

## MODIFIKASI ZEOLIT ALAM BAYAH DENGAN BASA UNTUK APLIKASI ELIMINASI AMONIUM DI DALAM KOLAM BANDENG

Anita Diyanah, Saiful Bahri, Nuryoto, Teguh Kurniawan

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon Banten

\*Email: [nuryoto@untirta.ac.id](mailto:nuryoto@untirta.ac.id); [teguh@untirta.ac.id](mailto:teguh@untirta.ac.id)

### Abstrak

Lingkungan perairan pada kolam ikan bandeng biasanya tercemar oleh amonia yang terlarut sebagai hasil penguraian sisa-sisa makanan ikan. Salah satu cara mengurangi pencemaran amonia adalah memanfaatkan sifat daya serap yang tinggi dari bahan zeolit, sehingga amonia dapat diserap di pori-pori zeolit. Maka dilakukan penelitian tentang pentingnya penggunaan zeolit untuk menghilangkan amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) pada kolam ikan bandeng. Tujuan Penelitian ini adalah mengetahui pengaruh perlakuan basa pada proses aktivasi zeolit dan pengaruh karakteristik zeolit terhadap proses adsorpsi amonium. Penelitian ini dimulai dengan melakukan aktivasi zeolit menggunakan KOH variasi konsentrasi 0,5 M; 1 M; 1,5 M; 2 M; dan 2,5 M. Kemudian membilas dengan aquades lalu mengeringkannya pada suhu ruang serta pemanasan menggunakan oven. Kemudian melakukan analisis XRD dan BET dan uji adsorpsi amonium menggunakan zeolit teraktivasi. Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa zeolit alam Bayah dalam penelitian ini memiliki kristal mordenit, klinoptilolit, dan *quartz*. Zeolit teraktivasi KOH 1 M menghasilkan luas area lebih besar yaitu  $15 \text{ m}^2/\text{g}$  dibandingkan zeolit teraktivasi KOH 0,5 M. Zeolit alam Bayah berhasil mengurangi kadar amonium dalam larutan. Perlakuan aktivasi basa memengaruhi persentase penyisihan amonium dengan nilai persentase sampel 0,5 M; 1 M; 1,5 M; 2 M; dan 2,5 M berturut-turut adalah 41,30%; 47,83%; 58,70%; 60,87%; 73,91%; dan 56,52%).

**Kata Kunci:** Adsorpsi, Amonium, Bandeng, Zeolit Bayah

### Abstract

*The milkfish pond is usually polluted by dissolved ammonia as a result of leftovers fish food. One way to reduce ammonia pollution is to exploit the high absorption properties of zeolite. The purpose of the investigation was to study the effect of zeolite activation process, and to understand the characteristics of zeolites to the process of adsorption of ammonium. This study was started by activating zeolites using potassium hydroxide with variations in concentration of 0.5 M; 1 M; 1.5 M; 2 M and 2.5 M. Then rinse with distilled water and dried at room temperature. Characterization using XRD, and BET, then adsorbing ammonium on the solution of ammonium hydroxide using zeolite which has been activated by potassium hydroxide. The results of XRD analysis between Bayah natural zeolite and each type of zeolite can be seen that the Bayah natural zeolite used in this study has mordenite, clinoptilolite, and quartz crystal. Activated zeolite KOH 1 M produced a larger area of  $15 \text{ m}^2/\text{g}$  compared to zeolite activated by KOH 0.5 M. In this study, Bayah natural zeolite succeeded in reducing ammonium levels in solution ammonium hydroxide. The alkaline activation treatment affected the percentage of ammonium removal, with the percentage value in the activated zeolite sample 0.5 M; 1 M; 1.5 M; 2 M; and 2.5 M respectively 41.30%; 47.83%; 58.70%; 60.87%; 73.91%; and 56.52%.*

**Keywords:** Adsorption, Ammonium, Bayah Zeolite, Milkfish

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan 13.667 pulau, wilayah laut yang luas dan garis pantai yang panjangnya lebih dari 81.000 km. Potensi sumber daya perairan Indonesia yang besar membuat bidang perikanan menjadi salah satu aspek yang harus diprioritaskan bagi Pembangunan Nasional bangsa Indonesia. Saat ini perairan Indonesia diidentifikasi lebih dari 2500 spesies ikan yang berbeda jenis. Bandeng merupakan salah satu jenis ikan budidaya air tambak dan kolam berair tawar yang merupakan bahan konsumsi masyarakat luas, sehingga mempunyai prospek cukup cerah untuk dikembangkan di Indonesia. Salah satu provinsi di Indonesia yang mengembangkan potensi budidaya ikan bandeng yaitu Banten (Wulandari, 2014).

Lingkungan perairan pada kolam ikan bandeng biasanya tercemar oleh amonia yang terlarut sebagai hasil peruraian sisa-sisa makanan ikan. Kurang optimalnya pemanfaatan pakan akan menyebabkan penumpukan bahan organik di dalam kolam. Penguraian bahan organik memerlukan oksigen dalam prosesnya, sehingga ketersediaan oksigen bagi biota di dalamnya menjadi berkurang (Kilawati dkk., 2015). Amonia memiliki kecenderungan untuk menghalangi pengalihan oksigen dari insang ke sistem aliran darah dan menyebabkan kerusakan insang. Kelebihan amonia dalam air juga menghancurkan membran penghasil mukosa pada ikan dan pada lingkungan air dapat menyebabkan eutrofikasi (Soetardji dkk., 2015). Oleh karena itu, menghilangkan amonia pada perairan kolam ikan bandeng sangat penting agar dampak negatif pencemaran amonia dapat dihindarkan.

