daun bambu.

2.4. *Pembuatan Reaktan Natrium Silikat*

Abu daun bambu sebanyak 20 gram diletakkan dalam gelas beaker dan ditambahkan NaOH sebanyak 50 gram. Menurut Pratama (2017), tujuan penggunaan NaOH adalah sebagai sumber kation. Selanjutnya abu daun bambu dan NaOH dikalsinasi dengan menggunakan *furnace* selama 1 jam pada temperatur 550°C, lalu dilakukan perendaman menggunakan aquades dan didiamkan selama 24 jam kemudian difiltrasi. Filtrat yang dihasilkan lalu diencerkan hingga volumenya 150 ml.

2.5. *Pembuatan Reaktan Natrium Aluminat*

Proses pembuatan reaktan Natrium Aluminat dilakukan dengan melarutkan NaOH sebanyak 30,5 gram kedalam 100 ml aquades lalu dipanaskan dan ditambahkan Al(OH)₃ sebanyak 21,65 gram ke dalam larutan NaOH disertai pengadukan. Selanjutnya larutan diencerkan hingga 250 ml.

2.6. *Proses Sintesis Zeolit*

Pembuatan zeolit sintesis dilakukan dengan mereaksikan Natrium Silikat sebanyak 40 ml dengan Natrium Aluminat sebanyak 60 ml. Proses pencampuran disertai dengan pengadukan selama 3 jam sehingga akan menghasilkan gel yang berwarna putih. Selanjutnya larutan yang telah tercampur dimasukkan kedalam reaktor hidrotermal dan dilakukan proses kristalisasi menggunakan metode alkali hidrotermal dengan variasi waktu 2 jam, 4 jam, dan 6 jam dengan temperatur 150°C. Hasil dari proses alkali hidrotermal selanjutnya akan difiltrasi menggunakan kertas saring dan dimasukkan ke dalam gelas beaker lalu dilakukan pencucian menggunakan aquades. Setelah itu padatan dikeringkan di dalam oven selama 4 jam pada temperatur 110°C. Zeolit yang dihasilkan lalu dikarakteristik dengan menggunakan analisa XRD untuk melihat kristalinitas zeolit yang dihasilkan.

2.7. *Adsorpsi Ion Logam Mangan (Mn²⁺)*

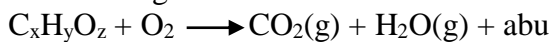
Mula-mula dilakukan pembuatan larutan dari padatan Mangan Oksida (MnO) dengan konsentrasi 50 ppm. Lalu dimasukkan ke dalam *beaker glass* sebanyak 50 ml dan ditambahkan juga zeolit sebanyak 0,1 gram di dalamnya, setelah itu dilakukan proses adsorpsi. Larutan hasil adsorpsi difiltrasi menggunakan kertas saring. Filtrat hasil

penyaringan kemudian dianalisa menggunakan instrumen AAS.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Karakterisasi Abu Daun Bambu

Abu daun bambu yang dihasilkan dari proses pengabuan kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan instrumen X-Ray Fluorescence (XRF) untuk mengetahui kandungan silika dan alumina didalamnya. Reaksi yang terjadi pada proses pengabuan menurut Hanafi dan Nandang (2011), adalah sebagai berikut:



Hasil XRF dari abu daun bambu dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah.

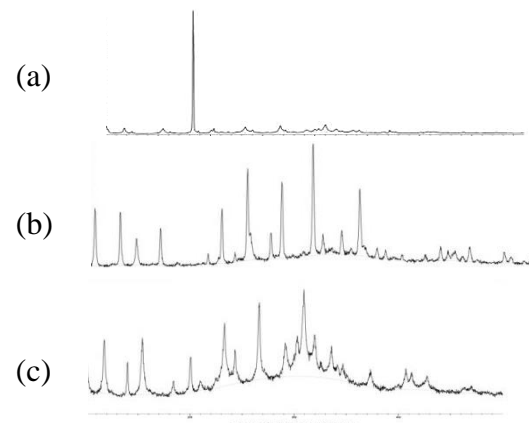
Tabel 1. Kandungan Senyawa Abu Daun Bambu

