



Sintesis dan Karakterisasi Zeolit Y dengan Metode Hidrotermal

Dika Putra Wijaya^{a*}, Miftakul Rohmah^a, Rima Prastianti Putri^a

^aUniversitas Negeri Malang, Jl. Semarang, No. 5, Malang dan 65145, Indonesia

*Corresponding author, email: dika.putra.2103326@students.um.ac.id

Paper received: 3-7-2023; accepted: 15-7-2023; published: 30-7-2023

Abstract

Zeolite Y is one of faujazite type zeolite with high porosity and rich in silicon with a Si/Al ratio of between 1.5-3. The aim of the research to synthesize zeolite Y using the hydrothermal method and characterization of zeolite Y. Synthesis was carried out by mixing sodium silicate with sodium aluminate which was then put into a hydrothermal autoclave and heated in an oven at 160°C for 5 hours. Research method is used hydrothermal, because it grows good quality crystals with controllable composition, and also uniformizes the crystal size. The sol gel or aging process is necessary to cause the particles to grow and strengthen the tissue. Without sol gel or aging process, because zeolite will not be formed. In this research, zeolite Y was synthesized with a Si/Al ratio of 2.5 with a molar composition of 20 Na₂O : 8 Al₂O₃ : 20 SiO₂ : 400 H₂O. The final result of the research was a white zeolite Y material. In this experiment, 1.961 grams of white crystals were obtained and then the % yield obtained from the research results on the synthesis of zeolite Y was 19.80%.

Keywords: Hydrothermal method, zeolite Y yield, and zeolite Y synthesis.

Abstrak

Zeolit Y merupakan material kristal dengan porositas tinggi dan masuk ke dalam zeolit tipe faujazit yang kaya silikon dengan rasio Si/Al antara 1,5-3. Tujuan penelitian ini adalah untuk mensintesis zeolit Y menggunakan metode hidrotermal dan karakterisasinya. Sintesis dilakukan dengan mencampurkan natrium silikat dengan natrium aluminat yang kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf hidrotermal, dan dipanaskan dengan oven pada suhu 160°C selama 5 jam. Metode hidrotermal digunakan karena pertumbuhan kristal dengan kualitas yang baik dengan komposisi yang dapat dikontrol, dan juga menyeragamkan ukuran kristal. Proses pemeraman atau aging dibutuhkan untuk menyebabkan partikel tumbuh dan memperkuat jaringan. Tanpa pemeraman zeolit tidak akan terbentuk. Dalam penelitian ini disintesis zeolit Y dengan rasio Si/Al 2,5 dengan komposisi molar 20 Na₂O : 8 Al₂O₃ : 20 SiO₂ : 400 H₂O. Diperoleh hasil akhir penelitian berupa material zeolit Y berwarna putih. Pada percobaan ini didapatkan kristal berwarna putih sebanyak 1,961 gram lalu dapat dihitung % rendemen yang didapat dari hasil penelitian sintesis zeolite Y sebesar 19,80%.

Kata kunci: Metode hidrotermal, rendemen zeolit Y, dan sintesis zeolit Y

1. Pendahuluan

Zeolit merupakan material silikat kristal dengan struktur yang sangat teratur dan porositasnya yang tinggi (Silalahi, Sianipar, & Sayekti, 2011). Zeolit ini juga sebagai kristal alumina silikat berupa polimer yang tersusun oleh SiO_4 dan AlO_4 dalam penyusunan bersama dengan satu atom oksigen (Dur, 2017). Zeolit merupakan mineral kristal alumina silika tetrahidrat berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terdiri atas kation silikon (Si^{4+}) dan kation aluminium (Al^{3+}) yang dikelilingi oleh 4 anion atom oksigen (O^{2-}). Setiap anion oksigen terhubung dengan dua kation membentuk kerangka tiga dimensi, dengan sisi netral SiO_2 dan muatan negatif AlO_2 . Saat ini penggunaan zeolit semakin meningkat seiring dengan penggunaan untuk industri kecil maupun industri yang besar, seperti Amerika Serikat yang sudah memanfaatkan zeolit dalam bidang industri komersial. Zeolit memiliki fungsi sebagai bahan yang membantu menangani permasalahan limbah industri dari logam berat, adsorpsi fosfor, maupun penyulingan minyak bumi dan petrokimia. Zeolit terbagi menjadi 2 yaitu zeolit dari bahan alam dan zeolit yang dibuat secara sintesis.