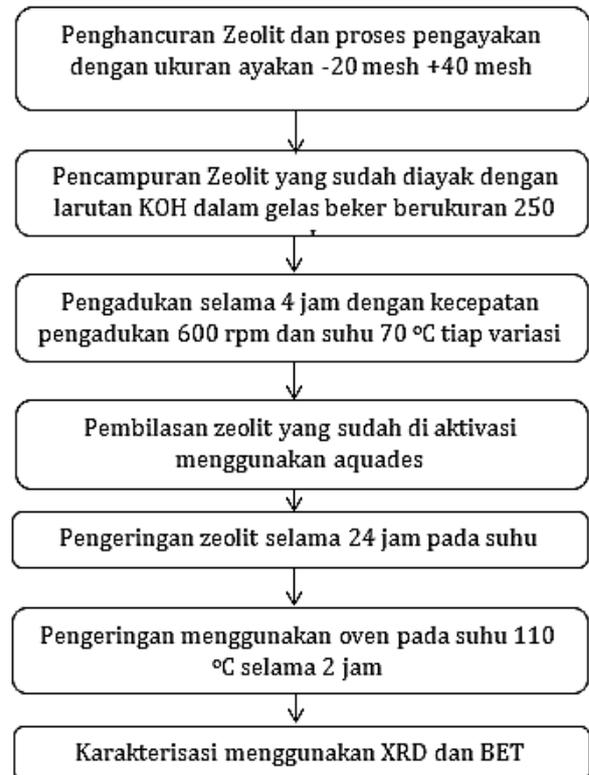
Salah satu cara mengurangi pencemaran amonia atau penghilangan ion  $\text{NH}_4^+$  adalah memanfaatkan sifat daya serap yang tinggi dari bahan zeolit. Soetardji (2015) telah berhasil melakukan penelitian modifikasi zeolit alam dari Ponorogo terutama mordenit dan mengaktifkan menggunakan NaOH digunakan untuk menghilangkan ion amonium dari air kolam ikan koi.

Zeolit telah sering digunakan sebagai bahan adsorben sehingga amonia dapat diserap di pori-pori zeolit. Proses adsorpsi menghasilkan beberapa keuntungan dibandingkan proses lain yang tersedia, seperti efisiensi pelepasan yang tinggi, adsorben dapat digunakan kembali, dapat diterapkan untuk berbagai konsentrasi, dan merupakan proses dengan biaya yang rendah. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian tentang pentingnya efektivitas penggunaan zeolit untuk menghilangkan ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) pada limbah perairan kolam ikan bandeng.

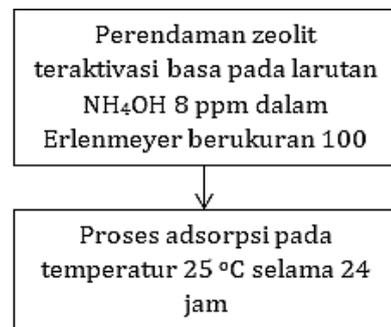
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan basa pada proses aktivasi terhadap karakteristik zeolit alam Bayah dan aplikasinya dalam pengurangan kadar ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ).

## 2. METODOLOGI PERCOBAAN

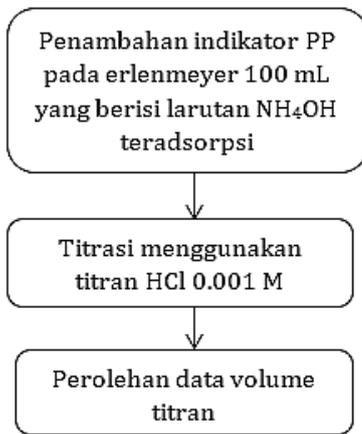
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Zeolit alam yang berasal dari Bayah, Kabupaten Lebak, kalium hidroksida dengan konsentrasi 0,5 M; 1 M; 1,5 M; 2 M dan 2,5 M,  $\text{NH}_4\text{OH}$  8 ppm, aquades, dan HCl 0,001 M. Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat utama yang digunakan yaitu ayakan, corong, heater, kertas saring, labu erlenmeyer, labu ukur, mortar, magnetic stirrer, dan oven. Serta alat pendukung untuk analisis seperti X-ray diffraction (XRD) dan Brunauer-Emmett-Teller (BET). Secara umum diagram alir proses penelitian ini digambarkan pada tiga diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Aktivasi Zeolit dengan Perlakuan Basa



Gambar 2. Adsorpsi Amonium



Gambar 3. Uji Hasil Adsorpsi

### 2.1 Aktivasi dan Modifikasi Zeolit

Zeolit alam bayah dihancurkan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran bahan yang diinginkan. Setelah itu, mengaktifkan zeolit dengan cara merendam zeolit dalam larutan kalium hidroksida (KOH) dengan variasi konsentrasi 0,5 M; 1 M; 1,5 M; 2 M dan 2,5 M selama 4 jam. Proses aktivasi pada zeolit alam Bayah ini dilakukan melalui proses pengadukan dengan kecepatan pengadukan 600 rpm dan pemanasan pada temperatur 70 °C (343 °K). Selanjutnya, mencuci atau membilas zeolit yang telah diaktivasi dengan aquades. Kemudian zeolit tersebut dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam dan dikeringkan pada suhu 110 °C dengan waktu 3 jam. Proses aktivasi ini bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat khusus zeolit dengan cara menghilangkan unsur-unsur pengotor yang terperangkap dalam pori-pori zeolit sehingga terjadi perubahan karakteristik dari zeolit alam Bayah.