Senyawa	Berat (%)
Si	79,17
Ca	6,58
K	5,37
Mg	1,23
Al	4,64
Fe	0,99
S	0,27
Mn	0,15
P	0,58
dll	1,02

3.2. Karakteristik Zeolit Sintesis Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD)

Metode XRD adalah suatu metode analisa kualitatif yang memberikan informasi mengenai struktur kristal suatu mineral tertentu. Hal ini dikarenakan suatu mineral mempunyai pola difraktogram tertentu yang karakteristik. Kristalinitas sampel zeolit dapat dilihat berdasarkan pola difraktogramnya. Difraktogram memiliki puncak-puncak yang jelas dan intensitas ketajaman puncaknya tinggi memiliki kristalinitas yang baik. Puncak yang dihasilkan pada sudut 2θ dari

zeolit sintesis dengan berbagai variasi waktu akan dilakukan pencocokan data dengan International Zeolite Association (IZA) maka akan terlihat zeolit yang terbentuk.



Gambar 1. Difraktogram Zeolit Sintesis (a) ZGA/Al-A1, (b) ZGA/Al-A2, (c) ZGA/Al-A3.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa data hasil analisis zeolit sintesis dengan XRD dapat digunakan untuk menentukan zeolite sintesis dengan waktu terbaik pada perbandingan puncak 2θ difraktogram yang didapatkan. Puncak 2θ tertinggi untuk masing-masing ZGA/Al-A1, ZGA/Al-A2 dan ZGA/Al-A3 adalah 45,01 ; 45,11 ; dan 47,06. Secara umum, semakin lama waktu hidrotermal maka akan meningkatkan laju pertumbuhan kristal sehingga semakin baik zeolit yang di hasilkan. Pada penelitian ini, kristal zeolit berhasil di sintesis dengan variasi waktu hidrotermal 2 jam, 4 jam dan 6 jam.

Berdasarkan hasil difraktogram zeolit sintesis yang dihasilkan maka dapat diketahui bahwa ZGA/Al-A3 merupakan waktu terbaik dalam pembuatan zeolite dari abu daun bambu. Hal ini didasarkan pada bentuk struktur, kristalinitas dan puncak intensitas pada zeolite yang dihasilkan, dan dapat dilihat pada ZGA/Al-A1 puncak 2θ yang dihasilkan menunjukkan zeolite mesolit. Sedangkan pada ZGA/Al-A2 merupakan jenis zeolite 4A. hal ini terjadi

karena semakin lama waktu kristalisasi maka akan meningkatkan laju pertumbuhan kristal. Adanya kenaikan waktu dapat menyebabkan struktur kristal berubah, hal ini dikarenakan waktu yang terlalu tinggi dengan temperatur reaksi yang terlalu lama akan melarutkan fasa zeolite yang terbentuk sehingga pada ZGA/Al-A3 tidak terdapat lagi fasa campuran melainkan hanya terbentuk zeolite sodalit.

Berdasarkan hasil yang didapat mampu membuktikan bahwa kristalinitas suatu zeolite dapat dipengaruhi beberapa faktor dimana salah satunya yaitu waktu. Menurut Hadi (1986), Adanya perubahan waktu hidrotermal dapat menyebabkan struktur kristal berubah. sehingga pada ZGA/Al-A3 yang terbentuk adalah zeolit sodalit.

Hasil pada penelitian ini sama seperti penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Fungaro (2014), yang membuat zeolit dari ampas tebu dengan menggunakan metode alkali hidrotermal dengan variasi waktu 6 jam, 24 jam, dan 45 jam. Fungaro menghasilkan zeolit hidrosodalit pada waktu 45 jam. Sedangkan pada penelitian ini menghasilkan zeolite sodalit pada ZGA/Al-A3. hal ini mengindikasikan bahwa semakin lama waktu hidrotermal pada proses pembuatan zeolit maka semakin baik zeolit yang di hasilkan.

