ISSN 2716-0963
e-ISSN 2716-1218

Aplikasi Zeolit Teraktivasi Asam sebagai Purifikator Garam Aceh Timur

Fitri Anjani[1]*, Muslimah[1], dan Halimatussakdiah[1]

[1]*Program Studi Kimia Fakultas Teknik Universitas Samudra*
Jl. Meurandeh, Langsa Aceh 24416, Indonesia

* Corresponding author: fitriajha283@gmail.com

ABSTRAK

Kumpulan senyawa, terutama NaCl (> 80%), bersama dengan senyawa lain seperti kalsium sulfat (CaSO4), magnesium sulfat (MgSO4), dan magnesium klorida (MgCl2), membentuk padatan kristal berwarna putih yang dikenal sebagai garam. Untuk memurnikan garam Aceh Timur, peneliti telah melakukan penelitian terhadap penggunaan zeolit yang diaktifkan asam. Tujuannya adalah untuk mengaktivasi zeolit menggunakan aktivator HCl 0,1 M dan mengkaji efektivitas pemurnian garam baik menggunakan zeolit non aktif maupun aktif melalui metode kristalisasi dan pemurnian pada garam geomembran. Pada proses kristalisasi, sampel dimurnikan menggunakan zeolit terinaktivasi dan zeolit teraktivasi HCl 0,1 M sebagai pengikat pengotor. Untuk mengkarakterisasi zeolit non-aktif dan teraktivasi digunakan Difraksi Sinar-X (XRD), Fourier Transform Infra Red (FTIR), dan Scanning Electron Microscopy (SEM). Kualitas garam yang diperoleh setelah proses pemurnian menentukan efektivitasnya. Secara spesifik, kandungan logam Na pada produk garam rafinasi digunakan sebagai tolak ukur kualitasnya. Melalui penelitian ditemukan bahwa garam geomembran yang diaplikasikan dengan zeolit nonaktivasi memiliki kandungan logam Na sebesar 1723 ppm, sedangkan garam geomembran yang diaplikasikan dengan zeolit teraktivasi HCl 0,1 M memiliki kandungan logam Na sebesar 3628,10 ppm menggunakan instrumen *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa zeolit teraktivasi dapat digunakan secara efektif untuk memurnikan garam melalui proses kristalisasi. Selain itu, penggunaan zeolit teraktivasi dengan larutan HCl 0,1 M dapat meningkatkan kualitas garam geomembran di wilayah Aceh Timur.

Kata Kunci: Garam Geomembran, Zeolit, Pemurnian

PENDAHULUAN

Salah satu daerah yang menghasilkan garam di Provinsi Aceh adalah Kabupaten Aceh Timur, yang terletak di pesisir timur Aceh. Luas tambak garam Kabupaten Aceh Timur adalah sekitar 9.845 hektar, tersebar di enam kecamatan dan delapan desa, dan menghasilkan 433,85 ton garam per tahun [1]. Melalui kegiatan usaha produksi garam, petambak garam memiliki peluang kerja dan kesejahteraan. Diharapkan ke depannya, petambak garam akan berubah menjadi kelompok masyarakat yang mampu mengembangkan diri dengan meningkatkan produksi garam mereka [2].

Teknik pengolahan garam di Kabupaten Aceh Timur masih tradisional. Proses produksi garam dilakukan dengan cara menguapkan air laut dengan energi matahari (*solar evaporation*) pada petak-petak tambak garam secara langsung dan penguapannya melalui perebusan berbahan bakar kayu [3]. Kualitas garam bergantung pada kadar NaCl garam, kadar NaCl dalam garam bergantung pada seberapa pekat air laut yang akan diproses menjadi garam [4]. Menurut Wiraningtyas *et al*., 2019 menyatakan bahwa adanya keterkaitan antara logam Na dan NaCl dalam garam yaitu logam Na sebanyak 3800 ppm sama dengan 95,43% NaCl dalam garam. Berdasarkan hasil penelitian, karakteristik mutu garam bahwa kandungan NaCl pada garam di Aceh masih belum memenuhi standar mutu SNI yaitu 92 %, hal ini menandakan masih adanya pengotor yang terkandung didalam garam sehingga dibutuhkan nya inovasi terbaru yang dapat menghilangkan pengotor dan meningkatkan kadar NaCl yang sesuai dengan standar mutu SNI [5].

Kinerja suatu material sebagai bahan pengikat impuritis dapat ditingkatkan melalui proses aktivator. Aktivator yang digunakan adalah HCl, proses aktivasi dapat memperbesar ukuran pori dan luas permukaan sehingga memperbesar

ISSN 2716-0963
e-ISSN 2716-1218

kinerja adsorpsi terhadap logam- logam impuritis antara lain Ca dan Mg dalam proses kristalisasi dan meningkatkan kualitas hasil rekristalisasi. Dalam proses rekristalisasi, penggunaan zeolit teraktivasi asam sebagai pengikat impuritis diharapkan dapat meningkatkan kadar NaCl. Dengan menggunakan zeolit teraktivasi HCl 0,1M, penelitian purifikasi garam bertujuan untuk menghilangkan oksida bebas dari besi, kalsium, magnesium, dan zat lain yang terikat di sekitar kristal zeolit. Zeolit yang diaktifkan, yang memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih besar daripada zeolit yang tidak diaktifkan, dapat digunakan dengan lebih baik dalam proses pemurnian garam melalui metode rekristalisasi [6].

Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan proses purifikasi garam geomembran dari pusat produksi garam Kabupaten Aceh Timur dengan menggunakan zeolit teraktivasi HCl. Tahap awal penelitian akan mencakup sintesis dan karakterisasi zeolit teraktivasi asam menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR), *X- Ray diffraction* (XRD), dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Selanjutnya produk garam sebelum dan sesudah purifikasi dianalisis kadar logam Na menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi: zeolit sintesis, HCl pekat 0,1 M, akuades, Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *X-ray diffractometer* (XRD), *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), ayakan 100 mesh, neraca digital, oven, kertas saring, indikator universal dan seperangkat alat gelas.

Metode

Aktivasi Zeolit Menggunakan HCl

Zeolit digerus dan diayak dengan ukuran 100 mesh. Zeolit diaktivasi menggunakan larutan HCl 0,1 M (rasio 1:10) dan diaduk selama 3 jam. Selanjutnya, campuran disentrifugasi untuk membedakan filtrat dan padatan. Zeolit yang dihasilkan dibersihkan dengan akuades panas hingga menjadi netral, lalu dikeringkan selama 2 jam pada suhu 110 °C. Selanjutnya, zeolit yang teraktivasi HCl dipanaskan kembali selama 4 jam pada suhu 170 °C [6].

Karakterisasi Zeolit Teraktivasi HCl

Karakteristik tinggi pilar zeolit teraktivasi HCl dianalisa menggunakan metode XRD. Masing — masing 0,5 g zeolit teraktivasi diisikan ke dalam tempat sampel kemudian dibuat difraktogram pada 2θ, 3-65^o, sumber radiasi CuKα terfilter Ni dengan λ= 1,5406Å, tegangan : 40 kV, dan arus : 30 mA. Analisis ini digunakan untuk menentukan perubahan basal *spacing* d001 dari struktur zeolit.

Gugus fungsional zeolit teraktivasi HCl dievaluasi menggunakan FTIR. Untuk analisis, sampel dicampur dengan kalium bromida (KBr), dan campuran dipress menjadi pellet. Bilangan gelombang 500–4000 cm-1 menunjukkan spektrum IR.

Struktur morfologi zeolit teraktivasi HCl dianalisa menggunakan SEM. Sampel diletakkan pada pelat alumunium dan diberi lapisan emas dengan waktu coating ± 30 *seconds*. Struktur permukaan sampel akan diamati pada voltase 20 kV dan diperbesar 1.000 kali setelah dilapisi.

Proses Purifikasi Garam

Produk garam dimurnikan dengan menggunakan material komposit zeolit sebagai bahan pengikat impuritis sebelum proses kristalisasi. Sampel garam dilarutkan sehingga memperoleh larutan garam jenuh, kemudian material komposit zeolit teraktivasi asam HCl 0,1 M ditambahkan ke dalam larutan garam dengan rasio (1:10). Setelah itu, campuran diaduk selama 3 jam. Fase padat dipisahkan dari filtrat dengan kertas saring. Filtrat yang dihasilkan kemudian diuapkan menggunakan cawan porselin. Selanjutnya, produk kristal natrium klorida dikeringkan dalam oven selama dua jam pada suhu 110^{o}C. Kemudian, gunakan AAS untuk menganalisis kandungan logam Na pada produk garam geomembran, lakukan cara yang sama untuk purifikasi garam geomembran menggunakan zeolit nonaktivasi [6].