Zeolit sintesis sering digunakan untuk kepentingan industri secara komersial dibandingkan dengan zeolit alam yang proses sintesisnya lebih membutuhkan waktu dan biaya yang lebih besar. Zeolit alam dan zeolit sintesis dapat dibedakan dari proses sintesisnya, ukuran partikel/pori-pori, maupun tingkat kemurnian yang tinggi, sehingga diperlukan karakterisasi pada zeolit tersebut. Zeolit sintesis dapat dibuat menyerupai karakter dari zeolit alam. Berdasarkan beberapa sumber referensi, salah satu bahan alam yang bisa digunakan sebagai sumber dari unsur silika untuk sintesis zeolit berupa abu sekam padi (Wardhani, Taufiq, & Syaifie, 2019), dan abu sabut kelapa (Tsani et al., n.d.). Golongan alkali dan alkali tanah berperan dalam menstabilkan kerangka zeolit melalui pertukaran kation (Manadee, 2013). Sintesis zeolit menarik untuk dilakukan karena dilihat dari banyaknya manfaat yang dihasilkan, salah satu tipe zeolit yang menarik ialah zeolit faujasite kaya silikon atau zeolit Y.

Zeolit faujasite kaya silikon atau zeolit Y merupakan *molecular sieves* aluminosilikat dengan kerangka berdensitas rendah yang mempunyai rasio Si/Al antara 1,5-3 dengan rumus molekul $\text{Na}_{56}(\text{Al}_2\text{O})_{56}(\text{SiO}_2)_{136} \cdot 25\text{H}_2\text{O}$ tersusun atas 6 cincin ganda yang membentuk *supercages* (Ferdov et al., 2022) dan 12 cincin ganda yang kemudian membentuk rongga besar dengan diameter sebesar 12 Å dan dikelilingi oleh sepuluh kerangka sodalit yang saling berhubungan membentuk hexagonal. Zeolit Y memiliki diameter rata-rata pori sebesar 7,4 – 12 Å (Xu, Pang, Yu, Huo, & Chen, 2007). Penelitian mengenai zeolit Y telah banyak dilakukan dengan berbagai macam metode dan sumber silikat.

Sintesis zeolit dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti metode hidrotermal (Sugano et al., 2005), metode fusi alkali (Wajima, Yoshizuka, Hirai, & Ikegami, 2008), metode sol-gel (Tsujiguchi et al., 2014), dan metode pencucian alkali (Shoppert, Loginova, Chaikin, & Rogozhnikov, 2017). Kelebihan dari metode hidrotermal adalah menghasilkan kemurnian yang tinggi dan dapat dilakukan pada suhu rendah, sehingga penulis memutuskan untuk praktikum kali ini digunakan metode hidrotermal sebagai metode untuk mensintesis zeolit Y. Sintesis zeolit Y dengan menggunakan metode hidrotermal perlu memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu rasio molar Si/Al, tekanan, suhu dan waktu hidrotermal. Zeolit Y yang telah disintesis akan dikarakterisasi dengan X-Ray diffraction, Scanning Electron Microscope (SEM), dan FT-Infrared Spektrofotometer dengan tujuan untuk membuktikan dalam menganalisis kristalisasi zeolit Y menggunakan metode hidrotermal.

2. Metode

Alat

Penelitian ini menggunakan peralatan gelas *beaker glass* 100 ml (pyrex), batang pengaduk, corong kaca, kaca arloji, pipet tetes, *magnetic stirrer*, neraca analitik, spatula, oven, dan autoklaf hidrotermal.

Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan, seperti padatan aluminium trioksida (Al_2O_3) p.a (*Merck KGaA*), padatan NaOH (*Merck KGaA*), cairan natrium silikat (Na_2SiO_3), indikator universal (*Supelco*), dan akuades (*Chemical Indonesia*).

Prosedur Percobaan

Sintesis Zeolite Y

Sintesis zeolit dilakukan dengan metode hidrotermal menggunakan autoklaf berdasarkan prosedur Nur (Nur, 2001). Komposisi molar yang digunakan $20 \text{ Na}_2\text{O} : 8 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 20 \text{ SiO}_2 : 400 \text{ H}_2\text{O}$. Pada perlakuan awal yang dilakukan ialah mencampurkan bahan-bahan yang dibutuhkan diantaranya, yaitu alumina (Al_2O_3), NaOH, natrium silikat, dan aquades (pH = 7) yang kemudian di oven menggunakan autoklaf hidrotermal atau botol hidrotermal tipe Teflon. Larutan natrium aluminat dibuat dari 1,632 g Al_2O_3 ($M = 101,9 \text{ g/mol}$) dicampurkan dengan 3,2 g NaOH dan 13,69 gram aquades, lalu dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* selama 1 jam. Larutan natrium silikat dibuat dari ditimbanginya sejumlah 4,88 gram Na_2SiO_3 lalu dilakukan pencampuran dengan larutan natrium aluminat disertai pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam dan didapatkan hasil dari pencampuran larutan natrium silikat dan larutan natrium aluminat yang bercampur.