3.3. Kandungan Mineral

Adapun tabel dibawah menunjukkan Perbandingan Kandungan Mineral pada ZGA/Al-A1, ZGA/Al-A2, dan ZGA/Al-A3.

Tabel 2. Perbandingan Kandungan Mineral pada ZGA/Al-A1, ZGA/Al-A2, dan ZGA/Al-A3

ZGA/Al-A1	ZGA/Al-A2	ZGA/Al-A3
O (34,6%)	Al (8,6%)	Ca (4,5%)
Rh (61,5%)	Si (18,3%)	O (16,2%)
Al (3,9%)	Na (7,5%)	Ba (7,7%)
	Br (34,3%)	Y (25,0%)
	O (31,2%)	Ho (46,5%)

Berdasarkan Tabel 6 diatas dapat dilihat perbandingan kandungan mineral yang didapatkan pada ZGA/Al-A1, ZGA/Al-A2, dan ZGA/Al-A3, pada ZGA/Al-A1 adapun kandungan mineral yang terkandung yaitu O (34,6%), Rh (61,5%), dan Al (3,9%). Kemudian pada ZGA/Al-A2 kandungan mineral yang terkandung yaitu Al (8,6%), Si (18,3%), Na (7,5%), Br (34,3%), dan O (31,2%). Pada ZGA/Al-A3 kandungan mineral yang terkandung yaitu Ca (4,5%), O (16,2%), Ba (7,7%), Y (25,0%), dan Ho (46,5%).

3.4. Hasil Karakterisasi Adsorpsi Ion Logam Mn^{2+}

Dari pembahasan karakterisasi zeolit sintesis dan hasil difraktogram XRD, diketahui bahwa ZGA/Al-A3 merupakan waktu terbaik dalam penelitian ini. Hal ini dikarenakan ZGA/Al-A3 memiliki tingkat kistalinitas yang tinggi dan luas permukaan yang besar sehingga dapat memberikan akses yang baik bagi senyawa yang diadsorpsi ke permukaan adsorben (Merza dkk, 2023). Setelah mendapatkan jenis zeolit terbaik kemudian dilakukan adsorpsi ion logam untuk menghitung kapasitas dan efisiensi adsorpsinya. Adapun zeolit yang digunakan untuk adsorpsi adalah zeolit yang didapatkan dari sintesis zeolit ZGA/Al-A3.

Berdasarkan hasil analisa AAS maka didapatkan hasil akhir konsenstrasi ion logam Mn^{2+} yaitu sebesar 0,1524 mg/L, angka ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan dari konsentrasi ion logam awal yaitu sebesar 50mg/L. Lalu dilakukan

perhitungan kapasitas adsorpsi serta efisiensi adsorpsi dan didapatkan bahwa hasil perhitungan kapasitas adsorpsi ZGA/Al-A3 yaitu sebesar 24,92 mg/g dan perhitungan efisiensi adsorpsi ZGA/Al-A3 yaitu sebesar 99,69%. Hal ini menunjukkan bahwa zeolit dari daun bambu dapat dijadikan sebagai adsorben pada penyerapan ion logam Mn^{2+} .

4. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh waktu hidrotermal pada pembuatan zeolit dari daun bambu dapat mempengaruhi karakterisasi zeolit yang dihasilkan. Berdasarkan uji XRD, pada ZGA/Al-A1 dari data difaktogram menghasilkan zeolit mesolite, pada ZGA/Al-A2 dari data difaktogram menghasilkan zeolit 4A, dan pada ZGA/Al-A3 dari data difaktogram menghasilkan zeolit sodalit.
2. Kapasitas adsorpsi ZGA/Al-A1 yaitu 24,92 mg/g dan efisiensi adsorpsi zeolit dari ZGA/Al-A1 yaitu sebesar 99,69 %. Hal ini menunjukkan bahwa zeolit dari daun bambu dapat dijadikan sebagai adsorben pada penyerapan ion logam Mn^{2+} .