### 2.2 Karakterisasi Zeolit

Untuk bisa mengetahui perubahan karakteristik yang terjadi pada zeolit alam Bayah setelah proses aktivasi, maka perlu dilakukan beberapa analisis untuk mengetahui karakteristik dari zeolit tersebut. Pada penelitian ini analisis yang digunakan untuk mengamati perubahan tersebut yaitu analisis Difraksi Sinar-X (XRD) dan *Brunauer-Emmett-Teller* (BET). Analisis *X-ray diffraction* (XRD) dilakukan pada Phillips X-ray difraktometer dengan cahaya monokromatis intensitas radiasi tinggi Cu- $\alpha$  dengan panjang gelombang tertentu dan ukuran langkah 0,02°. Analisis lain yang digunakan untuk pengujian karakteristik zeolit yaitu *Brunauer-Emmett-Teller* (BET) untuk menentukan luas area permukaan zeolit.

### 2.3 Adsorpsi Ion Amonium

Proses adsorpsi amonium dilakukan dengan sistem batch selama 24 jam dengan temperatur ruang. Jumlah adsorben yang digunakan 1 g yang ditambahkan dalam labu Erlenmeyer yang mengandung 100 ml larutan amonium hidroksida

dengan konsentrasi 8 ppm. Dari data yang diperoleh kemudian menganalisis hasil kadar atau konsentrasi larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  setelah proses adsorpsi berlangsung dengan menggunakan titrasi asam basa.

### 2.4 Uji Hasil Adsorpsi

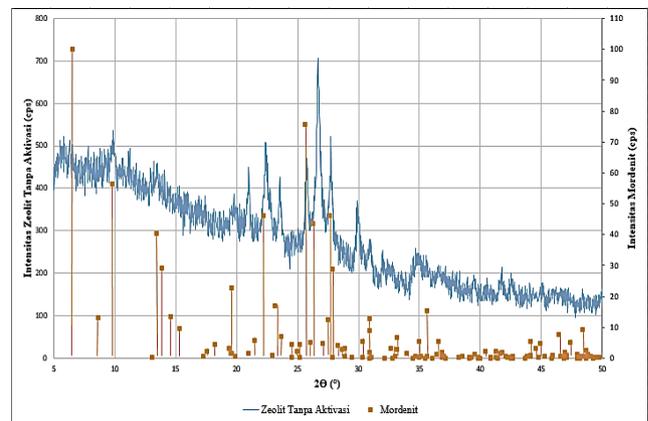
Uji hasil adsorpsi dilakukan dengan menggunakan titrasi asam basa, dimana titran yang digunakan yaitu HCl 0,001 M dan indikator *phenolphthalein* (PP) sebanyak 3 tetes. Langkah awal yaitu dengan melakukan titrasi pada larutan standar  $\text{NH}_4\text{OH}$  konsentrasi 8 ppm. Kemudian, menitrasi sampel larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  yang telah diadsorpsi oleh zeolit teraktivasi basa kalium hidroksida (KOH) dengan konsentrasi 0,5 M; 1 M; 1,5 M; 2 M; dan 2,5 M. Mencatat volume titran yang digunakan sebagai data yang akan digunakan dalam perhitungan kadar amonium dalam larutan.

Variabel terikat pada penelitian ini adalah karakteristik zeolit alam Bayah serta konsentrasi atau kadar larutan air kolam sintetik (larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$ ) setelah diadsorpsi dengan zeolit alam Bayah teraktivasi basa. Sedangkan variabel bebas yaitu konsentrasi kalium hidroksida (KOH) yaitu 0,5 M; 1 M; 1,5 M; 2 M dan 2,5 M yang digunakan untuk aktivasi zeolit. Variabel kontrol yaitu temperatur pemanasan saat proses aktivasi (70 °C atau 343 °K) serta temperatur saat proses adsorpsi.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Karakterisasi Zeolit Alam

Hasil perbandingan analisis XRD (*X-Ray Diffraction*) antara zeolit alam Bayah dengan pangkalan data XRD dari setiap zeolit sintetik. Perbandingan pertama antara zeolit alam Bayah dengan mordenit dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.

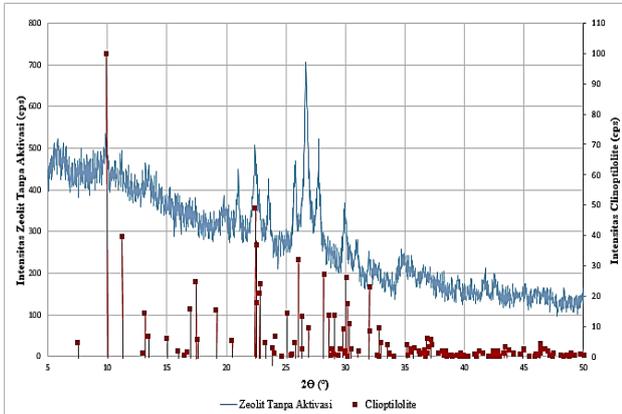


Gambar 4. Hasil Analisis XRD antara Zeolit Alam Bayah dengan Zeolit Sintetik Mordenit

Mordenit termasuk jenis zeolit yang mempunyai struktur MOR (*Mordenite*). Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat bahwa zeolit alam Bayah memiliki kristal mordenit yang ditunjukkan oleh puncak utama yang