Selanjutnya campuran yang sudah dibuat dari natrium silikat dan natrium aluminat, lalu dimasukkan ke dalam autoklaf hidrotermal, dan dipanaskan dengan oven pada suhu 160°C selama 5 jam. Endapan yang dihasilkan dicuci dengan corong *Buchner* untuk mencuci hingga pH-nya netral dan dikeringkan dengan oven selama 1 jam pada suhu 105°C . Hasil padatan yang diperoleh tersebut ditimbang hingga massa tersebut konstan atau massanya tidak berkurang, apabila massa tersebut masih berkurang atau bertambah, maka bisa di oven kembali dengan 3 kali pemanasan dengan waktu 15 menit. Pada penelitian ini menggunakan variasi $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, sehingga komposisi molarnya sesuai perhitungan pada Tabel 1. Dalam menghitung dari komposisi molar sintesis zeolit Y dari natrium silikat dengan variasi rasio molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ yaitu:

Tabel 1. Perhitungan komposisi molar sintesis zeolit Y dari natrium silikat dengan variasi molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (2,5 : 2,5)

| Rasio | Komposisi Molar Sintesis Zeolit Y | Simbol |
|-------|---|--------|
| 2,5 | $20 \text{ Na}_2\text{O} : 8 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 20 \text{ SiO}_2 : 400 \text{ H}_2\text{O}$ | Y-1 |
| 2,5 | $20 \text{ Na}_2\text{O} : 8 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 20 \text{ SiO}_2 : 400 \text{ H}_2\text{O}$ | Y-2 |

Dari perhitungan komposisi molar pada Tabel 1., maka dapat dihitung jumlah bahan yang akan ditambahkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi bahan sintesis zeolit Y dari natrium silikat dengan variasi rasio molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (2,5 : 2,5) dengan (1/500) resep

| Rasio | NaOH | SiO_2 | Al_2O_3 | H_2O |
|-------|-----------|----------------|-------------------------|----------------------|
| 2,5 | 3,20 gram | 4,88 gram | 1,632 gram | 13,69 gram |
| 2,5 | 3,20 gram | 4,88 gram | 1,632 gram | 13,69 gram |

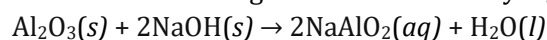
Hasil sintesis yang didapat dikarakterisasi secara langsung menggunakan XRD untuk mengetahui karakteristik fase kristal dan kemurnian dari zeolit Y. Karakterisasi FTIR dengan tujuan menganalisis gugus fungsi dari struktur dan karakterisasi SEM untuk mengetahui morfologi permukaan zeolit Y tidak dilakukan secara langsung, melainkan berdasarkan pada percobaan yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Deviani & Mahatmanti, 2018) (Ji et al., 2017). Hal tersebut dilakukan melalui pencarian jurnal karakterisasi zeolit Y dan dilakukan studi literatur pada jurnal terkait untuk mengadopsi hasil karakterisasinya dengan memilih berdasarkan hasil pada perlakuan metode yang hampir serupa dengan apa yang dilakukan dalam percobaan ini.

3. Hasil dan Pembahasan

Sintesis Zeolit Y

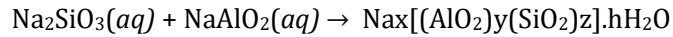
Pada percobaan praktikum yang telah dilakukan, penulis telah melakukan analisis XRD dari hasil sintesis zeolit Y, dan karakterisasi lainnya mengambil dari sumber referensi untuk dijadikan sebagai pelajaran. Zeolit Y merupakan zeolit tipe faujasit yang pada percobaan kali ini disintesis dengan metode hidrotermal. Sintesis hidrotermal dilakukan dalam suhu yang tetap dengan tekanan uap yang rendah yang sesuai dengan tekanan uap larutan yang digunakan. Larutan campuran biasanya mengandung senyawa oksida, hidroksida atau berupa garam dari logam yang menjadi bahan dasar dari sintesis itu yang kemudian dimasukkan dalam autoklaf (Jumaeri, Sutarno, Kunarti, & Santosa, 2009). Sintesis zeolit Y dilakukan dengan cara mereaksikan natrium silikat dengan natrium aluminat dengan rasio perbandingan antara Si/Al yaitu sebesar 2,5. Kristalisasi dalam proses sintesis ini terjadi pada proses transisi dari sol menjadi gel dan dimaksimalkan melalui proses hidrotermal dengan mengontrol pertumbuhan kristal serta menyeragamkan ukuran kristal.

Pada tahap pembentukan kristal, gel amorf mengalami penataan ulang pada strukturnya yang terurai membentuk susunan yang lebih teratur atau disebut susunan struktur kristal dengan adanya pemanasan di suhu 160°C , sehingga bisa terbentuk inti kristal. Pada keadaan ini terjadi kesetimbangan antara inti kristal, gel amorf sisa, dan larutan jenuh dalam keadaan *metastable* atau mudah berubah. Jika gel amorf sisa larut kembali, maka akan terjadi pertumbuhan kristal dari inti tersebut sampai gel amorf sisa habis dan terbentuk kristal dalam keadaan stabil. Pada percobaan ini, zeolite Y disintesis berdasarkan prosedur yang telah dilakukan oleh Nur (Nur, 2001). Percobaan diawali dengan pembuatan natrium aluminat, dengan mencampurkan NaOH yang telah ditimbang terlebih dahulu yaitu sebesar 3,363 gram yang dilarutkan dengan 13,772 gram air lalu ditambahkan sedikit demi sedikit 1,632 gram Al_2O_3 yang merupakan sumber Al untuk sintesis zeolit. Kemudian distirrer selama 30 menit untuk mempercepat homogenitas antara NaOH dengan aluminat. Reaksi yang terjadi adalah:



Selanjutnya larutan natrium silikat liquid yang telah ditimbang yaitu sebesar 4,905 gram direaksikan dengan natrium aluminat menjadi larutan dengan endapan berwarna putih dan dihomogenkan dengan bantuan *magnetic stirrer* dan d Diamkan selama 24 jam. Hal ini dikarenakan natrium aluminat dan larutan natrium silikat bereaksi melalui reaksi polimerisasi membentuk zeolit sehingga terbentuklah inti kristal yang terjadi pada saat pengadukan dan menyempurnakan terjadinya polimerisasi ion-ion pembentuk zeolit (Sholichah, Arnelli, & Suseno, 2013). Selanjutnya, proses pemeraman atau *aging* menyebabkan partikel tumbuh dan memperkuat jaringan. Tanpa pemeraman zeolit tidak akan terbentuk.

Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Kemudian dilakukan proses hidrotermal dengan suhu 160°C selama 5 jam untuk memperkuat kristalinitas zeolit, pada proses ini akan terjadi penataan atom-atom sehingga diperoleh struktur teratur/kristal yang stabil. Terdapat perbedaan lama proses hidrotermal dikarenakan keterbatasan waktu dalam melakukan sintesis sehingga harus dipersingkat. Proses hidrotermal pada percobaan yang dilakukan oleh Nur berlangsung selama 7 jam (Nur, 2001). Perbedaan lama waktu proses hidrotermal akan mempengaruhi pembentukan zeolit Y sehingga tidak terbentuk secara maksimal. Hasil hidrotermal kemudian dicek pH-nya dengan indikator universal dan diketahui pH hasil hidrotermal adalah 9. Kristal hasil hidrotermal kemudian dicuci dengan akuades untuk menghilangkan pengotor dan menurunkan pH kristal dari pH 9 hingga mencapai pH 7 (netral). Kristal tersebut kemudian dikeringkan dengan oven selama 1 jam pada suhu 105°C, berat zeolit dan kertas saring sebelum dioven adalah 5,443 gram sedangkan berat setelah dioven dan kertas saring adalah 3,273 gram. Terjadi penurunan berat zeolit sebelum dan setelah dimasukkan ke dalam oven, hal ini dikarenakan molekul air yang masih terperangkap pada zeolit telah menguap atau hilang. Hasil akhir dari percobaan ini adalah seperti gambar berikut:



Gambar 1. Hasil sintesis zeolit-Y

Hasil yang diperoleh selama percobaan yaitu kristal zeolite Y sebesar 3,273 gram dan persentase rendemen kristal zeolite Y sebesar 19,80%

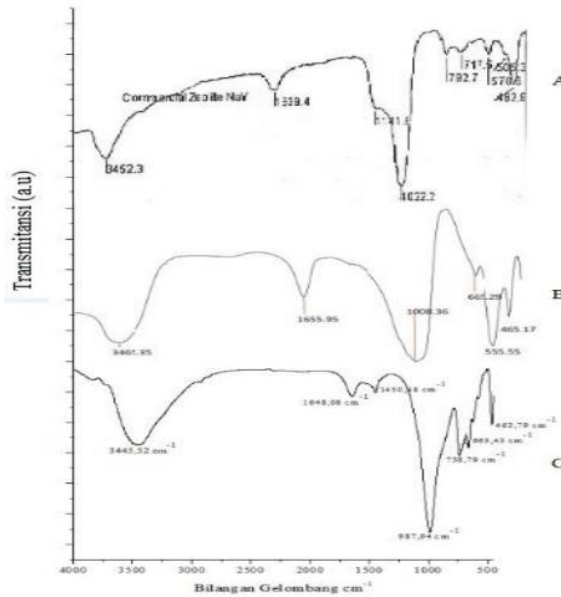
$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{bobot kristal zeolite Y yang diperoleh}}{\text{bobot Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{NaOH}} \times 100\%$$

$$\% \text{ rendemen} = \frac{(3,273 \text{ gram} - 1,312 \text{ gram})}{4,905 \text{ gram} + 1,632 \text{ gram} + 3,363 \text{ gram}} \times 100\% = 19,80\%$$

Karakterisasi Zeolit Y

Karakterisasi Zeolit Y dengan Spektrofotometer IR (Infra Red)

Analisis dengan spektrofotometer IR (FT-IR) bertujuan untuk mengetahui gugus aktif dari zeolit sintesis. Gugus kimia yang utama dalam munculnya pada spektra inframerah zeolit, yaitu gugus serapan dari silika maupun alumina. Deviani & Mahatmanti (2018) melakukan analisis FT-IR pada zeolite Y hasil sintesis dan membandingkannya dengan zeolit Y hasil sintesis penelitian sebelumnya serta zeolit Y komersial. Telah dilaporkan bahwa analisis kualitatif ini dilakukan pada bilangan gelombang 4000-450 cm^{-1} . Hasil spektra FTIR dapat dilihat pada Gambar 2.