Daftar Pustaka

- Amelia, N., Ericha I. M., dan Nurul H. F. (2018) Pembuatan Zeolit Sintetis Berteknologi Hidrotermal Dari Limbah Kaca Dengan Variasi Naoh Dalam Pembuatan Larutan Natrium Silika. *Jurnal Nasional Sains dan Teknologi*.20 (3): 11-19.
- Barrer. R.M. (1989) *Hydrothermal Chemistry Of Zeolite*. Academic Press. New York.
- Estiaty, Lenny M. (2015) Sintesis Dan Karakterisasi Zeolit-Tio₂ Dari Zeolit Alam Termodifikasi. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*.11 (3): 181-190.
- Fungaro, Thais, Marco. (2014) synthesis and characteration of zeolite matrial dereved from sugarcane straw ash american journal of enviromental protection. Vol 2 No.1: 16-21
- Hanipa, P., Pardoyo., Taslimah., Arnelli., Y. Astuti. (2017) Pengaruh Variasi Waktu Hidrotermal terhadap Sintesis dan Karakterisasi Nanokristal Zeolit A dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*.20 (2): 79-83.
- Kristiyani, dkk. (2012) Pemanfaatan Zeolit Abu Sekam Padi Untuk Menurunkan Kadar Ion Pb²⁺ Pada Air Sumur. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Merza, U., Muis, L., & Suryadi, H. (2023). Pengaruh Temperatur Terhadap Karakteristik Zeolit Sintesis Daun Bambu (*Gigantochloa Atter*) Menggunakan Metode Hidrotermal dan Aplikasinya Terhadap Penyerapan Ion Logam Mn^{2+} a Terhadap Penyerapan Ion Logam Mn^{2+} . *Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri (JTII)*, 4(2).
- Milton, Robert M. (1989) *Molecular Sieve Science and Technology in Occelli*, Mario L., Robson, Harry E (editor)., *Zeolite Synthesis*, Louisiana State University, Washington DC. U.S.A.
- Riwu, Arsel A. Pau., dan Yantus A. B. Neolaka. (2021) Zeolite Alam Sebagai Material Penghantar Obat. *Jurnal Beta Kimia*.1(2): 7-14.
- Sari, F. G. T., D. Hidayat, D. Septiani. (2016) Kajian Kandungan Logam Berat Mangan (Mn) Dan Nikel (Ni)

- Pada Sedimen Di Pesisir Teluk Lampung. *Jurnal Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1): 1-14.
- Sriatun., Taslimah., E. N. Cahyo., F. D. Saputro. (2017) Sintesis dan Karakterisasi Zeolit Y. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 20 (1): 19-4.
- Sa'diyah, H., S. Nurhimawan., S. A. Fatoni., Irmansyah., Irzaman. (2016) Ekstraksi Silikon Dioksida dari Daun Bambu. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*. 5
- Setiadji, S., C. D. D. Sundari, E. Lala, D. F. Nurbaeti, I. Novianti, D. Suhendar, W. Darmalaksana, dan A. L. Ivansyah. (2018) The Increased Use Value Of Bamboo Leaves As Silica Source For T-Type Zeolite Synthesis. *MATEC Web of Conferences* 197, 05003.
- Treacy, M.M.J., dan J.B. Higgins. (2001) *Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites*.
- Wardani D.S., F. W. Mahatmanti, dan Jumaeri. (2020) Sintesis Zeolit dari Kaolin sebagai Carrier Amoksisilin. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 9 (2): 93-100.
- Widiawati, N. (2015) *Analisa Pengaruh Heating Rate Terhadap Tingkat Kristal Dan Ukuran Butir Lapisan BZT Yang Ditumbuhkan Dengan Metode Sol Gel*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.