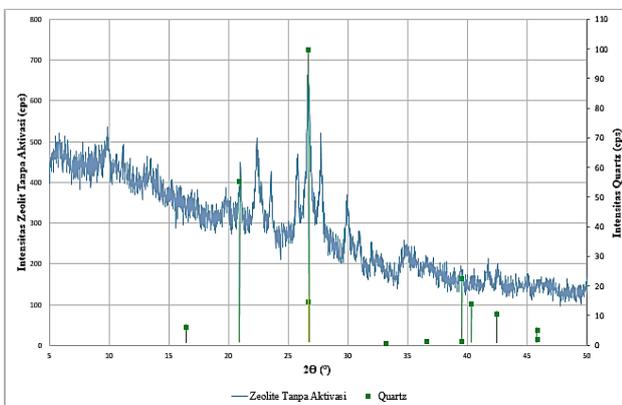
berada pada  $2\theta$ :  $9,8^\circ$ ;  $13,46^\circ$ ;  $22,3^\circ$ ;  $25,64^\circ$  dan  $27,66^\circ$ . Hasil ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Musfiroh, (2016) yang menunjukkan bahwa mineral penyusun zeolit alam kebanyakan adalah tipe mordenit dengan puncak difraktogram pada sudut difraksi  $2\theta$ :  $9,7^\circ$ ;  $22,12^\circ$ ;  $25,82^\circ$ ; dan  $27,90^\circ$ . Selain itu hasil penelitian yang dilakukan oleh Razzak dkk., (2013) juga menunjukkan bahwa zeolit alam Bayah termasuk golongan mordenit melalui hasil analisis XRD.

Perbandingan selanjutnya yaitu antara zeolit alam Bayah dengan klinoptilolit yang dapat ditunjukkan pada gambar 5 di bawah ini.



**Gambar 5.** Hasil Analisis XRD antara Zeolit Alam Bayah dengan Zeolit Sintetik Klinoptilolit

Klinoptilolit termasuk jenis zeolit yang mempunyai struktur HEU (*Heulandite*). Struktur HEU memiliki dua jenis zeolit yaitu tipe klinoptilolit dan *heulandite*. Gambar 5 menunjukkan bahwa zeolit alam Bayah juga memiliki kristal klinoptilolit. Hal ini dapat terlihat dari titik puncak utama difraktogram pada sudut difraksi  $2\theta$  di  $22,3^\circ$ ;  $26,08^\circ$ , dan  $29,92^\circ$ . Puncak-puncak spesifik pada zeolit alam Lampung menunjukkan jenis klinoptilolit yaitu pada  $2\theta$ :  $22,22^\circ$ ;  $25,96^\circ$ , dan  $29,86^\circ$  (Musfiroh, 2016).



**Gambar 6.** Hasil Analisis XRD antara Zeolit Alam Bayah dengan *Quartz*

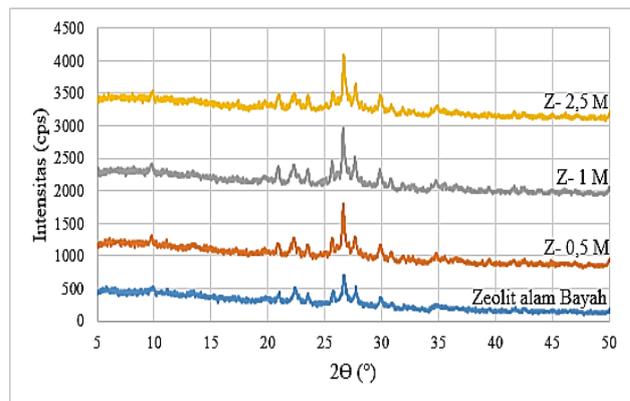
Gambar 6 menunjukkan perbandingan antara zeolit alam Bayah dengan *quartz*. Hal ini menandakan

bahwa terdapat *quartz* pada zeolit alam Bayah, terlihat pada puncak tertinggi di sudut difraksi  $2\theta$ :  $20,88^\circ$ , dan  $27,5^\circ$ . Menurut pangkalan data mineral *quartz* ditunjukkan pada  $2\theta$ :  $20,86^\circ$  dan  $26,65^\circ$ .

Terdapatnya perbedaan pola difraksi terjadi karena adanya atom yang terdapat pada fase di pangkalan data tapi tidak terdapat pada sampel zeolit atau sebaliknya. Dapat juga dikarenakan adanya perubahan sudut dari kerangka kristal sampel zeolit. Berdasarkan perbandingan hasil analisis XRD antara zeolit alam Bayah dengan setiap jenis zeolit dapat dilihat bahwa zeolit alam Bayah yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kristal mordenit, klinoptilolit, dan *quartz*. Namun terlihat bahwa zeolit alam Bayah lebih dominan memiliki tipe mordenit dan klinoptilolit. Menurut Thamzil Las, zeolit alam Bayah merupakan campuran dua jenis zeolit mordenit dan klinoptilolit. Hal ini sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Musfiroh (2016), bahwa zeolit alam Bayah mayoritas memiliki kombinasi tipe mordenit dan klinoptilolit.

### 3.2 Pengaruh Modifikasi Basa KOH terhadap Karakteristik Zeolit

Tiga buah sampel zeolit yang telah diaktivasi dengan KOH konsentrasi 0,5 M ; 1 M; dan 2,5 M serta zeolit tanpa aktivasi dianalisis menggunakan X-Ray Diffraction. Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh aktivasi zeolit menggunakan KOH terhadap karakterisasi terutama kristalinitas dari zeolit Bayah. Hasil analisis XRD untuk setiap sampel zeolit ditunjukkan oleh Gambar 7 di bawah ini.