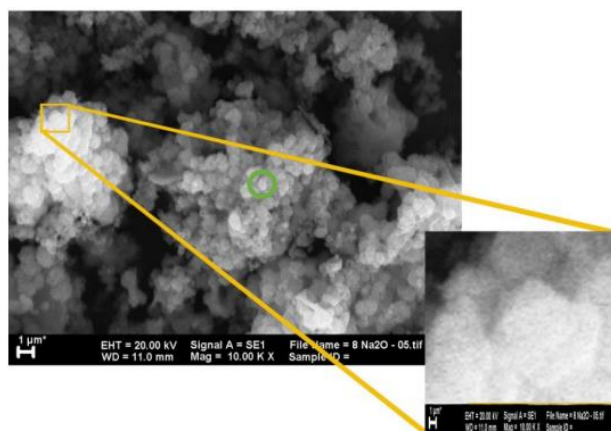
Gambar 2. Spektra FTIR (A) zeolit Y komersial (Rahman dkk, 2009), (B) zeolit Y sintesis (Fuadi, 2012), dan (C) zeolit Y hasil sintesis (Deviani dkk, 2018)

Bila dibandingkan, ketiga zeolit tersebut memiliki kemiripan pola diikuti dengan penurunan intensitas beberapa pita serapan, pergeseran beberapa pita, dan munculnya pita-pita serapan baru. Spektra inframerah zeolit hasil sintesis Deviani & Mahatmanti, (2018) menunjukkan adanya vibrasi rentangan -OH pada pita serapan 3445,52 cm^{-1} . Pada pita serapan 1648,08 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi rentang tekuk dari molekul H_2O sedangkan vibrasi ulur simetri Si-O dari Si-O-Si ditunjukkan pada pita serapan 1450,48 cm^{-1} . Pita serapan 987,94 cm^{-1} menunjukkan adanya serapan vibrasi rentang asimetri TO_4 (T=Si atau Al). Vibrasi ulur simetri dari Si-O pada siloksan ($\equiv \text{Si-O-Si} \equiv$). Keberadaan cincin ganda (Si-O-Si) ditunjukkan oleh pita serapan 663,43 cm^{-1} . Sedangkan pada pita serapan 463,79 cm^{-1} menunjukkan vibrasi tekuk ikatan T-O (T=Si atau Al). Berdasarkan analisis FT-IR tersebut dapat dinyatakan bahwa perlakuan sintesis dengan metode hidrotermal dapat menghasilkan material yang mempunyai struktur mirip zeolit Y.

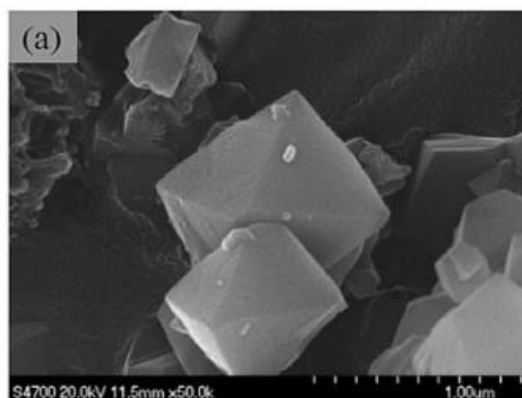
Karakterisasi Zeolit Y dengan SEM

SEM merupakan mikroskop elektron yang bisa menampilkan gambar dengan resolusi tinggi permukaan suatu sampel dan fungsi utamanya untuk menentukan morfologi permukaan suatu sampel padat. Rizaldi (2017) melakukan analisis SEM pada zeolit Y dan membandingkan

dengan hasil penelitian sebelumnya. Mikrograf dihasilkan pada perbesaran spesifik 5000x untuk menunjukkan morfologi permukaan sampel.



Gambar 3. Mikrograf zeolite Y sintesis (Rizaldi, 2017)



Gambar 4. Mikrograf zeolit Y (Ji et al., 2017)