ISSN 2716-0963
e-ISSN 2716-1218

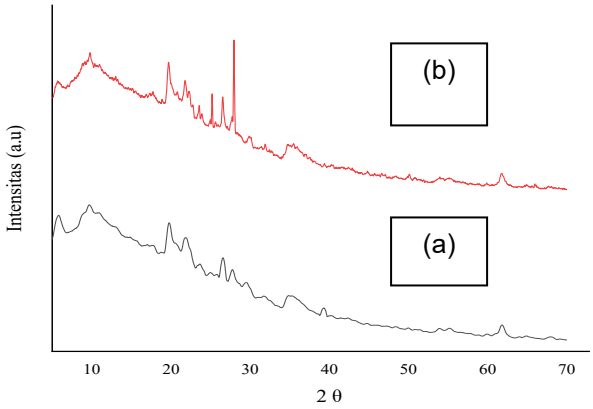
HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivasi Zeolit Menggunakan HCl 0,1 M

Aktivasi zeolit menggunakan HCl bertujuan untuk meningkatkan kualitas hasil kristalisasi. Peningkatan ini terjadi karena pada aktivasi terjadi penghilangan impuritis yang terikat pada kerangka struktur zeolit selama aktivasi dihilangkan dibawah pengaruh HCl. Ketiga kation pada zeolit akan larut dalam HCl dan meninggalkan kerangka zeolit. Aktivasi menggunakan HCl menyebabkan dekationisasi logam bebas, sehingga meningkatkan luas permukaan zeolit karena berkurangnya pengotor yang menutupi pori-pori zeolit. Luas permukaan yang lebih besar akan membantu zeolit adsorpsi impuritas dalam larutan garam [6].

Analisis Karakteristik Tinggi Pilar Zeolit dengan metode XRD

Gambar 1 menunjukkan hasil karakterisasi zeolit teraktivasi dan nonaktivasi menggunakan instrumen XRD yang digunakan selama proses pemurnian garam geomembran sebelum rekristalisasi.

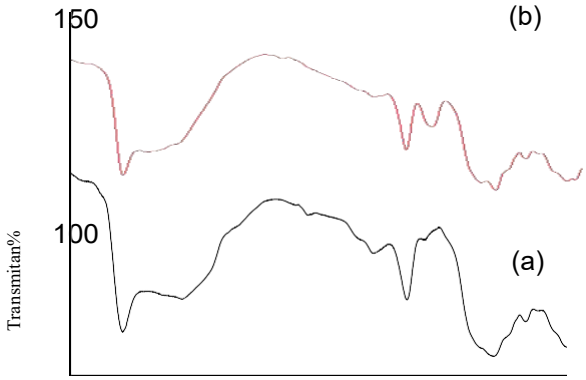


Gambar 1. Difraktogram XRD
(a) Zeolit Nonaktivasi (b) Zeolit TeraktivasiHCl

Gambar 1 menunjukkan hasil XRD zeolit nonaktivasi dan zeolit teraktivasi dengan larutan HCl pada konsentrasi 0,1M, yang menghasilkan perubahan besar dalam struktur Kristal. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perubahan difraktogram dari zeolit nonaktivasi dan zeolit teraktivasi HCl. Hasil difraktogram XRD terhadap zeolit nonaktivasi pada puncak (2θ) 27,8398 terjadi perbedaan puncak 2θ pada zeolit teraktivasi yaitu 27,9307 yang merupakan puncak mineral mordenit, perbedaan ini terjadi karena zeolit teraktivasi menunjukkan senyawa yang lebih murni karena puncak-puncak refleksinya tajam dan cenderung melebar dan pengotor-pengotor pada zeolit hilang akibat proses aktivasi [7].

Analisis Gugus Fungsi Zeolit Menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Hasil karakterisasi FTIR pada sampel zeolit nonaktivasi dan zeolit teraktivasi yang digunakan dalam pemurnian garam geomembran sebelum rekristalisasi dapat dilihat pada Gambar 2.