**Gambar 7.** Hasil Analisis XRD Setiap Sampel Zeolit

Gambar 7 menunjukkan bahwa terjadi perubahan cukup signifikan pada zeolit yang telah diaktivasi menggunakan kalium hidroksida. Hal ini terlihat pada sudut difraksi  $2\theta$  atau puncak  $20,88^\circ$ ;  $25,64^\circ$ ;  $27,5^\circ$ ; dan  $27,66^\circ$  memiliki intensitas yang semakin meningkat pada penggunaan konsentrasi KOH 0,5 M dan 1 M dibandingkan dengan zeolit alam. Semakin tinggi intensitas maka semakin meningkat pula tingkat kristalinitas zeolit tersebut. Namun ketika penggunaan konsentrasi kalium hidroksida (KOH) 2,5 M menunjukkan penurunan intensitas dibandingkan

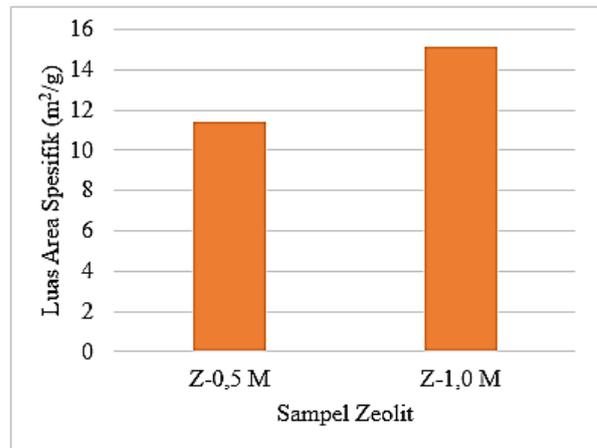
dengan penggunaan KOH 1 M. Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi penggunaan konsentrasi basa KOH yang digunakan maka semakin banyak Si yang larut, sehingga menyebabkan perubahan pada struktur zeolit.

Menurut Hartono dkk., (2018) bahwa aktivasi secara kimia dengan menggunakan larutan basa KOH bertujuan untuk membersihkan permukaan pori dan membuang senyawa pengotor. Oleh karena itu dengan melakukan aktivasi menggunakan larutan basa KOH dapat meningkatkan kristalinitas zeolit tersebut, selama tidak melebihi batas maksimumnya. Dimana pada penelitian ini pada konsentrasi KOH 2,5 M sudah melebihi batas maksimumnya.

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa tidak terbentuk  $K_2O$ . Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Hartono dkk., (2018) menunjukkan pola XRD untuk zeolit termodifikasi KOH dengan konsentrasi 75 gram/ 100 ml (13 M) terdapat fase  $K_2O$  pada  $2\theta = 12^\circ; 25,5^\circ; 29^\circ; 32^\circ; 34,5^\circ; 37,8^\circ; 38,9^\circ; 41,8^\circ; 43,3^\circ; 49,2^\circ; \text{ dan } 52^\circ$ .  $K_2O$  pada zeolit menunjukkan aktivitas katalitik yang tinggi untuk reaksi sintesis biodiesel. Terbentuknya  $K_2O$  dikarenakan proses impregnasi dan kalsinasi yang mengindikasikan bahwa KOH yang terdapat dalam permukaan dan matriks zeolit berubah menjadi  $K_2O$  selama proses tersebut. Dimana pada proses impregnasi yaitu memanaskan hingga  $H_2O$  menguap, sehingga kandungan kalium semakin besar dan membentuk  $K_2O$ . Selain itu dengan penggunaan konsentrasi KOH tinggi, maka kation yang ada dalam larutan juga semakin besar, sehingga proses yang terjadi tidak hanya pertukaran kation pada zeolit saja, namun dapat pula terjadi pembentukan fase  $K_2O$ .

Pada penelitian ini konsentrasi KOH yang digunakan yaitu dari 0,5 M-2,5 M, konsentrasi tersebut masih jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan konsentrasi KOH yang digunakan pada penelitian Hartono dkk., (2018) yaitu mencapai 13 M. Selain itu pula, penelitian ini tidak melakukan proses impregnasi dan kalsinasi. Oleh karena itu,  $K_2O$  tidak terbentuk.

Dua buah sampel zeolit yaitu zeolit yang telah diaktivasi dengan KOH konsentrasi 0,5 M dan 1 M selanjutnya dianalisis menggunakan alat *Nitrogen physisorption* untuk analisis BET (*Brunauer-Emmett-Teller*). Analisis ini dilakukan untuk melihat pengaruh aktivasi zeolit menggunakan KOH terhadap karakterisasi zeolit alam Bayah yaitu luas permukaan yang merupakan faktor penentu unjuk kerja dari suatu adsorben. Analisis ini dilakukan dengan cara sejumlah volume gas nitrogen yang diketahui dimasukkan ke dalam tabung sampel, kemudian jumlah nitrogen yang teradsorpsi dapat menunjukkan luas permukaan dari sampel zeolit tersebut. Hasil analisis BET untuk setiap sampel zeolit ditunjukkan oleh Gambar 8.



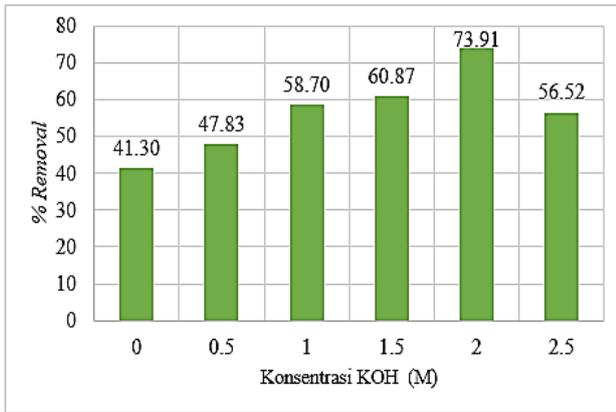
**Gambar 8.** Hasil Analisis BET Setiap Sampel Zeolit

Berdasarkan Gambar 8 dapat ditunjukkan bahwa sampel zeolit teraktivasi KOH dengan konsentrasi 1 M memiliki luas area spesifik lebih besar yaitu 15 m<sup>2</sup>/g dibandingkan sampel zeolit teraktivasi KOH 0,5 M yang luas area spesifiknya hanya sebesar 11 m<sup>2</sup>/g. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan larutan KOH pada proses aktivasi memengaruhi karakteristik zeolit alam Bayah dengan menunjukkan terjadinya peningkatan luas area pada zeolit Bayah yang telah teraktivasi KOH. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Tresna dkk., (2015) menggunakan zeolit alam Bayah termodifikasi NaOH 5 M menunjukkan hasil luas area spesifik yaitu 23 m<sup>2</sup>/g. Hal ini dikarenakan larutan basa bertujuan untuk membersihkan permukaan pori, sehingga luas permukaan untuk mengadsorpsi akan semakin besar.

### 3.3 Pengaruh Modifikasi Basa KOH terhadap Adsorpsi Amonium

Zeolit alam Bayah yang telah diaktivasi menggunakan larutan basa kalium hidroksida (KOH) konsentrasi 0,5 M; 1 M; 1,5 M; 2 M; dan 2,5 M digunakan untuk mengadsorpsi amonium pada larutan  $NH_4OH$  dengan konsentrasi 8 ppm. Proses adsorpsi berlangsung selama 24 jam, pemilihan waktu ini didasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Soetardji dkk., (2015) yaitu mengadsorpsi amonium menggunakan zeolit termodifikasi basa NaOH dan kesetimbangan tercapai setelah 24 jam proses adsorpsi.

Selama proses adsorpsi berlangsung terjadi pengurangan kadar amonium pada larutan  $NH_4OH$ . Setiap sampel zeolit yang telah teraktivasi dengan larutan KOH memiliki persentase penyisihan amonium (*%removal*) yang berbeda-beda, hal ini dapat dilihat melalui Gambar 9.



**Gambar 9.** Pengaruh Konsentrasi KOH Sebagai Pengaktivasi Zeolit Terhadap Persentase Penyisihan Amonium (%removal)

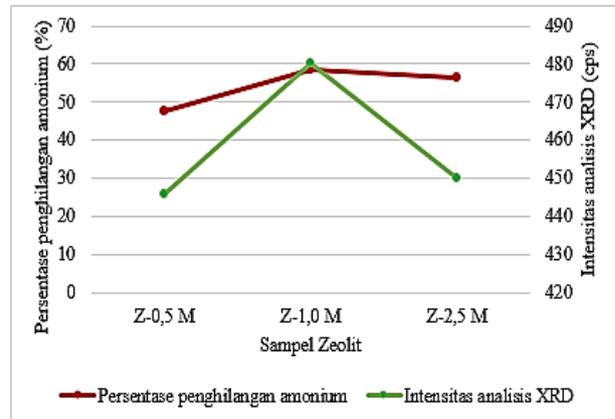
Berdasarkan gambar 9 dapat dilihat bahwa persentase penyisihan amonium meningkat pada penggunaan konsentrasi KOH 0,5 M; 1 M; 1,5 M; dan 2 M. Ketika menggunakan zeolit tanpa aktivasi untuk mengadsorpsi amonium, %removal yang didapat sangat kecil yaitu hanya 41,30%. Sedangkan ketika menggunakan zeolit teraktivasi, nilai %removal-nya meningkat. Hal ini membuktikan bahwa proses aktivasi terhadap zeolit alam mampu meningkatkan kapasitas adsorpsi, sehingga proses penghilangan amonium semakin meningkat. Penelitian yang dilakukan oleh Yulius (2017) dengan menggunakan NaOH sebagai aktivator zeolit alam menunjukkan hasil bahwa aktivasi basa menyebabkan nilai kapasitas adsorpsi lebih besar disebabkan oleh ion basa yang berperan penting dalam melarutkan Si.

Akan tetapi, aktivator yang melebihi molaritas (konsentrasi) maksimumnya dapat pula menyebabkan struktur dasar zeolit berubah sehingga mengakibatkan pengurangan daya adsorpsi. Ditunjukkan pada penggunaan konsentrasi larutan basa KOH 2,5 M yang mengalami penurunan daya adsorpsi amonium pada larutan NH<sub>4</sub>OH. Hal ini dikarenakan larutan basa KOH akan menjadi K<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup> dalam larutan. Kation K<sup>+</sup> akan dipertukarkan dengan kation utama yang terdapat pada struktur zeolit, sedangkan ion OH<sup>-</sup> akan melarutkan Si. Semakin tingginya konsentrasi KOH yang digunakan, maka semakin banyak pula ion OH<sup>-</sup> yang melarutkan Si pada struktur zeolit, sehingga struktur zeolit akan mengalami perubahan. Oleh karena itu, proses aktivasi menggunakan larutan KOH dapat memengaruhi karakteristik dari struktur zeolit seperti fase kristal dan luas area spesifik dari zeolit. Ketika struktur zeolit mengalami perubahan maka akan memengaruhi kemampuan zeolit untuk mengadsorpsi amonium. Sehingga dapat dipastikan bahwa zeolit teraktivasi basa mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi untuk mengurangi kadar amonium.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Soetardji dkk., (2015) yang menggunakan NaOH dengan

konsentrasi 6 M selama 24 jam mendapatkan hasil persentase penyisihan amonium (%removal) sebesar 81 %. Maka dari itu, dapat dipastikan bahwa zeolit teraktivasi basa mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi untuk mengurangi kadar amonium.

Hasil analisis XRD terhadap zeolit yang telah diaktivasi oleh larutan KOH mendukung hasil penelitian ini. Hal ini ditunjukkan oleh Gambar 10 yang merupakan diagram perbandingan intensitas dari analisis XRD dengan persentase penyisihan amonium (%removal) pada sampel zeolit teraktivasi larutan KOH dengan konsentrasi 0,5 M; 1 M; dan 2,5 M di titik puncak 2θ = 27,5°.



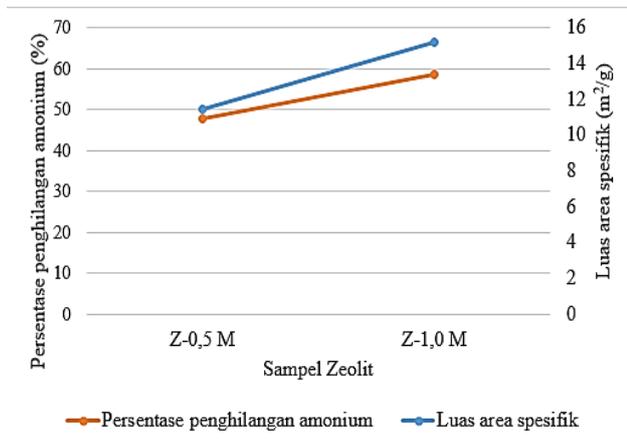
**Gambar 10.** Perbandingan Intensitas dari Analisis XRD dengan Persentase Penyisihan Amonium (%removal)

Hasil analisis XRD terhadap zeolit yang telah diaktivasi oleh larutan KOH mendukung hasil penelitian ini. Hal ini ditunjukkan oleh Gambar 10 yang merupakan diagram perbandingan intensitas dari analisis XRD dengan persentase penyisihan amonium (%removal) pada sampel zeolit teraktivasi larutan KOH dengan konsentrasi 0,5 M; 1 M; dan 2,5 M di titik puncak 2θ = 27,5°. Dapat dilihat bahwa zeolit yang teraktivasi dapat memengaruhi karakteristik kristal dari sampel zeolit. Perubahan karakteristik struktur zeolit tersebut memengaruhi proses penyerapan amonium. Dimana ketika penggunaan larutan KOH 1 M untuk mengaktivasi zeolit dapat merubah struktur zeolit menjadi adsorben yang lebih baik sehingga memiliki nilai intensitas dan penyisihan amonium (%removal) lebih besar dibandingkan dengan sampel zeolit teraktivasi larutan KOH 0,5 M dan 2,5 M. Larutan basa KOH dapat membersihkan permukaan pori dan membuang senyawa pengotor. Oleh karena itu, dengan hilangnya pengotor-pengotor yang terdapat pada sampel zeolit menyebabkan Sinar X terdifraksi secara sempurna dan mengakibatkan peningkatan intensitas yang dihasilkan sehingga kristalinitas dari zeolit Bayah tersebut semakin meningkat, serta meningkatkan kemampuan zeolit dalam mengadsorpsi amonium. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 10 bahwa ketika sampel zeolit teraktivasi KOH 0,5 M memiliki nilai intensitas

pada  $2\theta = 27,5^\circ$  yaitu 446 cps dengan persentase penyisihan amonium (*%removal*) sebesar 47,83%. Sampel zeolit 2,5 M memiliki nilai intensitas pada  $2\theta = 27,5^\circ$  yaitu 450 cps dengan persentase penyisihan amonium (*%removal*) sebesar 56,52%. Sedangkan, ketika sampel zeolit 1 M, memiliki nilai intensitas tertinggi pada  $2\theta = 27,5^\circ$  yaitu 480 cps dengan persentase penyisihan amonium (*%removal*) sebesar 58,70%.

Pada penelitian ini, ketika penggunaan larutan KOH 2,5 M, mengalami penurunan intensitas, sehingga kristalinitas menurun dan menyebabkan terjadinya penurunan penyisihan amonium (*%removal*). Hal ini menandakan bahwa struktur kristal zeolit sudah mengalami perubahan akibat *substansial loss* yaitu terlepasnya  $Al^{3+}$  pada struktur zeolit sehingga menyebabkan turunnya luas permukaan makropori serta menurunkan interaksi  $NH_4^+$  dengan zeolit. Oleh karena itu, kemampuan zeolit dalam mengadsorpsi amonium mengalami penurunan.

Hasil penelitian ini pun didukung dengan hasil analisis BET terhadap zeolit yang telah diaktivasi oleh larutan KOH. Hal ini ditunjukkan oleh Gambar 11 yang merupakan diagram perbandingan luas area spesifik dari analisis BET dengan persentase penyisihan amonium (*%removal*) pada sampel zeolit teraktivasi larutan KOH dengan konsentrasi 0,5 M dan 1 M.



**Gambar 11.** Perbandingan Luas Area Spesifik dari Analisis BET dengan Persentase Penghilangan Ion Amonium (*%removal*)

Pada Gambar 11 menunjukkan bahwa sampel zeolit teraktivasi dapat memengaruhi karakteristik yaitu luas area spesifiknya. Ketika sampel zeolit teraktivasi larutan KOH 0,5 M, luas area spesifiknya yaitu  $11 \text{ m}^2/\text{g}$  dengan persentase penyisihan amonium (*%removal*) sebesar 47,83%. Sedangkan, ketika sampel zeolit 1 M, luas area spesifiknya yaitu  $15 \text{ m}^2/\text{g}$  dengan persentase penyisihan amonium (*%removal*) sebesar 58,70%. Hal ini membuktikan bahwa luas permukaan zeolit setelah aktivasi menjadi lebih besar, dikarenakan larutan basa berfungsi untuk membersihkan pori pada zeolit. Sehingga memudahkan amonium untuk

teradsorpsi pada pori-pori zeolit. Hal ini dikarenakan interaksi atau kontak antara amonium dengan zeolit semakin besar. Oleh karena itu, proses aktivasi menggunakan larutan basa KOH mampu meningkatkan kemampuan zeolit dalam mengadsorpsi amonium dengan memperluas area spesifik pada sampel zeolit.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa zeolit alam Bayah memiliki fase Kristal mordenit, klinoptilolit, dan *quartz*. Namun, zeolit alam Bayah lebih dominan memiliki tipe mordenit dan klinoptilolit. Pengaruh perlakuan basa menggunakan KOH pada proses aktivasi yaitu dapat meningkatkan kristalinitas dan luas area spesifik zeolit.

Semakin tinggi kristalinitas dan luas area zeolit, maka semakin tinggi pula persentase penyisihan amonium. Zeolit alam Bayah berhasil mengurangi kadar amonium dalam larutan. Perlakuan aktivasi basa memengaruhi karakteristik dari zeolit sehingga berpengaruh pada persentase penyisihan amonium, dimana nilai persentase pada setiap sampel zeolit teraktivasi KOH 0 M (tanpa aktivasi); 0,5 M; 1 M; 1,5 M; 2 M; dan 2,5 M berturut-turut yaitu 41,30%; 47,83%; 58,70%; 60,87%; 73,91%; dan 56,52%.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih atas pendanaan penelitian melalui Program Kreativitas Mahasiswa RISTEKDIKTI Tahun 2019.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Hartono, Rudi, Anondho Wijanarko, Heri Hermansyah. 2018. Potensi Zeolit Alam bayah Banten sebagai Katalis Heterogen Pada Pembuatan Biodiesel Secara Transesterifikasi. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*.
- Kilawati, Yuni & Yunita Maimunah. 2015. Kualitas Lingkungan Tambak Intensif *Litopenaeus vannamei* Dalam Kaitannya Dengan Prevelensi Penyakit *White Spot Syndrome Virus*. *Research Journal of Life Science*. 2(1): 50-59.
- Kurniawan, Teguh, Oki Muraza, Abbas Saeed Hakeem, Idris A. Bakare, Toshiki Nishitoba, Toshiyuki Yokoi, Zain H.Yamani & Adnan M.Al Amer. 2017. Selective Isomerization of n-Butane over Mordenite Nanoparticles Fabricated by a Sequential Ball Milling Recrystallization Dealumination Route. *American Chemical Society Publication*. 31: 12691-12700.
- Kurniawan, Teguh, Oki Muraza, Idris A. Bakare, Mohammed A. Sanhoob & Adnan M. Al Amer. 2017. Isomerization of n-Butane over Cost Effective Mordenite Catalysts Fabricated via Recrystallization of Natural Zeolite. *Industrial & Engineering Chemistry Researc American Chemical Society Publication*.

- Musfiroh. 2016. Sifat-Sifat Zeolit Alam dan Kemampuan Penjerapannya Terhadap Logam Berat Cu, Pb, dan Zn. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Razzak, Mirzan T., Thamzil Las., Priyambodo. 2013. The Characterization of Indonesian's Natural Zeolite for Water Filtration System. *Journal*. 3(2): 129-137.
- Soetardji, Jennifer Pieter., Jeannete Cindy Claudia., Yi-Hsu Ju., Joseph A. Hriljac., Tzu-Yu Chen., Felicia Edi Soetardjo., Shella Permatasari Santoso., Alfin Kurniawan. & Suryadi Ismadji. 2015. Ammonia Removal from Water using Sodium Hydroxide Modified Zeolite Mordenite. *Paper. Royal Society of Chemistry Adv.*
- Tresna, Muhammad dan Kartika pratiwi. 2015. Karakteristik Katalis Fe-Zeolit Alam Bayah dengan Impregnasi Basa. *Skripsi*. Cilegon: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Widayatno, Tri., Teti Yulawati. & Agung Adi Susilo. 2017. Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*.1(1).
- Wulandari, Hesti Yunita. 2014. Optimalisasi Usaha Budidaya Tambak Ikan Bandeng di Desa Tanjung Pasir, Kecamatan Teluknaga, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten. *Skripsi*. Bogor: Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor.
- Yulius Dala Ngapa. 2017. Kajian Pengaruh Asam-Basa Pada Aktivasi Zeolit dan Karakterisasinya sebagai Adsorben Pewarna Biru Metilena. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. 2(2): 90-96.