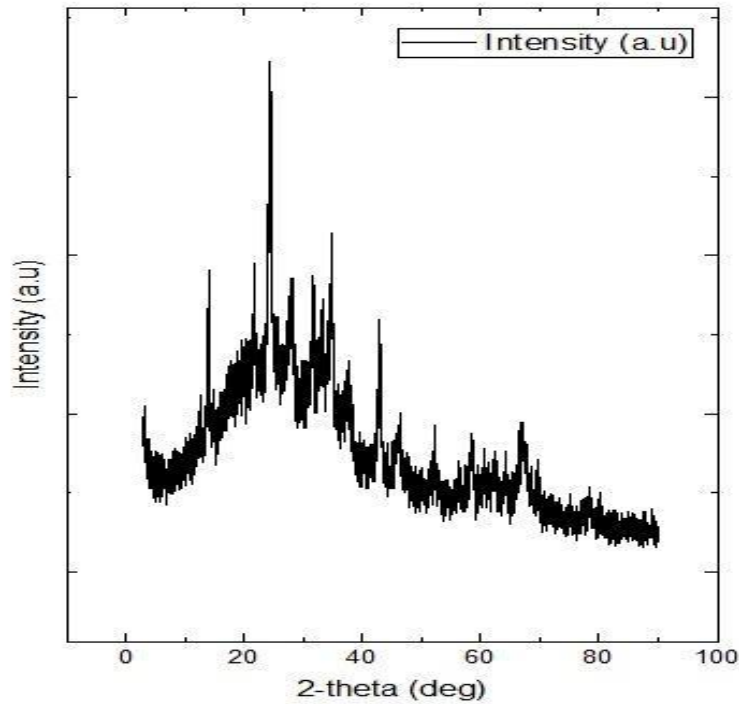
Hasil karakterisasi SEM dapat dilihat pada zeolit Y hasil sintesis distribusi partikelnya yang tidak terlalu seragam, berbentuk menyerupai oktahedral yang cukup seragam dengan ujung yang lancip, hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ji et al., (2017) bahwa morfologi zeolit Y memiliki bentuk oktahedral. Teridentifikasi agregat selain partikel zeolit Y, agregat tersebut ialah fase sodalit (lingkaran hijau), bentuk potongannya oktahedral menyerupai bola segi enam.

Karakterisasi Zeolit Y dengan XRD

Deviani & Mahatmanti (2018) melakukan analisis XRD untuk menentukan ukuran kristal dan jenis mineral yang terkandung di dalam sampel. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan zeolite hasil sintesis dengan zeolit hasil sintesis penelitian sebelumnya dan zeolit komersial. Karakterisasi dengan difraksi sinar X (shimadzu XRD-7000), sampel di scan menggunakan radiasi Cu dengan voltage 40 kV dan arus sebesar 30 mA dengan rentang sudut 2θ (15° - 50°). Data yang diperoleh berupa intensitas dan sudut (2θ) yang kemudian dicocokkan dengan data standar pola difraksi sinar-X JCPDS (*Joint Committee For Powder diffraction Standard*) untuk mengidentifikasi senyawa yang terdapat dalam sampel. Hasil analisis XRD dapat dilihat pada gambar 4.

Tabel 3. Interpretasi Difraktogram Zeolit Sintesis

| No | 2-theta(deg) | d(ang.) | Height (cps) | FWHM (deg) | Int. I(cps deg) | Int. W(deg) | Asym. factor |
|----|--------------|------------|--------------|------------|-----------------|-------------|--------------|
| 1 | 12.55(5) | 7.05(3) | 92(28) | 1.0(2) | 193(23) | 2.1(9) | 5(6) |
| 2 | 14.03(3) | 6.309(14) | 544(67) | 0.44(3) | 361(19) | 0.66(12) | 1.5(5) |
| 3 | 21.74(2) | 4.085(4) | 219(43) | 0.44(12) | 184(18) | 0.8(2) | 5(5) |
| 4 | 24.326(6) | 3.6560(9) | 1121(97) | 0.38(2) | 707(19) | 0.63(7) | 0.58(11) |
| 5 | 28.22(6) | 3.160(6) | 287(49) | 0.82(9) | 340(27) | 1.2(3) | 3.8(18) |
| 6 | 31.69(4) | 2.821(4) | 361(55) | 0.36(6) | 193(19) | 0.54(14) | 1.0(6) |
| 7 | 33.23(2) | 2.6939(16) | 280(48) | 0.58(8) | 284(45) | 1.0(3) | 1.9(12) |
| 8 | 34.81(2) | 2.5755(17) | 649(74) | 0.43(5) | 560(39) | 0.86(16) | 2.7(9) |
| 9 | 37.67(8) | 2.386(5) | 224(43) | 1.67(19) | 746(66) | 3.3(9) | 2.7(9) |
| 10 | 42.91(5) | 2.106(2) | 396(57) | 0.50(6) | 315(38) | 0.8(2) | 1.3(6) |
| 11 | 46.20(7) | 1.963(3) | 161(37) | 1.7(2) | 556(61) | 3.5(12) | 2.5(5) |
| 12 | 52.13(11) | 1.753(3) | 162(37) | 0.37(9) | 85(11) | 0.53(19) | 0.8(11) |
| 13 | 58.43(8) | 1.578(2) | 187(40) | 0.60(14) | 201(24) | 1.1(4) | 2.1(18) |
| 14 | 60.58(19) | 1.527(4) | 90(27) | 1.4(2) | 138(30) | 1.5(8) | 1.1(7) |
| 15 | 62.35(10) | 1.488(2) | 114(31) | 0.83(16) | 127(24) | 1.1(5) | 1.5(10) |
| 16 | 64.24(3) | 1.4488(7) | 103(29) | 0.35(10) | 51(16) | 0.5(3) | 3(5) |
| 17 | 67.01(12) | 1.395(2) | 178(39) | 1.86(10) | 356(28) | 2.0(6) | 0.8(2) |
| 18 | 69.59(9) | 1.3498(16) | 85(27) | 0.54(10) | 49(22) | 0.6(4) | 1.1(7) |
| 19 | 78.47(6) | 1.2179(8) | 75(25) | 0.9(3) | 134(13) | 1.8(8) | 0.9(10) |



