



# Pengaruh perlakuan kimia terhadap karakteristik zeolit alam aktif

Nizar<sup>1\*</sup> AAS, Saputra<sup>1</sup> ER, Ariany Zulkania

<sup>1</sup>Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

E : mail : [15521029@students.uui.ac.id](mailto:15521029@students.uui.ac.id), [15521030@students.uui.ac.id](mailto:15521030@students.uui.ac.id), [ariany.zulkania@uui.ac.id](mailto:ariany.zulkania@uui.ac.id)

**Abstract.** Natural zeolite is an inorganic mineral which is abundant in Indonesia. Its use is quite broad as an ion exchanger, adsorbent, dryer, air softener, filtering, catalyst and catalyst developer in the reaction. The zeolite process by removing air and impurity oxides that cover the surface of the zeolite. This study aims to re-study the activation and concentration of acid to the nature of active zeolites. HCl concentrations were 2, 4 and 6 N, while activation time was 4, 6 and 8 hours. Characteristics of active zeolites studied include pH, ash content, air content, ability to adsorb methyle blue and FT-IR. After the process of soaking natural zeolites with each combination of concentration and activation time, it was found that the pH value was between 4 - 6, ash content between 10% - 30%, air content between 12.5% - 25%, and the concentration of blue methyle adsorbed between 219.83 mg / gr - 249.59 mg / gr. From the results it appears that the active natural zeolite is obtained from 6 N HCl concentration and 6 hours activation time has the performance according to the adsorbent requirements, where the ash content value is 10%, 12.5% moisture content, adsorbed blue metallic 249.59 mg / gr. Cluster functions that can be analyzed in FT-IR are O-H (Carboxylic Acid Monomer), C = C (Alkene), C-O (Carboxylic Acid) and C-H (Aromatic Ring).

**Keywords:** A zeolite nature , Activation chemical , Characteristic.

## 1. Pendahuluan

Inovasi penelitian yang saat ini dikembangkan di Indonesia adalah memanfaatkan sumber daya alam yang ketersediaannya melimpah sehingga dapat memberikan kontribusi penting terhadap pengembangan material aplikatif sebagai upaya dalam memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satu mineral yang ketersediaannya di Indonesia dalam jumlah yang besar adalah zeolit [1]. Zeolit merupakan mineral dengan gugusan alumina silika yang bertaut silang melalui pengikatan atom oksigen dengan struktur  $(Al,Si)O_4$  tetrahedral yang terhidrasi logam alkali dan alkali tanah [2]. Lokasi zeolit alam dapat dijumpai di daerah yang secara geografis terletak pada jalur pegunungan vulkanik seperti pulau Sumatera, Jawa, dan Nusa Tenggara Timur [3]. Secara umum, kualitas dan potensi zeolit dapat ditingkatkan melalui proses aktivasi. Selain untuk menghilangkan unsur pengotor, proses aktivasi zeolit pun dapat merubah rasio Si/Al sehingga karakteristik zeolit sesuai dengan bahan yang akan diadsorpsi [5].

Aktivasi zeolit dapat dilakukan baik secara fisika maupun secara kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan melalui pengecilan ukuran butir, pengayakan, dan pemanasan pada suhu tinggi, dimana fungsi dari pemanasan ini adalah untuk menghilangkan pengotor-pengotor organik, memperbesar pori dan memperluas permukaan. Sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan dengan proses pengasaman. Tujuannya adalah untuk menghilangkan pengotor anorganik. Proses pengasaman ini akan menyebabkan terjadinya pertukaran kation dengan ion  $H^+$ .

Perlakuan aktivasi terhadap zeolit alam dilakukan agar mempunyai kemampuan adsorpsi yang tinggi. Pilihan proses aktivasi yang dipilih dalam penelitian ini adalah aktivasi secara kimia. Selanjutnya dilakukan uji kadar abu, kadar air, adsorpsi methylene blue dan FT-IR zeolit alam yang telah diaktivasi pada berbagai konsentrasi HCl. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi HCl pada aktivasi zeolit alam.

## 2. Metode Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah HCl (p.a), aquadest, methylene blue dan zeolit alam yang berasal pulau jawa. Zeolite hasil aktivasi di analisis dengan beberapa metode yaitu analisis daya serap methylene blue dengan alat UV-Vis, analisis FT-IR, kadar air dan kadar abu.