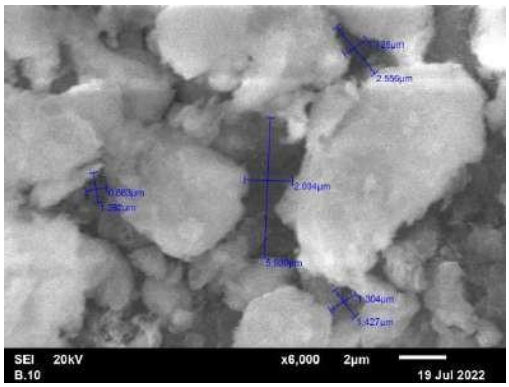
Gambar 2. Spektra Inframerah
(a) Zeolit Teraktivasi HCl (b) Zeolit Nonaktivasi

Hasil pengujian FTIR menunjukkan bahwa gugus vibrasi ulur O-H menunjukkan adanya air (hidrat) di dalam kristal zeolit. Molekul air yang terikat secara fisik di dalam zeolit telah lepas, sehingga vibrasi ulur O-H zeolit teraktivasi dan zeolit nonaktivasi menjadi lebih lemah. Akibatnya, pori-pori menjadi lebih terbuka. Ketika zeolit nonaktivasi, terjadi vibrasi tekuk gugus Si-OH (silanol), tetapi ketika zeolit diaktivasi, vibrasi tekuk gugus Si-OH hilang. Dalam perlakuan asam, zeolit diaktivasi dengan aktivator HCl 0,1M, yang menyebabkan dealuminasi pada padatan zeolit yang telah diaktivasi [8].

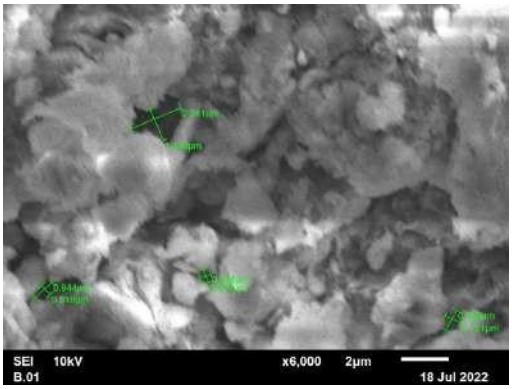
Analisis Morfologi Zeolit dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Hasil analisis morfologi zeolit nonaktivasi dan zeolit teraktivasi menggunakan SEM dengan pembesaran 6000 kali dapat dilihat pada Gambar 3.

ISSN 2716-0963
e-ISSN 2716-1218



(a)



(b)

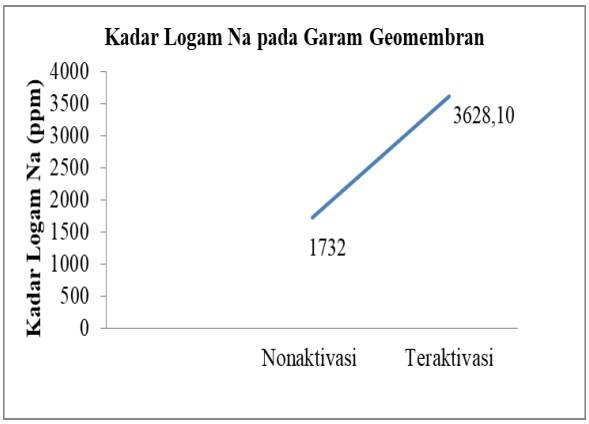
Gambar 3. Hasil Analisis SEM (a) zeolit Nonaktivasi (b) Zeolit Teraktivasi

Zeolit yang telah diaktivasi oleh HCl, unsur pengotor yang menyelimuti permukaannya telah berkurang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Dalam proses aktivasi, pengotor yang masih menutupi pori zeolit dapat dilepaskan. Hal Ini dapat meningkatkan kualitas zeolit sehingga lebih siap untuk digunakan sebagai adsorben selama proses adsorpsi. Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa partikel yang telah berkelompok (*cluster*) dan profil permukaan zeolit teraktivasi jauh lebih bersih daripada pengotor (Sofith dan Effendi, 2020).

Gambar 3 juga menunjukkan bahwa luas permukaan zeolit nonaktivasi sebesar 0-2 µm sedangkan zeolit teraktivasi HCl 0,1 M memilikiluas permukaan sebesar 2-5 µm. Data ini menunjukkan bahwa luas permukaan pada zeolit nonaktivasi lebih kecil dibandingkan ukuran luas permukaan zeolit teraktivasi. Proses aktivasi pada zeolit akan memperluas permukaan zeolit sehingga lebih efektif dalam menyerap adsorbat.

Hasil Analisis Kadar Logam Na pada Garam Geomembran Menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)

Gambar 4 berikut menunjukkan hasil rekristalisasi garam geomemban menggunakan zeolit nonaktivasi dan zeolit teraktivasi HCl 0,1M sebagai pengikat impuritas.



Gambar 4. Kurva Kadar logam Na pada Garam Geomembran menggunakan AAS

Gambar 4 menunjukkan bahwa garam yang dikristalisasi dengan zeolit teraktivasi lebih murni daripada yang dikristalisasi tanpa zeolit teraktivasi. Ada 1723 ppm kadar logam Na garam geomembran hasil rekristalisasi menggunakan zeolit nonaktivasi, dan 3628,10 ppm kadar hasil rekristalisasi menggunakan zeolit teraktivasi. Penelitian ini dilakukan secara fisika dan menemukan bahwa aktivasi zeolit dengan HCl 0,1M dapat meningkatkan kualitas hasil kristalisasi. Peningkatan ini disebabkan oleh pengaruh HCl selama aktivasi menghilangkan pengotor yang terikat pada kerangka struktural zeolit. Aktivasi dengan HCl menyebabkan dekationisasi logam bebas, yang memungkinkan pengotor yang ada dalam zeolit larut dalam HCl dan keluar dari kerangka zeolit. Ini memungkinkan permukaan zeolit diperluas karena pengotor yang menutupi pori-pori zeolit berkurang. Luas permukaan yang lebih besar meningkatkan kemampuan zeolit untuk mengadsorpsi pengotor dalam larutan garam, terutama Ca^{2+} dan Mg.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aktivasi zeolit dengan HCl dilakukan untuk menghilangkan pengotor yang menutupi

pori-pori zeolit. Ini membantu zeolit menjadi lebih baik dalam proses adsorpsi pada larutan garam.

2. Karakterisasi zeolit sebelum dan sesudah aktivasi
   a. Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa zeolit mengalami perubahan difraktogram baik sebelum maupun setelah aktivasi.
   b. Hasil analisis dengan FTIR memperlihatkan bahwa terjadinya penurunan bilangan gelombang pada zeolit teraktivasi.
   c. Hasil analisis morfologi dengan menggunakan SEM menunjukkan bahwa zeolit teraktivasi memiliki luas permukaan lebih besar dibandingkan zeolit nonaktivasi.
3. Garam hasil rekristalisasi dengan mengaplikasikan zeolit teraktivasi HCl 0,1 M menghasilkan kadar logam Na 3628,10 ppm, sedangkan hasil rekristalisasi dengan mengaplikasikan zeolit nonaktivasi menghasilkan kadar logam Na sebanyak 1723 ppm.

REFERENSI

[1] Dinas Perikanan dan Kelautan Aceh Timur. Laporan Tahunan. 2020.

[2] Iswahyudi, I., Muslimah, M., Abdurrachman, A. 2021. Pelatihan Produksi Bersih dan Manajemen Usaha Kepada Kelompok Usaha Garam Rakyat di Gampong Kuala Idi Cut Kabupaten Aceh Timur (*Clean production training and business management for the people's salt business group in Kuala Idi Cut Village, East Aceh District*). *Buletin Pengabdian: Bulletin of Community Services*, *1*(1), 26-32.

[3] Nasional, B. S. 2010. *Garam Konsumsi Beryodium*. SNI, 3556, 2010.

[4] Hoiriyah, Y. U. 2019. Peningkatan Kualitas Produksi Garam Menggunakan Teknologi Geomembran. *Jurnal Studi Manajemen dan Bisnis*, *6*(2), 71-76.

[5] Nugroho, Y., dan Muslimah, Y. 2019. Penyebab Rendahnya Produksi Garam Rakyat Di Kabupaten Pidie, Aceh. *In Prosiding SeminarNasional Pertanian*, 2(1).

[6] Jumaeri, J., Sulistyaningsih, T., Sunarto, W. 2017. Inovasi Pemurnian Garam (Natrium Klorida) Menggunakan Zeolit Alam Sebagai Pengikat Impuritas Dalam Proses Kristalisasi. *Sainteknol: Jurnal Sains dan Teknologi*, *15*(2), 147-156.

[7] Lasmana, A., Mukhtar, A., dan Tamboesai, E. M. 2016. Adsorpsi Zat Warna Congo Red Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi.

[8] Fitriana dan Rusmini. 2019. Pembuatan Zeolit Alam Teraktivasi HCl dan Karakterisasinya Making Activated Natural Zeolite And Characterization. *UNESA Journal of Chemistry*, *8*(1), 17-19.

[9] Sofith, C. D., & Effendi, S. R. 2020. Kinerja Aktivasi dan Impregnasi Zeolit Alam sebagai Adsorben. *Jurnal Teknik Kimia USU*, *9*(2), 75- 79.