Gambar 4. Diffractogram XRD zeolit Y hasil sintesis

Pola difraktogram zeolit sintesis hasil uji XRD yang ditunjukkan **Gambar 4** menunjukkan bahwa zeolit sintesis berfase kristalin. Puncak dengan intensitas tertinggi terdapat pada $2\theta = 12.55(5); 14.03(3); 21.74(2); 24.326(6); 28.22(6); 31.69(4); 33.23(2); 34.81(2); 37.67(8); 42.91(5); 46.20(7); 52.13(11); 58.43(8); 60.58(19); 62.35(10); 64.24(3); 67.01(12); 69.59(9); 78.47(6)$. Hasil pengukuran menunjukkan puncak-puncak yang mengindikasikan zeolit Y. Nilai 2θ tersebut mirip dengan zeolit Y yang dilaporkan oleh Treacy & Higgins (2007), yaitu dengan nilai $2\theta = 14,61^\circ; 19,01^\circ; 20,71^\circ; 24,06^\circ; 27,52^\circ; 31,95^\circ; 34,69^\circ; 38,38^\circ$; dan $43,51^\circ$. Nilai 2θ ($^\circ$) zeolit hasil sintesis Deviani dkk (2018) mirip dengan zeolit Y Treacy & Higgins (2007). demikian, sintesis zeolit dengan metode hidrotermal didapatkan hasil karakteristik dengan XRD pada Tabel 1.

Tabel 4. Interpretasi Difraktogram Zeolit Sintesis mirip dengan zeolit Y oleh Treacy & Higgins

| No. | 2θ (°) | | Fasa Mineral | Int. I (cps deg) |
|-----|-----------------------------|---------|--------------|------------------|
| | Hasil Analisis | Standar | | |
| 1 | 12.55 (5) (zeolit sintesis) | 12.50 | Faujasite | 193(23) |

| | | | | |
|----|------------------------------|-------|------------|---------|
| 2 | 14.03 (3) (zeolit sintesis) | 14,61 | Faujasite | 361(19) |
| 3 | 21.74 (2)(zeolit sintesis) | 20,71 | Faujasite | 184(18) |
| 4 | 24.326 (6) (zeolit sintesis) | 24,06 | Faujasite | 707(19) |
| 5 | 28.22 (6) (zeolit sintesis) | 27,52 | Faujasite | 340(27) |
| 6 | 31.69 (6) (zeolit sintesis) | 31,95 | Faujasite | 193(19) |
| 7 | 33.23 (2) (zeolit sintesis) | 33.20 | Faujasite | 284(45) |
| 8 | 34.81 (2) (zeolit sintesis) | 34,69 | Faujasite | 560(39) |
| 9 | 37.67 (8) (zeolit sintesis) | 38,8 | Faujasite | 746(66) |
| 10 | 42.91 (5) (zeolit sintesis) | 43,51 | Concrinite | 315(38) |
| 11 | 46.20 (7) (zeolit sintesis) | 46.17 | Faujasite | 556(61) |
| 12 | 52.13 (11) (zeolit sintesis) | 52.10 | Faujasite | 85(11) |
| 13 | 58.43 (8) (zeolit sintesis) | 58.40 | Faujasite | 201(24) |
| 14 | 60.58 (19) (zeolit sintesis) | 60.50 | Faujasite | 138(30) |
| 15 | 62.35 (10) (zeolit sintesis) | 62.32 | Faujasite | 127(24) |
| 16 | 64.24 (3) (zeolit sintesis) | 64.20 | Faujasite | 51(16) |
| 17 | 67.01 (12) (zeolit sintesis) | 67.01 | Faujasite | 356(28) |
| 18 | 69.59 (9) (zeolit sintesis) | 69.50 | Faujasite | 49(22) |
| 19 | 78.47 (6) (zeolit sintesis) | 78.40 | Faujasite | 134(13) |

Sumber: (Treacy & Higgins, 2007), (Deviani & Mahatmanti, 2018)

4. Kesimpulan

Pada percobaan yang dilakukan telah didapatkan kristal berwarna putih sebanyak 1,961 gram dengan rendemen sebesar 19,80% yang dimungkinkan sebagai zeolit Y kemudian di karakterisasi dengan instrumentasi seperti XRD, berdasarkan hasil karakterisasi muncul puncak theta yang mendekati dengan studi literatur yang digunakan maka pada percobaan praktikum ini sampel yang didapatkan merupakan zeolit Y dan menurut studi literatur analisis lanjutan seperti SEM, dan FT-IR dapat digunakan untuk mengetahui morfologi dan gugus fungsi yang terdapat di zeolit Y.