### 2.1 Preparasi Sampel Zeolit Alam

Zeolit alam dihaluskan dalam lumpang porcelain untuk memperkecil ukuran partikel, kemudian mengayak dengan ukuran ayakan -100+140 mesh dengan ketentuan ukuran partikel yang diambil merupakan partikel-partikel yang lolos pada pengayak 100 mesh dan tertahan pada pengayak 140 mesh, dilakukan pencucian menggunakan aquadest, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $100^{\circ}C$ , dan disimpan dalam desikator untuk pemakaian selanjutnya.

### 2.2 Aktivasi katalis

Aktivasi zeolite dilakukan dengan merefluks Zeolit alam sebanyak 10 gram didalam larutan HCl 6N, 4N, dan 2N sebanyak 50 ml selama 4, 6, dan 8 jam untuk masing masing konsentrasi HCl pada temperatur  $90^{\circ}C$  sambil diaduk dengan magnetic stirer, kemudian disaring dan dicuci menggunakan aquadest berulang kali sampai pH 6-7. Setelah pH stabil maka zeolit dikeringkan menggunakan oven dengan suhu  $350^{\circ}C$  selama 12 jam



### 2.3 Analisis Zeolite

Pengujian *Zeolite* pada percobaan ini terdiri dari pengujian kadar air, pengujian kadar abu, pengujian pH, pengujian daya serap *methylene blue* dan pengujian FT-IR. Pengujian pH, kadar air dan kadar abu dilakukan praktikan di laboratorium riset Teknik Kimia UII sedangkan Pengujian daya serap *methylene blue* dan FT-IR dilakukan di Laboratorium Terpadu MIPA UII.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Kajian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi HCl dan waktu aktivasi terhadap karakteristik zeolite aktif dari zeolite alam serta mengetahui konsentrasi HCl dan waktu aktivasi yang optimum. Dalam pembahasan ini akan membahas tentang hasil aktivasi dari zeolite dengan variasi waktu aktivasi dan konsentrasi HCl, pH, kadar air, kadar abu, daya serap *methylene blue* dan FT-IR.

### 3.1. Waktu Aktivasi dan Konsentrasi HCl

Variable yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah waktu aktivasi dan konsentrasi HCl untuk proses aktivasi zeolite alam. Variasi waktu aktivasi adalah 4 jam, 6 jam dan 8 jam, sedangkan untuk variasi konsentrasi HCl adalah 2N, 4N dan 6N. Dari setiap konsentrasi HCl yang digunakan, dilakukan aktivasi dengan variasi waktu yang ada, yang dapat dilihat dari Tabel 3.1 di bawah ini.

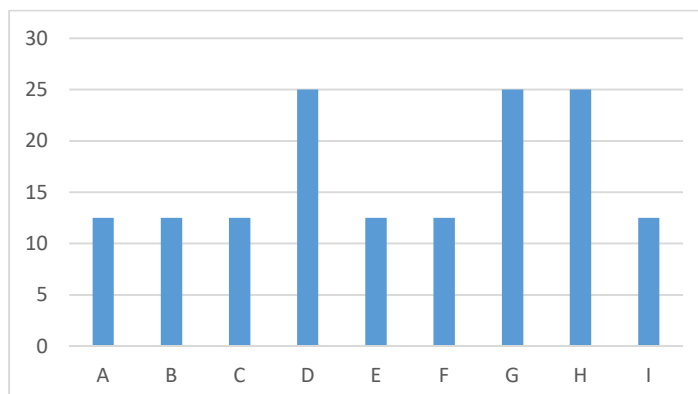
Tabel 1. Variasi zeolite aktif

Waktu Aktivasi (jam)	Konsentrasi (N)		
	2	4	6
4	A	B	C
6	D	E	F
8	G	H	I

komponen

### 3.2. Kadar air

Kadar air adalah sejumlah air yang terkandung di dalam suatu benda, seperti tanah (yang disebut juga kelembaban tanah), bebatuan, bahan pertanian, dan sebagainya. Kadar air digunakan secara luas dalam bidang ilmiah dan teknik dan diekspresikan dalam rasio, dari 0 (kering total) hingga nilai jenuh air di mana semua pori terisi air. Nilainya bisa secara volumetrik ataupun gravimetrik (massa), basis basah maupun basis kering. Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis zeolite aktif.



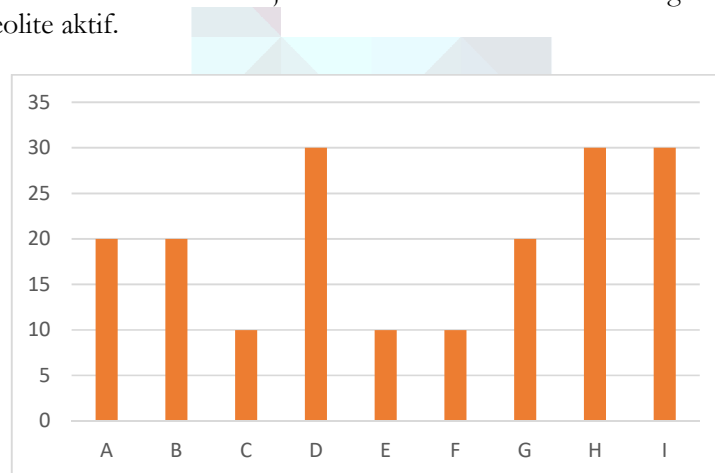
Gambar 1. Kadar air setiap sampel

Hasil dari analisis pengujian kadar air dari zeolite hasil analisis yang diperoleh berkisar antara 12,5% sampai 25%. Kadar air paling rendah menjelaskan bahwa sedikitnya kandungan air yang masih terperangkap dalam pori - pori zeolite, semakin kecil kadar airnya maka semakin banyak pori – pori zeolite yang kosong sehingga luas permukaan zeolite tersebut akan semakin luas dan kemampuan zeolite sebagai adsorbent maupun sebagai katalis akan semakin baik.

Nilai kadar air zeolite aktif tertinggi melebihi batas maksimum 10%. Kadar air yang terkandung didalam zeolite aktif dipengaruhi oleh jumlah uap air di udara, lama proses pendinginan, penggilingan dan pengayakan mempengaruhi jumlah kadar air dalam zeolite aktif. Kadar air yang tinggi dapat mengurangi daya adsorpsi zeolite aktif terhadap cairan maupun gas. Zeolite aktif mudah menyerap dan menangkap uap air dari udara karena strukturnya yang memiliki rongga dan pori yang besar dan luas permukaan yang luas. Hal ini menjelaskan bahwa kadar air setelah proses aktivasi menjadi tinggi yaitu 12,5 – 25 % , dimana zeolite setelah melakukan proses aktivasi memiliki luas permukaan yang lebih luas sehingga mudah menyerap uap air yang terkandung di udara.

### 3.3 Kadar Abu

Kadar abu suatu bahan erat kaitannya dengan kandungan mineral bahan tersebut. Mineral yang terdapat dalam suatu bahan dapat merupakan dua macam garam, yaitu garam organik dan garam anorganik, Selain kedua garam tersebut, mineral dapat juga berbentuk senyawaan kompleks yang bersifat organik, sehingga penentuan jumlah mineral dalam bentuk aslinya sulit dilakukan. Oleh karenanya biasanya dilakukan dengan menentukan sisa-sisa pembakaran garam mineral dengan pengabuan. Penentuan kadar abu bertujuan untuk menentukan kandungan oksida logam yang terdapat dalam zeolite aktif.



Gambar 2. Kadar abu per sampel

Dari hasil penelitian (Grafik 4.2) yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kadar abu antara 10-30 %. Kadar abu terendah diperoleh pada sampel C, E, dan F dengan konsentrasi HCl 6N, 4N dan 6N dan waktu aktivasi 4, 6 dan 6 jam yaitu 10 % dan kadar abu tertinggi diperoleh sampel D, H, dan I dengan konsentrasi HCl 2N, 4N dan 6N dan waktu aktivasi 6, 8 dan 8 jam. Nilai kadar abu yang dihasilkan oleh zeolite yang telah di aktivasi selama 8 jam menunjukkan nilai kadar abu yang melebihi dari batas maksimum yaitu 10% dilihat dari tabel 3.1. Besarnya nilai kadar abu disebabkan karena proses aktivasi dilakukan terlalu lama sehingga HCl merusak Kristal zeolite itu sendiri. Kadar abu yang besar dapat mengurangi kemampuan zeolite aktif untuk mengadsorpsi gas dan larutan karena kandungan mineral yang terdapat dalam abu seperti kalium, natrium, magnesium dan kalsium akan menyebar dan akan menutupi pori pori zeolite aktif.



### 3.4 pH

Nilai pH merupakan salah satu parameter kualitas dari zeolite yang dihasilkan. Pengukuran nilai pH zeolite yang dihasilkan bertujuan untuk mengetahui tingkat keasaman suatu bahan, hal ini penting dilakukan untuk prosedur pengaplikasian zeolite aktif.



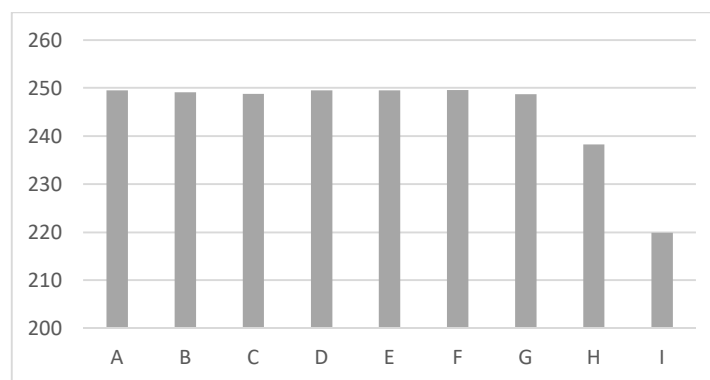
Gambar .3. Nilai pH setiap sampel

Hasil pengukuran nilai pH zeolite yang sudah melalui proses aktivasi mempunyai kadar pH antara 4 – 6 (Tabel 4.4). Terlihat pada grafik 4.3 , nilai pH terendah didapatkan pada sampel H dengan konsentrasi HCl 4N dan waktu aktivasi 8 jam yaitu 4,11 dan nilai pH tertinggi didapatkan pada sampel F dengan konsentrasi HCl 6N dan waktu aktivasi 6 jam yaitu 6,0 . Nilai pH ini menunjukkan bahwa *zeolite* yang dihasilkan selama proses aktivasi bersifat asam.

Nilai pH setelah proses aktivasi bergantung pada konsentrasi HCl yang digunakan, semakin tinggi konsentrasi HCl akan menurunkan harga pH dan semakin rendah konsentrasi HCl yang digunakan akan manikkan harga pH.

### 3.5 Daya Serap Methylene Blue

Daya serap adalah Kemampuan atau kekuatan untuk melakukan sesuatu, untuk bertindak dalam menyerap. Nilai daya serap yang diperoleh dari zeolite menggunakan alat *spektrometri UV-Vis* berkisar antara 219,83 mg/gr – 249,59 mg/gr.



Gambar 4. Daya serap methylene blue setiap sampel

Nilai daya serap tertinggi didapatkan pada sampel F dengan konsentrasi HCl 6N dan waktu aktivasi 6 jam yaitu 249,59 mg/gr dan nilai daya serap terendah pada sampel I dengan konsentrasi HCl 6N dan waktu aktivasi 8 jam yaitu 219,83 mg/gr.

*Methylene blue* (CI 52015) adalah senyawa kimia aromatik heterosiklik dengan rumus kimia  $C_{16}H_{18}N_3SCl$ . Senyawa ini banyak digunakan pada bidang biologi dan kimia. Pada suhu ruangan senyawa ini berbentuk padatan, tak berbau, berbentuk bubuk warna hijau tua yang akan menghasilkan larutan warna biru tua bila dilarutkan dalam air. Bentuk hidratnya mengandung 3 molekul air per molekul metilena biru

Menurut standar industry Indonesia (SII No. 0258-88), syarat mutu karbon aktif pada daya serap methylene blue minimal 120 mg/gr. Jika di dibandingkan dengan standar carbon aktif zeolite aktif dalam penelitian ini telah mencapai standar minimum yang di tentukan yaitu 249,59 mg/gr. Dapat dilihat dari grafik daya serap paling tinggi terdapat pada sampel F dengan daya serap sebesar 249,59 mg/gr hal ini dapat terjadi karena beberapa factor yaitu kadar air dan kadar abu yang relative kecil pada sampel F, kadar air yang besar menjelaskan bahwa masih banyaknya molekul air yang terperangkap di pori - pori zeolite sehingga menurunkan daya serap zeolite terhadap methylene blue, demikian juga halnya dengan kadar abu, semakin besar kadar abunya semakin banyak permukaan zeolite yang tertutupi oleh abu sehingga menurunkan daya serap zeolite terhadap methylene blue.

### 3.6 FT-IR

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) adalah sebuah teknik yang digunakan untuk mendapatkan spektrum inframerah dari absorbansi, emisi, fotokonduktivitas atau Raman Scattering dari sampel padat, cair dan gas. FTIR digunakan untuk mengamati interaksi molekul dengan menggunakan radiasi elektromagnetik yang berada pada panjang gelombang 0,75-1000 $\mu$ m atau pada bilangan gelombang 13.000-10  $cm^{-1}$ . FTIR dapat digunakan untuk menganalisa senyawa organik dan anorganik. Selain itu, FTIR juga dapat digunakan untuk **analisa kualitatif** meliputi analisa gugus fungsi (adanya 'peak' dari gugus fungsi spesifik) beserta polanya dan **analisa kuantitatif** dengan melihat kekuatan absorpsi senyawa pada panjang gelombang tertentu.

Hasil analisis zeolite aktif menggunakan spektrofotometri FT-IR di dapatkan rata rata panjang gelombang ( $\lambda$ ) yaitu 3462, 1642, 1090 dan 793 sehingga Gugus fungsi yang di dapatkan pada analisa FT-IR adalah O-H (Monomer Asam Karboksilat), C=C (Alkena), C-O (Asam Karboksilat) dan C-H (Cincin Aromatik).

## 4. Kesimpulan

Variabel yang berpengaruh pada proses aktivasi yaitu perbandingan konsentrasi HCl, dan waktu aktifasi. Dari hasil analisis didapat bahwa nilai pH antara 4 - 6, kadar abu antara 10% - 30%, kadar air antara 12,5% - 25%, dan konsentrasi *methyle blue* teradsorp antara 219,83 mg/gr – 249,59 mg/gr . Dari beberapa sampel didapatkan sampel yang terbaik pada konsentrasi HCl 4N dan waktu aktivasi 6 jam, dimana nilai pH 6, kadar abu antara 10% , kadar air 12,5% , dan konsentrasi *methylene blue* teradsorp 249,59 mg/gr. Gugus fungsi yang di dapat pada analisa FT-IR adalah O-H (Monomer Asam Karboksilat), C=C (Alkena), C-O (Asam Karboksilat) dan C-H (Cincin Aromatik). Zeolite hasil aktivasi memiliki kadar abu yang memenuhi standar SNI dalam penyerapan. Zeolite hasil aktivasi memiliki kadar air yang relative lebih tinggi dari standar





## Daftar Pustaka

- [1] Razzak, M. Las, T. and Priyambodo., 2013, *Valensi.*, 3(2), 129-137.
- [2] Gougazeh, M. Buhl, J.C., 2014, *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Science.*, 15, 35- 42.
- [3] Wustoni, S. Mukti, R.R. Wahyudi, A. and Ismunandari., 2011, *Jurnal Matematika dan Sains.*, 16(3), 34-41.
- [4] Kurniasari, L. Djaeni, M. and Purbasari, A., 2011, *Reaktor.*, 13(3), 178-184.
- [5] Cakicioglu-Ozkan, F. and Ulku, S., 2005, The effect of HCl Treatment on Water Vapor Adsorption Characteristics of Clinoptilolite Rich Natural Zeolite,
- [6] Said Muhammad, Arie W.P, Eldis, Murenda., Aktivasi Zeolit Alam sebagai Adsorbent pada Adsorpsi Larutan Iodium, *Jurnal TeknikKimia*, 2008 15
- [7] Kurama, H., Zimmer, A., and Reschetilowski, T., 2002, Chemical Modification Effect on the Sorption Capacities of Natural Clinoptilolite, *Chem. Eng.Technol.*, 25, 301-305.





Pemakalah :  
Azmi Azfar Saeful Nizar, Ernanda Ridho Saputra  
13.39-14.15 WIB

<p>Pertanyaan :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Untuk apa dicari kadar abunya?</li></ul> <p>- Apakah dilakukan uji abu sebelum dan sesudah diaktifkan?</p> <p>Saran :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Sebelum diaktivasi, Baiknya dibandingkan sebelum dan sesudah. Kalau sudah ada, dibandingkan dengan zeolite yang ada di pasaran. (Wusana)</li><li>- Baiknya ada karakterisasi SEM untuk melihat luas permukaannya karena morfologi permukaan itu sangat penting. (Fitri)</li></ul>	<p>Jawaban :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Di dalam zeolite masih ada kadar pengotornya. Dari uji abu, semakin banyak abu, semakin banyak senyawa organik atau impuritas dalam zeolit.</li><li>- Kami tidak melakukannya. Tetapi kami membandingkan aktivasi antara 2 N, 4 N, dan 6 N dan variasi waktu. Fokusnya kami adalah seberapa bagus zeolit yang diaktivasi dengan berapa konsentrasi HCl dan variasi waktu yang tepat.</li></ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------