Ucapan Terimakasih

Semua penulis menyampaikan terima kasih kepada (1) Husni Wahyu Wijaya, Ph.D dan Meyga Evi Ferama Sari, M.Si. selaku dosen pengampu perkuliahan Praktikum Sintesis Anorganik (Genap 2023/2024) dan (2) Dr. Yessi Permana dan Siti Hartinah Qurbayni (Yessi Lab, Kimia, ITB) yang memfasilitasi karakterisasi sampel hasil sintesis.

Daftar Pustaka

- Deviani, S. S., & Mahatmanti, F. W. (2018). *Sintesis dan Karakterisasi Zeolit dari Abu Sekam Padi Menggunakan Metode Hidrotermal*.
- Dur, S. (2017). Zeolite Processing As Heavy Material. *ZERO: Jurnal Sains, Matematika Dan Terapan*, 1(1), 33–45. <https://doi.org/10.30829/zero.v1i1.1457>
- Ferdov, S., Marques, J., Tavares, C. J., Lin, Z., Mori, S., & Tsunoji, N. (2022). UV-light assisted synthesis of high silica faujasite-type zeolite. *Microporous and Mesoporous Materials*, 336, 111858. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2022.111858>
- Ji, D., Liu, H., Wang, X., Liu, H., Gao, X., Xu, C., & Wei, S. (2017). Mesostructured Y zeolite from NaY with low Si/Al by one-step method based on bifunctional surfactant. *Materials Chemistry and Physics*, 196, 284–287.
- Jumaeri, J., Sutarno, S., Kunarti, E. S., & Santosa, S. J. (2009). The Effect of Naoh Concentration and Temperature on Zeolite Synthetis From Fly Ash by Hydrothermal Alkali. *Jurnal Zeolit Indonesia*, 8(1), 22–32.
- Manadee, S. (2013). *Characterization Of Zeolite NaX Loaded With Na And K As Catalysts For Transesterification Of Jatropa Seed Oil*. Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima Province, Thailand.
- Nur, H. (2001). *Direct Synthesis of NaA Zeolite from Rice Husk and Carbonaceous Rice Husk Ash*.
- Sholichah, F., Arnelli, & Suseno, A. (2013). Pengaruh Waktu Hidrotermal pada Sintesis Zeolit dari Abu Sekam Padi serta Aplikasinya sebagai Builder Deterjen. *Chem Info*, 1, 121–129.
- Shoppert, A. A., Loginova, I. V., Chaikin, L. I., & Rogozhnikov, D. A. (2017). Alkali Fusion-Leaching Method For Comprehensive Processing Of Fly Ash. *KnE Materials Science*, 2(2), 89. <https://doi.org/10.18502/kms.v2i2.952>
- Silalahi, I., Sianipar, A., & Sayekti, E. (2011). Modifikasi Zeolit Alam menjadi Material Katalis Perengkah. *Jurnal Mulawarman*.
- Sugano, Y., Sahara, R., Murakami, T., Narushima, T., Iguchi, Y., & Ouchi, C. (2005). Hydrothermal Synthesis of Zeolite A Using Blast Furnace Slag. *ISIJ International*, 45(6), 937–945. <https://doi.org/10.2355/isijinternational.45.937>
- Tsani, M. K., Janah, Q. I., Fitri, Z., Arifin, A. A., Agustina, A., & Rahayu, B. B. (n.d.). *Sintesis Zeolit Berbasis Silika dari Limbah Biomassa Sabut Kelapa (Cocos nucifera L.)*.
- Tsujiguchi, M., Kobashi, T., Oki, M., Utsumi, Y., Kakimori, N., & Nakahira, A. (2014). Synthesis and

characterization of zeolite A from crushed particles of aluminoborosilicate glass used in LCD panels. *Journal of Asian Ceramic Societies*, 2(1), 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.jascer.2013.12.005>

Wajima, T., Yoshizuka, K., Hirai, T., & Ikegami, Y. (2008). Synthesis of Zeolite X from Waste Sandstone Cake Using Alkali Fusion Method. *Materials Transactions*, 49(3), 612–618. <https://doi.org/10.2320/matertrans.MRA2007250>

Wardhani, G. A. P. K., Taufiq, A., & Syaifie, P. H. (2019). Sintesis dan Karakterisasi Zeolit Berbahan Dasar Abu Sekam Padi Karawang. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 13(2), 89. <https://doi.org/10.20527/jstk.v13i2.6261>

Xu, R., Pang, W., Yu, J., Huo, Q., & Chen, J. (2007). *Chemistry of Zeolites and Related Porous Materials: Synthesis and Structure*. Singapore: John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd.