

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZEOLIT Y DARI ABU  
AMPAS TEBU VARIASI RASIO MOLAR  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  DENGAN  
METODE SOL GEL HIDROTERMAL**

**SKRIPSI**

oleh:  
**ALIFATUZ ZAHRO'**  
**NIM. 10630080**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2014**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZEOLIT Y DARI ABU AMPAS TEBU  
VARIASI RASIO MOLAR  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  DENGAN METODE SOL GEL  
HIDROTHERMAL**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ALIFATUZ ZAHRO'  
NIM. 10630080**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji :  
Tanggal : 11 September 2014

Pembimbing I

Pembimbing II

Suci Amalia, M.Sc  
NIP. 19821104 200901 2 007

Tri Kustono Adi, M.Sc  
NIP. 19710311 200312 1 002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Kimia  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang

Elok Kamilah Hayati, M.Si  
NIP. 19790620 200604 2 002

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZEOLIT Y DARI ABU AMPAS TEBU  
VARIASI RASIO MOLAR  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  DENGAN METODE SOL GEL  
HIDROTHERMAL**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ALIFATUZ ZAHRO'  
NIM. 10630080**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal : 11 September 2014

Penguji Utama : Eny Yulianti, M.Si (.....)  
NIP. 19760611 200501 2 006  
Ketua Penguji : Ahmad Hanapi, M.Sc (.....)  
NIPT. 20140201 1 422  
Sekretaris Penguji : Suci Amalia, M.Sc (.....)  
NIP. 19821104 200901 2 007  
Anggota Penguji : Tri Kustono Adi, M.Sc (.....)  
NIP. 19710311 200312 1 002

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Kimia  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang

Elok Kamilah Hayati, M.Si  
NIP. 19790620 200604 2 002



### Halaman Persembahan

Karya kecil ini kupersembahkan :

Kepada ibu dan ayah permata hati dan imanku atas segala do'a dan jerih payahnya. Senyum kasihnya adalah kekuatan, keyakinan sepanjang hidupku. juga abah (kakek) atas do'a dan kesabarannya yang menjadi panutanku sepanjang masa. Menjadi manusia yang tatag dalam segala hal apapun dan bagaimanapun.

Kepada Romo Kyai Sholeh Bahruddin, Murobbi ruhina fiddunya hattal akhiroh, amiin.

Kepada Abah Husaini Al Hafidz sang panutan dan penuntun jiwa dan raga untuk senantiasa berdzikir kalam suci Allah sepanjang waktu, semoga istiqomah ila yaumul qiyamah.

Kepada bapak dan ibu guru dari awal saya mengenal huruf hingga bisa membaca, dan mengenal dunia ini, terima kasih tak terhingga, Allah yang akan mengganti segala tulus kasih engkau bapak ibu guru dengan pahala yang berlipat-lipat dalam bentuk apapun itu, semoga selalu dalam lindungan allah. Doa, nasehat dan bimbingan yang selalu kami harapkan, semoga selalu ada dimanapun dan kapanpun, fid dunia hattal akhiroh.

Kepada sahabat-sahabat seperjuangan kimia 2010, atas segala semangat dan motivasinya.

Kepada sahabat Anorganik khususnya Ifa, dan soifi, perjuangan, semangat dan kebersamaan dalam lika liku penelitian. Tak kan terlupakan, terima kasih semuanya.

Kepada keluarga besar HTQ UIN Maliki Malang, terima kasih tak terhingga.

Kepada sahabat-sahabat musyrifah di ma'had sunan ampel al 'aly (MSAA), Bersama kalian aku belajar kehidupan. Banyak pengalaman menakjubkan di MSAA. Terima kasih semuanya.

MSAA is Everything

Dan kepada semua pihak yang tidak bisa aku sebutkan satu persatu, terima kasih atas segala dedikasinya menjadi sahabat, teman, guru, kakak, dan adikku di dunia ini, semoga kalian selalu dalam lindungan allah,

semoga tali silaturrahim tetap terjalin. Amiiin--

*Love you all  
16 September 2014  
Alifatuz zahro'*

## MOTTO

“الإستقامة خير من ألف كرامة”

--Keistiqomahan itu lebih baik dari  
1000 karomah --

“من جد وجد”



## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alifatuz Zahro'

NIM : 10630080

Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi/Kimia

Judul Penelitian : Sintesis dan Karakterisasi Zeolit Y dari Abu Ampas Tebu  
Variasi Rasio Molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan Metode Sol Gel  
Hidrotermal

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali yang tertulis dalam naskah ini dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 17 September 2014

Yang Membuat Pernyataan,

Materai

Rp 6.000.-

Alifatuz Zahro'  
NIM. 10630080

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirobbil ‘alamin. Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya atas terselesaikannya skripsi ini dengan judul : “ **Sintesis dan Karakterisasi Zeolit Y dari Abu Ampas Tebu Variasi Rasio Molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan Metode Sol Gel Hidrotermal** “. Skripsi ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan program S-1 (Strata-1) di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Seiring terselesaikannya penyusunan skripsi ini, dengan penuh kesungguhan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah dan ibu tercinta, penuh kasih dan cinta sepanjang masa dengan haturan do’a, nasihat, dan semangat tiada batas.
2. Ibu Suci Amalia, M.Sc, selaku pembimbing utama
3. Ibu Nur Aini, M.Si, selaku Konsultan
4. Bapak Tri Kustono Adi, M.Sc, selaku Pembimbng Agama
5. Ibu Eny Yulianti, M.Si, selaku Penguji Utama
6. Bapak Ahmad Hanapi, M.Si selaku Ketua Penguji

yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini tdak luput dari bantuan semua pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis menghaturkan terima kasih sedalam-dalamnya dengan ketulusan hati kepada :

1. Prof. Dr. H. Mudjia Raharjo, M.Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Maliki Malang.
3. Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia. UIN Maliki Malang yang telah memberikan arahan dan nasehat kepada penulis.
4. Rachmawati Ningsih, M.Si, selaku Dosen Wali yang telah memberikan ilmu, motivasi dan nasehatnya kepada penulis selama kuliah di UIN Maliki Malang.
5. Seluruh Dosen Pengajar khususnya di Jurusan Kimia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama kuliah di UIN Maliki Malang.
6. Seluruh Staf Laboratorium (Mas Abi, Mas Taufiq, Mbak Rika, Mbak Susi, Mbak Is dan Mbak Mei) dan staf administrasi (Mbak Ana) Jurusan Kimia UIN Maliki Malang. Terima Kasih atas bantuannya.
7. Sahabat-sahabat kimia anorganik yang selalu kompak dan semangat.
8. Sahabat-sahabat kimia angkatan 2010 semuanya, yang telah berbagi kebersamaannya bersama penulis selama kuliah di UIN Maliki Malang.
9. Rekan-rekan seperjuangan di laboratorium, semoga hasil penelitian kita bermanfaat baik pribadi maupun masyarakat.
10. Semua rekan-rekan dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.



Penulis menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 16 September 2014

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>ABSTRAK</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Masalah.....	7
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II : TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Komposisi Ampas Tebu .....	8
2.2 Zeolit Y .....	13
2.3 Sintesis Zeolit Y .....	16
2.4 Rasio SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> pada Sintesis Zeolit Y .....	20
2.5 Karakterisasi Zeolit Y .....	22
2.5.1 Analisis Kristalinitas dan Kemurnian Zeolit Y menggunakan X- <i>Ray Diffraction</i> (XRD) .....	22
2.5.2 Analisis Gugus Fungsi Zeolit Y menggunakan FTIR.....	25
2.5.3 Analisis Luas Permukaan Zeolit Y dengan Metode <i>Methylen</i> <i>blue</i> dan Diuji dengan Spektrofotometri UV Vis .....	28

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	31
3.2 Alat dan Bahan .....	31
3.2.1 Alat .....	31
3.2.2 Bahan .....	31
3.3 Tahapan Penelitian .....	32
3.4 Prosedur Penelitian .....	32
3.4.1 Sintesis Zeolit Y .....	32
3.4.2 Karakterisasi .....	33
3.4.2.1 Analisis Kristalisasi dan Kemurnian Zeolit Y menggunakan XRD .....	33
3.4.2.2 Analisis Gugus Fungsi Zeolit Y menggunakan FTIR ...	34
3.4.2.3 Analisis Luas Permukaan Zeolit Y dengan Metode <i>Methylen blue</i> dan Diuji menggunakan Spektrofotometri UV-Vis .....	34
3.4.3 Analisis Data .....	35

**BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Sintesis Zeolit Y .....	36
4.2 Karakterisasi Zeolit Y .....	41
4.2.1 Analisis Kristalisasi dan Kemurnian Zeolit Y menggunakan XRD ..	41
4.2.2 Analisis Gugus Fungsi Zeolit Y Menggunakan FTIR ( <i>Fourier Transform Infra Red Spectroscopy</i> ) .....	43
4.2.3 Analisis Luas Permukaan dengan Adsorpsi <i>Methylene Blue</i> Kemudian Dianalisis Menggunakan UV-Vis .....	46
4.2.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Methylene Blue</i> (MB) .....	46
4.2.3.2 Penentuan Waktu Kestabilan Larutan <i>Methylene blue</i> .....	48
4.2.3.3 Pembuatan Kurva Baku .....	49
4.2.3.4 Penentuan Luas Permukaan .....	50
4.3 Sintesis Zeolit Y dari Abu Ampas Tebu Perspektif Islam .....	51

<b>BAB V : PENUTUP</b> .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	60
<b>LAMPIRAN</b> .....	67



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Senyawa kimia dalam abu ampas tebu .....	9
Tabel 2.2 Jumlah kandungan SiO <sub>2</sub> (%) berbagai variasi suhu dan lama pembakaran.....	10
Tabel 2.3 Unsur-unsur kimia yang terkandung dalam abu ampas tebu pada suhu pembakaran 700 °C .....	10
Tabel 2.4 SBU ( <i>Secondary Building Units</i> ) zeolit.....	14
Tabel 3.1 Perhitungan komposisi molar sintesis zeolit Y dari abu ampas tebu dengan variasi rasio molar SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (2 : 2,5 : 3).....	33
Tabel 3.2 Komposisi bahan sintesis zeolit Y dari abu ampas tebu dengan variasi rasio molar SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (2 : 2,5 : 3).....	33
Tabel 4.1 Data hasil XRF abu ampas tebu.....	37
Tabel 4.2 Hasil perbandingan zeolit Y dengan data JCPDS <i>Power Diffraction File</i> .....	42
Tabel 4.3 Interpretasi spektra IR zeolit Y hasil sintesis rasio 2, 2,5 dan 3 .....	45
Tabel 4.4 Luas permukaan zeolit Y dalam satuan waktu .....	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola difraksi XRD abu ampas tebu hasil pengabuan pada suhu 500 s/d 800 °C.....	11
Gambar 2.2 Pembentukan SBU zeolit Y.....	15
Gambar 2.3 Struktur dasar zeolit Y dan <i>supercage</i> zeolit Y.....	15
Gambar 2.4 Proses pembentukan zeolit Y .....	16
Gambar 2.5 Skema dari berkas sinar-X yang memantulkan dari sinar kristal dengan mengikuti hukum Bragg .....	23
Gambar 2.6 Pola difraktogram sampel zeolit Y.....	24
Gambar 2.7 Spektra IR zeolit Y tanpa penambahan bibit.....	28
Gambar 4.1 Hasil XRD abu ampas tebu .....	38
Gambar 4.2 Difraktogram zeolit Y rasio SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2, 2,5 dan 3 hasil perbandingan dengan zeolit Y standar .....	41
Gambar 4.3 Struktur kerangka aluminosilikat zeolit .....	43
Gambar 4.4 Spektra infra merah zeolit Y rasio molar SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	44
Gambar 4.5 Struktur <i>methylene blue</i> .....	47
Gambar 4.6 Kurva hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang dari <i>methylene blue</i> .....	47
Gambar 4.7 Grafik hasil pengukuran waktu kestabilan <i>methylene blue</i> .....	48
Gambar 4.8 Kurva baku <i>methylene blue</i> konsentrasi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 ppm.....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja .....	67
Lampiran 2. Perhitungan Komposisi.....	71
Lampiran 3. Preparasi Reagen .....	74
Lampiran 4. Data dan Perhitungan.....	76
Lampiran 5. Data Mentah Karakterisasi .....	81
Lampiran 6. Standar JCPDS <i>Power Diffraction File</i> .....	96



## ABSTRAK

Zahro<sup>3</sup>, Alifatuz. 2014. **Sintesis dan Karakterisasi Zeolit Y dari Abu Ampas Tebu Variasi Rasio Molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan Metode Sol Gel Hidrotermal**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I : Suci Amalia, M.Sc, Pembimbing II : Tri Kustono Adi, M.Sc, Konsultan : Nur Aini, M.Si

**Kata Kunci** : Abu ampas tebu, zeolit Y, metode sol gel hidotermal

Abu ampas tebu mengandung kadar silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang tinggi. Silika yang tinggi dapat digunakan sebagai komponen utama sintesis zeolit selain alumina, salah satunya adalah zeolit Y. Zeolit Y merupakan zeolit sintetis jenis faujasit yang kaya akan silika dengan rentang rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  1,5-3 dengan bentuk struktur SBU D6R. Zeolit Y dalam skala laboratorium maupun industri banyak dimanfaatkan sebagai padatan pendukung katalis untuk reaksi hidorengkah fraksi berat minyak bumi, bahan adsorben, maupun *ion exchange* (pertukaran ion). Oleh karena itu, sintesis zeolit Y perlu untuk disintesis.

Tahap sintesis metode sol gel meliputi tahap pencampuran bahan sesuai rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2, 2,5 dan 3 dengan komposisi molar  $15\text{SiO}_2 : 1,0\text{Al}_2\text{O}_3 : 10\text{Na}_2\text{O} : 300\text{H}_2\text{O}$ , distirer selama 30 menit dan dieramkan selama 30 menit, dilanjutkan dengan hidrotermal pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 24 jam dan tahap yang terakhir adalah pengeringan zeolit Y pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 12 jam. Hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan XRF, XRD, FTIR, dan uji luas permukaan dengan metode adsorpsi *methylene blue*.

Analisis XRF menunjukkan bahwa silika abu ampas tebu sebesar 44,6 %. Analisis XRD menunjukkan hasil sintesis menghasilkan campuran zeolit Y dan P, kristalinitas zeolit Y rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  3 > rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2,5 > rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2. Analisis pendukung dengan FTIR menunjukkan puncak-puncak yang muncul pada ketiga rasio zeolit Y merupakan gugus fungsi terbentuknya kerangka zeolit Y. Luas permukaan zeolit Y dengan adsorpsi *methylene blue* rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2, 2,5 dan 3 berturut-turut adalah sebagai berikut  $15,0914 \text{ m}^2/\text{gram}$ ,  $15,0805 \text{ m}^2/\text{gram}$ , dan  $15,1747 \text{ m}^2/\text{gram}$ .



## ABSTRACT

Zahro<sup>3</sup>, A. 2014. **Sol Gel Hydrothermal Synthesis and Characterization of Zeolite Y from Bagasse Ash With Variation of SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Molar Ratio**. Thesis. Chemistry Programme Faculty of Science and Technology The State of Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. 1<sup>st</sup> Supervisor : Suci Amalia, M.Sc.; 2<sup>nd</sup> Supervisor : Tri Kustono Adi, M.Sc.; Consultant : Nur Aini, M.Si.

**Key words** : Bagasse ash, zeolite Y, sol gel hydrothermal

Bagasse ash contains high level of silica (SiO<sub>2</sub>). Silica is one of two principal raw materials to manufacture zeolite, such as zeolite Y. Zeolite Y is *synthetic faujasite-type zeolite* which has high level of silica with SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molar ratio 1,5-3 and its structure is built by secondary building unit D6R. In laboratory and industry, zeolite Y is used as catalyst support for *hydrocracking of heavy petroleum fractions reaction, adsorbent, and ion exchange agent, therefore, synthesis of zeolite Y is needed*.

Variation of SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molar ratio are 2 ; 2,5 and 3. Materials were mixed with composition 15SiO<sub>2</sub> : 1,0Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 10Na<sub>2</sub>O : 300H<sub>2</sub>O and stirred for 30 minutes. After that, the mixture was allowed to stand for 30 minutes and then it was given hydrothermal treatment at 100 °C for 24 hours. The hydrothermal result was dried at 100 °C for 12 hours. Synthesized materials are characterized by XRF, XRD and FTIR. The surface area analysis was conducted with methylene blue adsorption.

The result of XRF showed that the percentage of silica content in bagasse ash was 44,6 %. XRD exhibited two kinds of zeolite, zeolite Y and P, were formed. The result of FTIR confirmed about the formation of zeolites by peaks that appeared were the characteristic functional group of zeolite Y framework. The crystallinity of zeolite Y with SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molar ratio 3 > 2,5 > 2. The surface area of zeolite Y with SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molar ratio 2, 2,5 and 3 were 15.0914 m<sup>2</sup>/gram, 15.0805 m<sup>2</sup>/gram, and 15.1747 m<sup>2</sup>/gram.

## مستخلص البحث

الزهرء، ألفة. ٢٠١٤. تركيب و توصيف الزيوليت Y من رماد تفل قصب السكر متنوعة مولار من  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  لطريقة سول جل الحرارية المائية. البحث الجامعي. قسم الكيمياء في كلية العلوم و التكنولوجيا بجامعة مولانا مالك ابراهيم الاسلامية الحكومية مالانج . المشرفة الأولى : سوحي أماليا الماجستير، والمشرف الثاني : تري كوستونو أدي الماجستير، المستشار : نورعيني الماجستير.

كلمات الاساسية : رماد تفل قصب السكر، الزيوليت Y، الطريقة سول جل الحرارية المائية.

رماد تفل قصب السكر يحتوي على مستويا عالية من السليكا ( $SiO_2$ ). السليكا العالية تمكن استخدامها باعتبارها العنصر الرئيسي بالإضافة التركيب الزيوليت بغير الألومينا، واحد منه هو الزيوليت Y. الزيوليت Y هو نوعا من الزيوليت الاصطناعية faujasite غنية بالسليكا مع مجموعة من نسبة ضرس  $SiO_2/Al_2O_3$  عشكل D6R بميكمل SBU D6R. وتستخدم الزيوليت Y دعم المحفز القوي في المختبر أو الصناعة لتفاعل التكسير الهيدروجيني منكسور النفط الثقيل، المواد المازة، أوالتبادل الأيوني. ولذلك، تركيب الزيوليت Y يحتاج إلى أن يتم توليفها.

تشمل مرحلة التوليف طريقة سول جل بمرحلة اختلاط المكونات توفقا بنسبة المولي المناسب  $SiO_2/Al_2O_3$  و ٢ و ٥،٢ و ٣ مع تكوين الضرس  $15SiO_2 : 1,0Al_2O_3 : 10Na_2O : 300H_2O$ ، يختلط لمدة ٣٠ دقيقة ويسكت لمدة ٣٠ دقيقة عند درجة الحرارة  $27^\circ C$  (درجة الحرارة في الحجرة)، وتليها الحرارية المائية درجة الحرارة  $100^\circ C$  لمدة ٢٤ ساعة والمرحلة الأخيرة هي تحفيف الزيوليت Y عند درجة الحرارة  $100^\circ C$  لمدة ١٢ ساعة. تتميز نتيجة التوليف باستخدام XRF و XRD و FTIR، واختبار المساحة مع طريقة الامتزاز الميثيلين الأزرق.

ويدل تحليل XRF أن السليكا رماد تفل قصب السكر بواسطة ٦،٤٤٪. ويدل تحليل XRD نتيجة التوليف ينتاج مزيجا من الزيوليت Y و P، التبلور من الزيوليت Y نسبة ٣ < نسبة ٢،٥ < نسبة ٢. ويدل تحليل مع FTIR القمم التي تظهر في نسبة الثالث الزيوليت Y هو تشكل المجموعات الوظيفية إطار الزيوليت. أظهر تمساحة الزيوليت Y بواسطة الامتزاز من الميثيلين الأزرق النتائج في نسبة ٢،٥ و ٣ وهي  $15,0914$  جرام/ $m^2$  و  $15,0805$  جرام/ $m^2$  و  $15,1747$  جرام/ $m^2$ .

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Allah SWT berfirman dalam Surat ali Imron ayat 191 :

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ  
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya :

(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka (Qs. ali Imron (3) : 191).

Surat ali Imron ayat 191 dijelaskan dalam tafsir Al-Aisar (Al jazairi, 2007). "Dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi..." yakni mereka memikirkan keberadaan langit dan bumi, pembentuknya, tentang keindahan dan kebesaran penciptaannya serta segala makhluk yang ditempatkan oleh Allah didalamnya, maka perenungan tersebut mendorong mereka untuk berkata, "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia..." maksudnya, sia-sia tanpa adanya hikmah yang bisa dijadikan pelajaran dan tanpa ada tujuan, tetapi Engkau menciptakan ini semua dengan kebenaran, mustahil Engkau berbuat main-main. Maha suci Engkau dari perbuatan main-main dan tak berguna. Dengan demikian, manusia diperintah untuk berpikir (bertafakur) akan ciptaan Allah SWT yang sungguh luar biasa. Allah SWT menciptakan langit dan bumi seisinya secara adil dan teratur, yang wajib direnungi dan disyukuri. Ada

kelebihan pasti ada kekurangan, begitu pula sebaliknya, hal itu saling berkesinambungan sehingga kehidupan di bumi ini berjalan secara dinamis. Seperti halnya ampas tebu, ampas tebu banyak dikenal hanya sebagai limbah yang merugikan lingkungan, yang kemudian dikaji dan diteliti bisa menghasilkan produk yang bernilai tinggi.

Ampas tebu merupakan limbah padat produk stasiun gilingan pabrik gula, diproduksi dalam jumlah 32 % tebu, atau sekitar 10,5 juta ton per tahun atau per musim giling se Indonesia. Ampas tebu juga dapat dikatakan sebagai produk pendamping, karena ampas tebu sebagian besar dipakai langsung oleh pabrik gula sebagai bahan bakar ketel untuk memproduksi energi keperluan proses, yaitu sekitar 10,2 juta ton per tahun (97,4 % produksi ampas). Sisanya (sekitar 0,3 juta ton per tahun) terhampar di lahan pabrik sehingga dapat menyebabkan polusi udara, pandangan dan bau yang tidak sedap di sekitar pabrik gula (Oktavia, 2011).

Limbah ampas tebu diperlukan pemanfaatan yang tepat agar dapat dihasilkan suatu produk yang bernilai jual tinggi, sehingga keberadaannya di lingkungan tidak sia-sia, dan dapat mengurangi pencemaran limbah padat terhadap lingkungan.

Pemanfaatan ampas tebu di beberapa wilayah Indonesia digunakan sebagai sumber energi bahan bakar, sebagai pakan ternak, sebagai tambahan bahan baku pembuatan semen (Purba, 2013). Sedangkan pada abu ampas tebu yaitu abu sisa pembakaran ampas tebu yang digunakan sebagai bahan bakar ketel dapat dimanfaatkan sebagai bahan pozolan (Wibowo dkk, 2006), sebagai bahan

pembuatan mortar (Sihotang, 2010), dan sebagai bahan baku pembuatan keramik (Hanafi dan Nandang, 2011). Pemanfaatan abu ampas tebu tersebut berdasarkan kandungan silika dalam abu ampas tebu yang tinggi.

Kandungan silika yang tinggi pada abu ampas tebu menjadi alasan utama pemanfaatannya menggantikan sumber silika lain yang lebih mahal seperti bibit silikalit murni, asam silikat, dan silika sol. Selain itu, silika abu ampas tebu mudah didapat dan tidak membahayakan karena tidak beracun. Kandungan abu ampas tebu dari hasil analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*) diketahui bahwa dalam abu ampas tebu mengandung  $\text{SiO}_2$  sebesar 73,5 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  7,6 %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2,7 %,  $\text{CaO}$  3,0 %,  $\text{MgO}$  2,6 %,  $\text{K}_2\text{O}$  7,1 %, dan  $\text{P}_2\text{O}_3$  1,7 % (Paturau, 1982). Sedangkan menurut Widati dkk (2010) hasil dari *X-Ray Fluorescence* (XRF) kandungan  $\text{SiO}_2$  adalah 88,7 %. Kandungan silika yang melimpah ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan sintesis zeolit.

Kandungan silika abu ampas tebu sebagai sumber silika dalam sintesis zeolit dipengaruhi oleh morfologi silika abu ampas tebu untuk mendapatkan fasa bentuk kristal zeolit yang diinginkan. Silika abu ampas tebu yang digunakan dalam sintesis merupakan silika amorf. Silika amorf terbentuk dengan dikalsinasi pada suhu 300 °C selama 30 menit diikuti 600 °C selama 60 menit dan dimurnikan dengan pencucian HCl 30 % (Widati, 2010). Penelitian Hanafi dan Nandang (2011) menghasilkan bahwa silika amorf terbentuk pada suhu pengabuan 500-600 °C, sedangkan pada suhu pengabuan 700-800 °C terbentuk fasa kristalin.

Zeolit sintesis dikembangkan untuk mengatasi kelemahan dari zeolit alam, antara lain dengan mengatur pori-porinya sehingga lebih spesifik pemanfaatannya.

Zeolit sintesis memiliki sifat yang lebih baik dibanding dengan zeolit alam, karena zeolit alam tidak terpisah dalam lingkungan asam seperti halnya zeolit sintesis (Saputra, 2006). Selain itu, zeolit alam memiliki beberapa keterbatasan antara lain ketidakmurniannya yang tinggi, serta ukuran pori-pori tidak seragam (Breck, 1974).

Salah satu zeolit sintesis yang banyak dikembangkan adalah zeolit Y. Pemanfaatan zeolit Y menurut Saputra (2006) yang lebih spesifik banyak digunakan sebagai removal, pemisah fruktosa-glukosa, pemisah  $N_2$  di udara, bahan pendingin kering. Zeolit Y mempunyai stabilitas dan selektifitas adsorpsi yang tinggi terhadap air dan molekul-molekul polar. Zeolit Y merupakan jenis faujasit. Rumus umum faujasit adalah  $Na_j[(AlO_2)_j(SiO_2)_{192-j}].zH_2O$  (Gates 1991: 265). Zeolit faujasit dibagi menjadi 2 yaitu zeolit faujasit kaya silikon (zeolit Y) dan zeolit faujasit yang kaya aluminium (zeolit X) (Kasmui dkk, 2008).

Zeolit Y telah berhasil disintesis oleh Sang dkk (2005) dengan komposisi molar  $10Na_2O : 1,0Al_2O_3 : 15SiO_2 : 300H_2O$ . Berdasarkan komposisi rasio sintesis zeolit Y, terdapat perbedaan rasio molar  $SiO_2$  dan  $Al_2O_3$ . Perbedaan rasio molar tersebut berpengaruh terhadap kristalinitas sintesis zeolit Y yang dihasilkan. Rasio  $SiO_2/Al_2O_3$  akan berpengaruh pada ukuran kristal zeolit, kristalinitas zeolit, luas permukaan zeolit dan keasaman dari zeolit. Pada penelitian Kasmui dkk (2008) menyatakan bahwa rasio  $SiO_2/Al_2O_3$  dapat mempengaruhi perubahan pori struktur zeolit Y. Semakin kecil rasio  $SiO_2/Al_2O_3$  maka ukuran pori struktur zeolit Y semakin besar, sedangkan semakin tinggi rasio  $SiO_2/Al_2O_3$  maka ukuran pori struktur zeolit Y semakin kecil. Jacobs dan Marten (1987) menyatakan bahwa

tingginya rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  dapat meningkatkan kristalinitas dan kekuatan asam pada zeolit sintesis. Adanya variasi rasio molar ini berpengaruh pada ukuran partikel zeolit (Armaroli dkk, 2006) dan juga berpengaruh pada keasaman dan kristalinitas zeolit (Khalifah dkk, 2010).

Rasio molar untuk zeolit Y adalah rentang rasio 1-3 (Saputra, 2006). Sintesis zeolit Y telah berhasil disintesis oleh Htay dan Oo (2008) dengan rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  3,3 dengan proses pemeraman pada suhu  $50\text{ }^\circ\text{C}$  selama 24 jam kemudian dikalsinasi pada suhu  $100\text{ }^\circ\text{C}$  selama 48 jam, serta rasio 3,53 dengan suhu pemeraman  $50\text{ }^\circ\text{C}$  dan dikalsinasi pada suhu  $100\text{ }^\circ\text{C}$  selama 48 jam menghasilkan zeolit sintesis tipe P dan Y dengan zeolit Y yang paling dominan, sehingga pada penelitian ini akan dilakukan variasi rasio molar 2 :2,5 :3 untuk mendapatkan zeolit Y murni.

Zeolit sintesis dapat dibuat dengan menggunakan metode sol gel yang dilanjutkan dengan hidrotermal yakni dengan mengamati pengaruh dari variasi komponen, variasi suhu hidrotermal, dan variasi waktu hidrotermal (Imam P dkk, 2013). Kelebihan dari metode sol gel diantaranya adalah kehomogenan yang lebih baik, kemurnian yang tinggi, suhu yang relatif rendah, tidak terjadi reaksi dengan senyawa sisa, kehilangan bahan akibat penguapan dapat diperkecil, dan mengurangi pencemaran udara (Fernandes, 2011). Metode sol-gel pada sintesis zeolit terbentuk struktur gel karena polimerisasi anion aluminat dan silikat. Zeolit dibentuk dalam kondisi hidrotermal, bahan utamanya adalah aluminat silikat (gel) dan berbagai logam kation. Komposisi gel, sifat fisik dan kimia reaktan, serta

jenis kation dan kondisi kristalisasi sangat menentukan struktur yang diperoleh (Saputra, 2006).

Riset tentang sintesis zeolit yang banyak ditemui adalah menggunakan metode hidrotermal pada tahap kristalisasinya. Kelebihan dari metode hidrotermal adalah bahan yang disintesis mudah membentuk kristal dan dapat dilakukan kristalisasi. Reaksi yang terjadi pada suhu di atas 100 °C dan pada tekanan di atas 1 atm pada suatu larutan dengan sistem tertutup (Yoshimura, 1994). Metode sol-gel hidrotermal lebih disukai untuk sintesis zeolit karena dapat menghasilkan hasil sintesis zeolit dengan pembentukan kristal yang lebih teratur susunannya dan lebih baik karena dapat membentuk sol gel terlebih dahulu sebelum dilakukan hidrotermal.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan sintesis zeolit Y. Sumber silika yang digunakan dari abu ampas tebu dengan variasi molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2, 2,5 dan 3 dengan menggunakan metode sol-gel hidrotermal. Hasil sintesis zeolit Y dari abu ampas tebu ini dikarakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF), *X-Ray Diffraction* (XRD), FTIR, dan uji luas permukaan dengan adsorpsi *methylen blue* kemudian diuji menggunakan UV-Vis.

## 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana karakteristik zeolit Y dari abu ampas tebu dengan variasi rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  ?



### 1.3 Tujuan

Untuk mengetahui karakteristik zeolit Y dari abu ampas tebu dengan variasi rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ .

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dilakukan untuk pembuatan zeolit Y dari abu ampas tebu dengan variasi rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (2, 2,5 dan 3) dengan sumber silika dari abu ampas tebu hasil penelitian Amalia (2014).
2. Instrumen yang digunakan untuk karakterisasi zeolit Y adalah *X-Ray Fluorescence* (XRF), FTIR, *X-Ray Diffraction* (XRD), dan spektrofotometri UV Vis.

### 1.5 Manfaat Penelitian

#### 1.5.1 Bagi Penulis

Dapat mengetahui hubungan secara langsung antara ilmu kimia secara teoritis dan aplikasinya, serta dapat menambah wawasan, pengalaman serta gambaran nyata aplikasi ilmu kimia khususnya pada proses sintesis zeolit Y dari abu ampas tebu (*bagasse*) yang diperoleh selama penelitian.

#### 1.5.2 Bagi Masyarakat

Dapat memberikan informasi bagi masyarakat tentang sintesis zeolit Y abu ampas tebu dan pemanfaatannya, sehingga dapat menambah pemanfaatan ampas tebu yang dapat dikelola untuk kebutuhan masyarakat.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Komposisi Ampas Tebu

Ampas tebu (*bagasse of sugar cane*) adalah campuran dari serat yang kuat, dengan jaringan parenkim yang lembut, yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi, dihasilkan melalui penggilingan tebu (Wibowo dkk, 2006). Proses ekstraksi cairan tebu yang diolah di pabrik gula memiliki hasil samping berupa ampas tebu (*bagasse*). Ampas tebu yang dihasilkan dari satu pabrik gula sekitar 35–40 % dari berat tebu yang digiling. Ampas tebu mengandung air 48–52 %, gula 3,3 % dan serat 47,7 % (Arizanova dan Vantiningtyas, 2010).

Abu ampas tebu adalah sisa dari pembakaran ampas tebu. Ampas tebu itu sendiri merupakan hasil limbah yang berlimpah dari proses pembuatan gula (30 % dari kapasitas giling). Komposisi kimia abu ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 2.1 yang menjelaskan bahwa kandungan senyawa kimia yang dominan adalah  $\text{SiO}_2$  (silika) sebesar 46-81 %. Komposisi tersebut menguntungkan abu ampas tebu bila bahan ini digunakan sebagai komponen utama pada sintesis zeolit Y selain aluminat.

Kandungan ampas tebu dari hasil analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*) diketahui bahwa dalam abu ampas tebu mengandung  $\text{SiO}_2$  sebesar 73,5 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  7,6 %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2,7 %,  $\text{CaO}$  3,0 %,  $\text{MgO}$  2,6 %,  $\text{K}_2\text{O}$  7,1 %, dan  $\text{P}_2\text{O}_3$  1,7 % (Paturau, 1982). Menurut Arizanova dan Vantiningtyas (2010) hasil analisis XRF abu ampas tebu diketahui bahwa abu ampas tebu mengandung mineral silikon (Si)

sebesar 55,5 %. Sedangkan menurut Widati dkk (2010) hasil analisis XRF kandungan  $\text{SiO}_2$  adalah 88,7 %. Kandungan silika yang tinggi maka abu ampas tebu ini dapat dimanfaatkan sebagai komponen zeolit sintesis. Komponen utama dari zeolit sintesis adalah silikat.

Tabel 2.1 Senyawa kimia dalam abu ampas tebu

No	Senyawa	% Jumlah
1	$\text{SiO}_2$	46-81
2	$\text{Al}_2\text{O}_3$	1-19
3	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	2-12
4	$\text{CaO}$	2-4
5	$\text{K}_2\text{O}$	0,2-1,8
6	$\text{MgO}$	1-4
7	$\text{Na}_2\text{O}$	0,2-4
8	$\text{P}_2\text{O}_5$	0,5-4

Sumber : Sihotang, 2009

Jumlah kandungan silika  $\text{SiO}_2$  (%) pada berbagai variasi suhu pembakaran dan lama pembakaran menunjukkan angka yang berbeda-beda seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2 Jumlah kandungan  $\text{SiO}_2$  (%) terbanyak dalam abu ampas tebu dicapai pada suhu 700 °C, dengan lama waktu pembakaran 60 menit yaitu sebesar 86,20 %. Semakin besar suhu maka akan menghasilkan  $\text{SiO}_2$  lebih banyak, akan tetapi suhu optimal pembakaran berada pada suhu 700 °C, diatas suhu 700 °C, kandungan  $\text{SiO}_2$  cenderung turun. Waktu pembakaran juga mempengaruhi kandungan  $\text{SiO}_2$  semakin lama waktu pembakaran menunjukkan kandungan  $\text{SiO}_2$  semakin berkurang (Haryono dan Sudjtmiko, 2011).

Tabel 2.2 Jumlah kandungan SiO<sub>2</sub> (%) berbagai variasi suhu dan lama pembakaran

Suhu Pembakaran	Waktu Pembakaran		
	60 menit	90 menit	150 menit
500 °C	80,50	--	--
600 °C	84,24	--	--
700 °C	86,20	83,13	80,18
800 °C	82,75	81,88	77,99
900 °C	83,58	79,98	79,28
1000 °C	82,48	81,22	77,96

Sumber : Haryono dan Sudjtmiko, 2011

Analisis *Atomic Absorption Spectrofotometry* untuk unsur-unsur kimia secara lengkap dari abu ampas tebu pada suhu 700 °C, dengan waktu pembakaran selama 60 menit dapat dilihat pada Tabel 2.3 Jumlah yang paling besar dalam abu ampas tebu adalah SiO<sub>2</sub> sebesar 86,20 %. Sedangkan sisanya adalah oksida-oksida logam (Haryono dan Sudjtmiko, 2011).

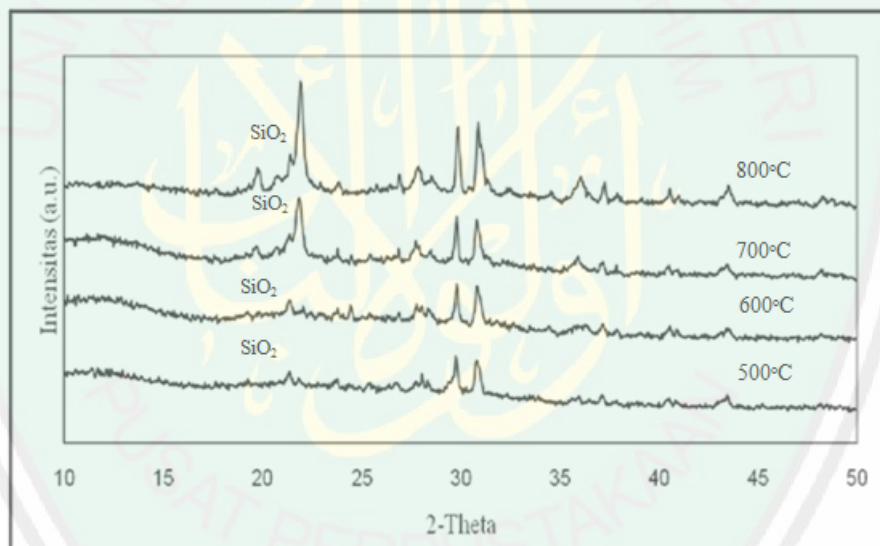
Tabel 2.3 Unsur-unsur kimia yang terkandung dalam abu ampas tebu pada suhu pembakaran 700 °C

No.	Unsur	Prosentase berat
1	SiO <sub>2</sub>	86,20
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,26
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,52
4	CaO	5,12
5	MgO	1,27
6	Na <sub>2</sub> O	0,17
7	K <sub>2</sub> O	2,08
8	MnO	0,09
9	TiO <sub>2</sub>	0,14
10	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,92
11	HD	0,12

Sumber : Haryono dan Sudjtmiko, 2011

Pola difraksi sinar X abu ampas tebu pada suhu pengabuan 500, 600, 700 dan 800 °C dapat dilihat pada Gambar 2.1. Pola difraksi ini dievaluasi dengan

membandingkan nilai  $d$  dari puncak-puncak pada sampel dengan puncak-puncak standar  $\text{SiO}_2$  dari JCPDS (*Join Committee on Powder Diffraction Standarts*) dimana fasa  $\text{SiO}_2$  ditemukan pada daerah  $2\theta = 20 - 27^\circ$ . Gambar 2.1 adalah pola difraksi XRD abu ampas tebu hasil pengabuan pada suhu 500, 600, 700 dan 800  $^\circ\text{C}$  pada daerah  $2\theta = 10-50^\circ$ . Bentuk dari puncak  $\text{SiO}_2$  yang memiliki kekristalan tinggi ditunjukkan dengan bentuk puncak yang menajam pada  $2\theta = 20 - 25^\circ$ , puncak ini akan semakin tinggi ketika suhu pengabuan dinaikkan. Berikut hasil XRD Abu ampas tebu (Hanafi dan Nandang, 2010) :



Gambar 2.1 Pola difraksi XRD abu ampas tebu hasil pengabuan pada suhu 500 s/d 800  $^\circ\text{C}$

Dengan demikian, kenaikan intensitas puncak  $\text{SiO}_2$  menandakan adanya pertumbuhan kristal. Derajat kekristalan bentuk  $\text{SiO}_2$  pada suhu pengabuan 500 dan 600  $^\circ\text{C}$  adalah rendah dibandingkan dengan kekristalan pada suhu pengabuan 700 dan 800  $^\circ\text{C}$ , artinya pada daerah ini fasa  $\text{SiO}_2$  amorf masih mendominasi bentuk  $\text{SiO}_2$  yang dihasilkan (Hanafi dan Nandang, 2010).

Hasil pengabuan abu ampas tebu ini didukung oleh penelitian Widati dkk (2010) untuk menghasilkan ampas tebu yang amorf maka ampas tebu dikalsinasi pada suhu 300 °C selama 30 menit dan dilanjutkan pada suhu 600 °C selama 60 menit. Paya dkk (2000) pengabuan ampas tebu untuk menghasilkan silika amorf, maka ampas tebu dikalsinasi pada suhu 600 °C.

Pada penelitian ini silika abu ampas tebu yang diharapkan adalah fasa amorf. Suhu pembakaran 600 °C menurut beberapa penelitian yang telah disebutkan dapat menghasilkan fasa silika amorf dengan kandungan silika tinggi dari abu ampas tebu.

Penelitian sebelumnya tentang pemanfaatan abu ampas tebu sebagai bahan dasar untuk mensintesis silika aerogel. Kandungan silika  $\pm 51\%$  dimana silika ini memiliki fasa amorf. Silika amorf dalam abu ampas tebu dapat diambil dengan ekstraksi basa membentuk larutan sodium silikat. Silika gel murni dapat diperoleh dengan merubah silika dalam larutan sodium silikat dengan penambahan asam (Affandi dkk, 2009).

Pemilihan silika amorf pada sintesis zeolit karena silika amorf dalam berbagai kondisi dianggap lebih reaktif dibandingkan dengan silika kristalin. Tingkat kereaktifan dari silika amorf disebabkan adanya gugus hidroksil (silanol) yang didapat setelah pemanasan mencapai 400 °C. Gugus silanol (-SiOH) ini dapat ditemukan di atas permukaan dari sampel silika yang menyebabkan terbentuknya daerah yang reaktif. Susunan atom dan molekul silika amorf berbentuk pola acak dan tidak beraturan. Akibat pola acak dan tidak beraturan

tersebut, silika amorf memiliki struktur yang rumit yang menyebabkan luas area permukaan yang tinggi, umumnya diatas  $3 \text{ m}^2/\text{g}$  (Krik-Othmer, 1984).

Selain itu juga, tingkat keamanan penggunaan silika amorf lebih tinggi dibandingkan dengan silika kristalin. Pada tahun 1987, agen WHO (*World Health Organization*) yaitu IARC (*International Agency for Research on Cancer*) mengevaluasi dan membuktikan bahwa silika kristalin bersifat karsinogenik bagi manusia, sedangkan silika amorf tidak bersifat karsinogenik bagi manusia.

## 2.2 Zeolit Y

Faujasit (FAU) zeolit Y, pameran struktur FAU (faujasit). Zeolit Y mempunyai struktur pori 3-dimensi dengan pori yang tegak lurus satu dengan lainnya pada bidang x, y, dan z bentuk kerangkanya hampir sama seperti jenis *Linde Type A* (LTA). Zeolit Y dibuat *Secondary Building Units* (SBU) yaitu unit 4,6 dan 6-6. SBU zeolit Y berdasarkan Tabel 2.4 adalah D6R. Pembentukan SBU zeolit Y (Gambar 2.2). Diameter porinya  $7,4\text{\AA}$  sejak ditemukannya 12 anggota cincin oksigen dan diameter yang paling besar adalah  $12\text{\AA}$ . Lubang diameter tersebut dilingkupi oleh 10 sangkar sodalit yang dihubungkan dengan bagian muka sisi heksagonalnya. Setiap unit sel pada struktur zeolit Y berbentuk kubik ( $a = 24,7\text{\AA}$ ) dengan bentuk simetri *Fd-3m*. Zeolit Y memiliki pecahan kosong volume 0,48 dengan rasio Si/Al 2,43. Jika suhu mencapai  $793 \text{ }^\circ\text{C}$ , maka dapat menyebabkan struktur zeolit Y rusak (Rahman dkk, 2009).

Faujasit adalah satu dari beberapa zeolit yang dapat disintesis dari bahan alam. Rumus umum zeolit faujasit adalah  $\text{Na}_j[(\text{AlO}_2)_j(\text{SiO}_2)_{192-j}]\cdot z\text{H}_2\text{O}$  (Gates

1991: 265). Ada 2 jenis zeolit faujasit yaitu zeolit faujasit kaya silikon (zeolit Y) yang mempunyai rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  antara 1,5-3 dan zeolit faujasit kaya aluminium (zeolit X) yang mempunyai rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  antara 1-1,5. Zeolit Y merupakan kristal aluminosilikat sintesis yang terdiri dari kesatuan mata rantai sangkar sodalit yang berikatan membentuk cincin ganda beranggota enam yang dihubungkan dengan atom oksigen. Ketika dilakukan penyusunan sangkar-sangkar sodalit tersebut, masing-masing sangkar dihubungkan dengan cincin beranggota dua belas yang disebut jendela (window) dan membentuk pori besar (*cavity/supercage*) yang merupakan sangkar alpha (Kasmui dkk, 2008).

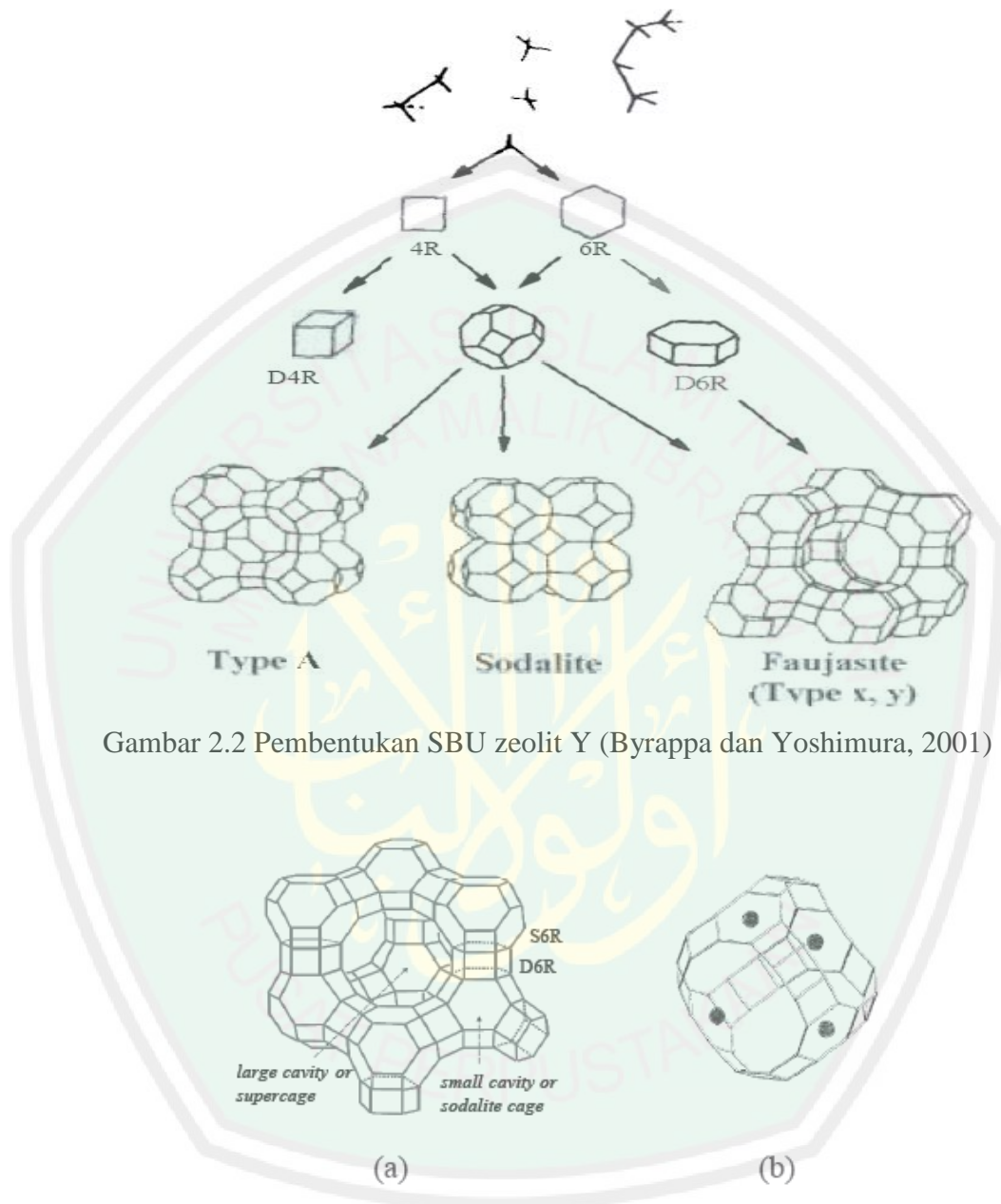
Tabel 2.4 SBU (*Secondary Building Units*) zeolit

<i>Group</i>	<i>Secondary Building Units</i>
1	<i>Single 4 ring (S4R)</i>
2	<i>Single 6 ring (S6R)</i>
3	<i>Single 8 ring (S8R)</i>
4	<i>Double 4 ring (D4R)</i>
5	<i>Double 6 ring (D6R)</i>
6	<i>Double 8 ring (D8R)</i>
7	<i>Complex 4-1, <math>T_5O_{10}</math> unit</i>
8	<i>Complex 5-1, <math>T_8O_{16}</math> unit</i>
9	<i>Complex 4-4-1, <math>T_{10}O_{20}</math> unit</i>

Sumber : Byrappa dan Yoshimura, 2001

Zeolit Y biasanya berbentuk Na-zeolit dengan rumus kimia  $\text{Na}_{56}(\text{AlO}_2)_{56}(\text{SiO}_2)_{136} \cdot 25\text{H}_2\text{O}$  (Hwang dkk, 2000: 187). Zeolit Y mempunyai simetri kubik dengan panjang sisi unit sel sebesar 24.345 Å. Sel satuan adalah sel terkecil yang masih menunjukkan sistem kristalnya. Kegunaan penting zeolit Y adalah sebagai padatan pendukung katalis untuk reaksi hidrorengkah fraksi berat minyak bumi (Kasmui dkk, 2008). Struktur dasar zeolit Y dan *supercage* zeolit Y disajikan dalam Gambar 2.3.



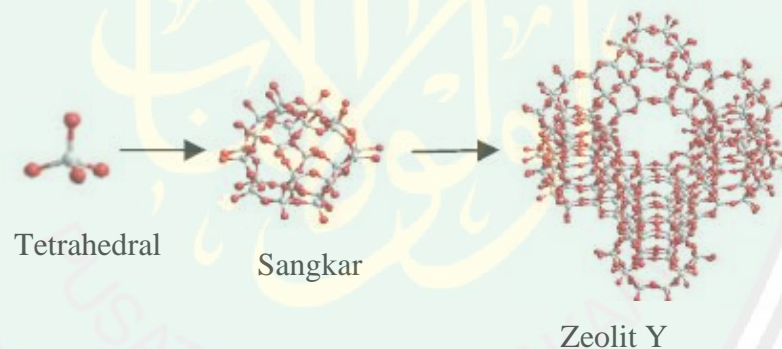


Gambar 2.2 Pembentukan SBU zeolit Y (Byrappa dan Yoshimura, 2001)

Gambar 2.3 (a) Struktur dasar zeolit Y dan *supercage* zeolit Y (Monsalve, 2004 : 3) dan (b) Pori (*Cavity/Supercage*) zeolit Y (Koller dkk, 1997 : 1754)

Pemodelan zeolit Y dilakukan dengan membuat kerangka struktur satu unit sel zeolit Y yang terdiri dari sepuluh sangkar sodalit (sangkar  $\beta$ ) yang dihubungkan dengan jembatan oksigen dalam cincin ganda beranggota enam

membentuk pori besar (*cavity/supercage*) yang merupakan sangkar  $\alpha$  dan membentuk *window* yang merupakan cincin beranggota duabelas. Hanya dilakukan pemodelan satu unit sel zeolit Y karena sejauh pengamatan yang telah dilakukan, struktur zeolit merupakan pengulangan dari struktur-struktur unit selnya yang serupa. Sangkar sodalit (sangkar  $\beta$ ) tersusun oleh cincin beranggota empat (SBU 4) dan cincin beranggota enam (SBU 6) dan terdiri dari 24  $TO_4$  dimana T adalah atom Si dan atom Al. Kerangka dasar struktur satu unit sel zeolit Y dibuat dengan menyusun pusat tetrahedral T seluruhnya atom Si (Rasio Si/Al = ~) tanpa adanya pengaruh kation dan molekul air. Proses pemodelan struktur satu unit zeolit Y seperti terlihat pada Gambar 2.4 (Kasmui dkk, 2008) :



Gambar 2.4 Proses pembentukan zeolit Y (Kasmui dkk, 2008)

### 2.3 Sintesis Zeolit Y

Zeolit Y dapat disintesis secara kuantitatif dari bahan alami. Usaha-usaha sebelumnya untuk mensintesis zeolit Y menghasilkan produk reaksi dengan kandungan zeolit Y lebih rendah dari 50% (Yoshida dan Inoue, 1986 : 6 dan 467). Namun demikian, zeolit Y lebih mudah disintesis dari  $SiO_2/Al_2O_3$  gel yang dibuat dari reagen kimia murni, dengan atau tanpa penambahan benih dan atau

menggunakan molekul organik, yang bertindak sebagai templat dalam proses kristalisasi (Barrer, 1982).

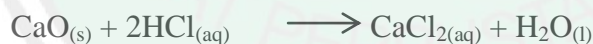
Penelitian Htay dan Oo (2008) dilakukan sintesis zeolit Y dari kaolin dengan rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  3,53 dalam kondisi hidrotermal pada tekanan atmosfer. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa zeolit Y dapat dibuat dengan komposisi molar  $6\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 : 9\text{Na}_2\text{O} : 249\text{H}_2\text{O}$  lalu dieramkan atau *aging* pada  $50^\circ\text{C}$  selama 24 jam dan dikristalisasi pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 48 jam.

Sintesis zeolit Y telah berhasil disintesis oleh Sang dkk (2005) dengan komposisi molar  $10\text{Na}_2\text{O} : 1,0 \text{Al}_2\text{O}_3 : 15\text{SiO}_2 : 300\text{H}_2\text{O}$ . Berdasarkan komposisi rasio sintesis zeolit Y, terdapat perbedaan rasio molar  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Perbedaan rasio molar tersebut berpengaruh terhadap kristalinitas sintesis zeolit Y yang dihasilkan. Rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  akan berpengaruh pada ukuran kristal zeolit, kristalinitas zeolit, luas permukaan zeolit dan keasaman dari zeolit. Pada penelitian yang lain tentang sintesis zeolit Y dari sekam padi. Eko dan Anggoro (2005) didapatkan bahwa suhu dan waktu kristalisasi berpengaruh terhadap kristalinitas zeolit Y hasil sintesis, dimana kondisi terbaik untuk sintesis zeolit Y dari abu sekam padi adalah pada suhu kristalisasi  $100^\circ\text{C}$  selama 48 jam.

Hasil penelitian Itnawita dkk (2012) mendapatkan bahwa proses pemurnian zeolit dengan menggunakan asam klorida ternyata memberikan hasil yang baik terhadap rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ . Kandungan silika dan alumina yang tertinggi diperoleh dengan penambahan HCl dengan konsentrasi 5 M pada

masing-masing waktu kontak 4 jam yaitu 26,06% untuk silika dan 13,90% untuk alumina.

Pencucian abu ampas tebu dengan menggunakan HCl untuk menghiangkan logam oksida dan non logam. HCl mampu mengikat logam oksida  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$ ,  $Na_2O$ ,  $CaO$ , dan  $Fe_2O_3$  pada klorida dan oksida non logam akan diubah menjadi bentuk asamnya kecuali silika, sehingga HCl baik untuk menghilangkan pengotor logam pada abu ampas tebu (Widati dkk, 2010). Didukung oleh penelitian Pratomo dkk (2013) menyatakan bahwa ekstraksi abu sekam padi dengan HCl dapat meningkatkan kadar silika yang terdapat pada abu sekam padi dengan hasil  $SiO_2$  sebelum ekstraksi 94,9 %, sedangkan setelah ekstraksi sebesar 97,5 %. Hal ini menunjukkan bahwa HCl dapat menurunkan pengotor akibat larutnya pengotor dalam HCl sesuai dengan persamaan reaksi berikut (Pratomo dkk, 2013) :



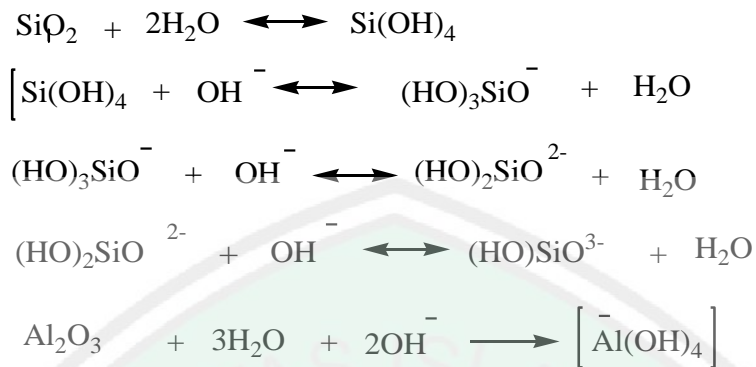
Metode yang digunakan untuk sintesis zeolit Y dari abu ampas tebu adalah metode sintesis hidrotermal yakni adanya reaksi kimia secara heterogen dalam suatu larutan (baik berupa cairan maupun tidak) diatas suhu ruang (dengan suhu tinggi) dan pada tekanan lebih besar dari 1 atm yang dilakukan dalam suatu sistem tertutup (Byrappa dan Yoshimura, 2001).

Metode hidrotermal telah dilakukan oleh Saputra (2006) tentang pembentukan zeolit sintetis. Zeolit sintesis terbentuk ketika gel yang ada

terkristalisasi dari temperatur kamar sampai dengan 200 °C pada tekanan atmosferik atau autogenous. Metode ini sangat baik diterapkan pada logam alkali untuk menyiapkan campuran gel yang reaktif dan homogen (Breck, 1974; Breck & Flanigen, 1968 dalam Lefond, 1983).

Struktur gel terbentuk karena polimerisasi anion aluminat dan silikat. Komposisi dan struktur gel hidrat ini ditentukan oleh ukuran dan struktur dari jenis polimerisasi. Zeolit dibentuk dalam kondisi hidrotermal, bahan utama pembentuknya adalah aluminat silikat (gel) dan berbagai logam sebagai kation. Komposisi gel, sifat fisik dan kimia reaktan, serta jenis kation dan kondisi kristalisasi sangat menentukan struktur yang diperoleh. Menurut Septia (2011) Jenis kation disebut sebagai aktivator. Aktivator yang secara umum digunakan salah satunya adalah NaOH. NaOH (*Sodium Hidroksida*) karena NaOH berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si dengan menambah ion  $\text{Na}^+$ . Prekursor (Al dan Si) dan aktivator akan bersintesa membentuk material padat melalui proses polimerisasi.

Polimerisasi yang terjadi adalah disolusi yang diikuti oleh polikondensasi. Reaksi polimerisasi ini aluminium (Al) dan silika (Si) mempunyai peranan penting dalam ikatan polimerisasi (Davidovits, 1994). Reaksi Al dan Si dengan alkali akan menghasilkan  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$  dan  $\text{Si}(\text{OH})_4$ . Berikut reaksi disolusi ion aluminat dan monomer silikat (Septia G, 2011) :



Pada disolusi alumina, OH dikonsumsi untuk menghidrolisis unsur Al untuk membentuk anion aluminat  $\text{Al(OH)}_3$  maka, untuk mencapai disolusi yang sempurna pada pembentukan monomer alumina dan silikat dibutuhkan larutan alkali aktivator yang mencukupi (Septia G, 2011).

#### 2.4 Rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ pada Sintesis Zeolit Y

Zeolit sintetis merupakan zeolit yang dibuat dengan rekayasa yang sedemikian rupa sehingga mendapatkan karakter yang sama dengan zeolit alam. Zeolit sintetis sangat bergantung pada jumlah Al dan Si, sehingga ada 3 kelompok zeolit sintetis (Saputra, 2006) :

(1) Zeolit sintetis dengan kadar Si rendah

Zeolit jenis ini banyak mengandung Al, berpori, mempunyai nilai ekonomi tinggi karena efektif untuk pemisahan dengan kapasitas besar. Volume porinya dapat mencapai  $0,5 \text{ cm}^3$  tiap  $\text{cm}^3$  volume zeolit.

(2) Zeolit sintetis dengan kadar Si sedang

Jenis zeolit modernit mempunyai perbandingan  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 5$  sangat stabil, maka diusahakan membuat zeolit Y dengan perbandingan  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 1-$

3. Contoh zeolit sintetis jenis ini adalah zeolit omega ( $\Omega$ ).

### (3) Zeolit dengan kadar Si tinggi

Zeolit jenis ini sangat higroskopis dan menyerap molekul non polar sehingga baik untuk digunakan sebagai katalisator asam untuk hidrokarbon. Zeolit jenis ini misalnya zeolit ZSM-5, ZSM-11, ZSM-21, dan ZSM-24.

Zeolit sintetis dikembangkan untuk mengatasi kelemahan dari zeolit alam, antara lain dengan mengatur pori-porinya sehingga lebih spesifik pemanfaatannya. Zeolit yang disintesis dalam penelitian ini adalah zeolit tipe Y, yaitu zeolit yang memiliki rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 1,5-3$  (Weitkamp and Puppe, 1999). Zeolit Y mempunyai stabilitas dan selektivitas adsorpsi yang tinggi terhadap air dan molekul-molekul polar. Zeolit-Y mempunyai bentuk padat, dengan rumus molekul  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,8 \text{SiO}_2 \cdot 8,9\text{H}_2\text{O}$  (Breck, 1974).

Rasio molar untuk zeolit Y adalah rentang rasio 1-3 (Saputra, 2006). Didukung oleh Ibrahim (2007) menyatakan bahwa zeolit Y terbentuk dengan rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 1,5-3$ . Sintesis zeolit Y telah berhasil disintesis oleh Htay dan Oo (2008) dengan rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 3,3$  dengan proses *aging* (pemeraman) pada suhu  $50^\circ\text{C}$  selama 24 jam dan kemudian dikalsinasi pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 48 jam, serta rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 3,53$  dengan *aging* dan dikalsinasi pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 48 jam menghasilkan zeolit sintesis tipe P dan Y dengan zeolit Y yang paling dominan. Pada penelitian ini akan dilakukan variasi rasio molar 2 : 2,5 : 3 untuk memperoleh zeolit Y murni. Adanya variasi rasio molar ini berpengaruh pada ukuran partikel zeolit (Armaroli dkk, 2006). Rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  berpengaruh pada keasaman zeolit dan kristalinitas zeolit (Khalifah dkk, 2010).

## 2.5 Karakterisasi Zeolit Y

### 2.5.1 Analisis Kristalinitas dan Kemurnian Zeolit Y menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)*

Analisis difraksi sinar-X (XRD) merupakan suatu metode analisis yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan radiasi elektromagnetik sinar-X (mempunyai  $\lambda$  sebesar 0,5-2,5 Å dan energi +107 eV) yaitu pengukuran radiasi sinar-X yang terdifraksi oleh bidang kristal. Penghamburan sinar-X oleh unit-unit padatan kristalin, akan menghasilkan pola difraksi yang digunakan untuk menentukan susunan partikel pada kisi padatan (Indrawati, 2009).

Beberapa informasi yang dapat diperoleh dari XRD adalah sebagai berikut (Ginting dkk, 2005) :

- a. Posisi puncak difraksi memberikan gambaran tentang parameter kisi ( $a$ ), jarak antar bidang ( $d_{hkl}$ ), struktur kristal dan orientasi dari sel satuan.
- b. Intensitas relatif puncak difraksi memberikan gambaran tentang posisi atom dalam sel satuan.
- c. Bentuk puncak difraksi memberikan gambaran tentang ukuran kristalis dan ketidaksempurnaan kisi.

Difraksi sinar X merupakan metode yang penting untuk karakterisasi zeolit, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Metode ini memberikan informasi tentang kemurnian ataupun perubahan parameter kisi dari suatu kristal (Atkins, 1999). Metode ini bersifat tidak merusak, yang berarti contoh tidak dapat dipengaruhi oleh analisis dan masih dapat digunakan untuk analisis lain (Tan, 1991).



Pola difraksi merupakan plot intensitas sinar terdifraksi sebagai fungsi  $2\theta$ .

Sebagai hukum Bragg:

$$n\lambda = 2d \sin\theta$$

dimana :

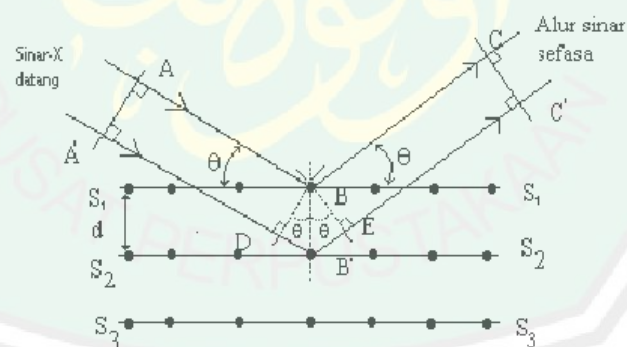
$n$  = orde sinar

$\theta$  = merupakan sudut difraksi

$d$  = yaitu jarak antar bidang

$\lambda$  = merupakan panjang gelombang sinar

Seperti yang terlihat pada Gambar 2.5 skema dari sinar X yang memantulkan dari sinar kristal yang mengikuti Hukum Bragg, sudut yang dihasilkan sebanyak  $2\theta$  dari sudut ( $\theta$ ) dari sinar X yang datang dan sudut ( $\theta$ ) sinar X yang terdifraksi.



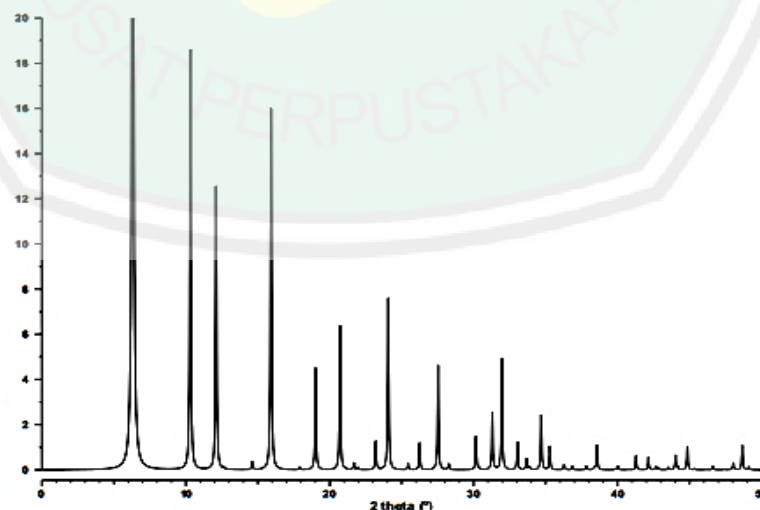
Gambar 2.5 Skema dari berkas sinar-X yang memantulkan dari sinar kristal dengan mengikuti hukum Bragg (Hayati, 2007)

Ketika sampel diuji, teknik difraksi hanya memberikan tampilan data-data dari struktur. Perubahan panjang kerangka mempengaruhi posisi puncak difraktogram. Misalnya penggantian ikatan Al-O ( $1,69 \text{ \AA}$ ) dengan ikatan yang lebih pendek Si-O ( $1,61 \text{ \AA}$ ) menyebabkan unit-unit sel mengerut. Hal ini akan

menurunkan jarak  $d$  dan menggeser puncak difraksi ke arah  $2\theta$  yang lebih tinggi (Hamdan, 1992).

Analisis kualitatif dan kuantitatif jenis mineral zeolit dengan menggunakan difraktogram standar dari JCPDS (*Join Committee on Powder Diffraction Standards*) dalam bentuk *Powder Diffraction File*. Setiap senyawa dengan struktur kristal yang sama akan menghasilkan difraktogram yang identik, oleh karena itu, pola difraksi dapat digunakan sebagai sidik jari suatu senyawa. Jadi, dengan membandingkan difraktogram suatu mineral yang tidak diketahui dengan difraktogram dalam *Powder Diffraction File* dapat ditentukan mineral yang tidak diketahui tersebut (Nelson, 2003). Analisis kuantitatif dari campuran memerlukan perbandingan intensitas puncak difraksi dengan material lain, intensitas yang dinyatakan sebagai  $I/I_1$  (Wong dkk, 2001).

Berikut hasil difraktogram sampel zeolit Y standar dengan karakterisasi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*).



Gambar 2.6 Pola difraktogram sampel zeolit Y (Treacy dan Higgins, 2001).

Dalam zeolit, intensitas dari puncak pada sudut kecil tergantung pada kandungan air antar kristal, sehingga intensitasnya akan menurun dengan adanya dehidrasi. Zeolit murni dengan derajat kristalinitas tinggi akan menghasilkan puncak sempit yang sangat jelas dengan garis dasar yang rendah dan datar (Atkins, 1999).

### **2.5.2 Analisis Gugus Fungsi Zeolit Y menggunakan FTIR**

Spektroskopi inframerah adalah suatu alat yang dapat mengidentifikasi keberadaan gugus-gugus fungsional utama di dalam struktur senyawa yang diidentifikasi (Filayati dan Rusmini, 2012). Instrumentasi spektrum inframerah dibagi ke dalam tiga jenis radiasi yaitu infra merah dekat, inframerah pertengahan, dan inframerah jauh. Spektrum inframerah akan menghasilkan plot antara transmittan dengan bilangan gelombang/frekuensi. Spektrum polisterina biasanya digunakan untuk kalibrasi karena menunjukkan banyak puncak tajam yang mempunyai frekuensi tepat dan telah diketahui. Aplikasi spektrum inframerah sangat luas baik untuk analisis kualitatif atau kuantitatif. Penggunaan yang paling banyak adalah daerah pertengahan  $4000 - 600 \text{ cm}^{-1}$  atau dengan panjang gelombang 2,5 sampai  $15 \mu\text{m}$  (Hayati, 2007).

Dalam spektroskopi inframerah, seperti halnya dengan tipe penyerapan energi yang lain maka molekul akan tereksitasi ke tingkatan energi yang lebih tinggi bila menyerap radiasi infra merah. Penyerapan radiasi infra merah merupakan proses kuantisasi dan hanya frekuensi (energi) tertentu dari radiasi infra merah yang akan diserap oleh molekul. Pada spektroskopi infra merah, inti-inti atom yang terikat secara kovalen akan mengalami getaran bila molekul

menyerap radiasi infra merah dan energi yang diserap menyebabkan kenaikan pada amplitudo getaran atom-atom yang terikat. Panjang gelombang serapan oleh suatu tipe ikatan tertentu bergantung pada macam ikatan tersebut, oleh karena itu tipe ikatan yang berlainan akan menyerap radiasi infra merah pada panjang gelombang karakteristik yang berlainan. Akibatnya setiap molekul akan mempunyai spektrum infra merah yang karakteristik pada konsentrasi ukur tertentu, yang dapat dibedakan dari spektrum lainnya melalui posisi dan intensitas pita serapan, sehingga dapat digunakan untuk penjelasan struktur, identifikasi dan analisis kuantitatif (Sastrohamidjojo, 1992).

Spektra IR daerah tengah yang merupakan karakteristik zeolit dibagi menjadi lima daerah utama, yang masing-masing terkait pada jenis yang spesifik dari model vibrasi adalah sebagai berikut (Widiawati, 2005) :

1. Rentangan Asimetri ( $1250-900\text{ cm}^{-1}$ )

Daerah ini berhubungan dengan rentangan O-Si-O dan O-Al-O. Suatu rentangan asimetri internal dari unit bangun primer memberikan pita serapan kuat pada  $1020\text{ cm}^{-1}$ . Puncak yang lebar pada  $1100\text{ cm}^{-1}$  disebabkan oleh rentangan asimetri eksternal dari ikatan antar tetrahedral.

2. Rentangan simetri ( $850-680\text{ cm}^{-1}$ )

Daerah ini berhubungan dengan rentangan simetrik ikatan O-Si-O atau O-Al-O. Vibrasi eksternal pada bilangan gelombang  $780-700\text{ cm}^{-1}$ . Pita ini sangat lemah. Model rentangan simetri ini sensitif terhadap perubahan komposisi Si-Al kerangka zeolit. Frekuensi akan bergeser ke

arah yang lebih rendah dengan meningkatnya jumlah atom tetrahedral aluminium.

3. Cincin ganda ( $610-580\text{ cm}^{-1}$ )

Daerah ini berkaitan dengan vibrasi eksternal dari cincin ganda beranggota 4 atau 6 dalam struktur keangka zeolit. Zeolit yang memiliki cincin ganda 4 atau 6 adalah zeolit Y, X, A, ZK-5,  $\Omega$ , L, dan kelompok kabsit, sedangkan zeolit yang tidak memiliki cincin ganda adalah zeolit P, W, dan zeolon

4. Tipe tekukan Si-O atau Al-O ( $500-420\text{ cm}^{-1}$ )

Daerah ini tidak sensitif terhadap komposisi Si-Al

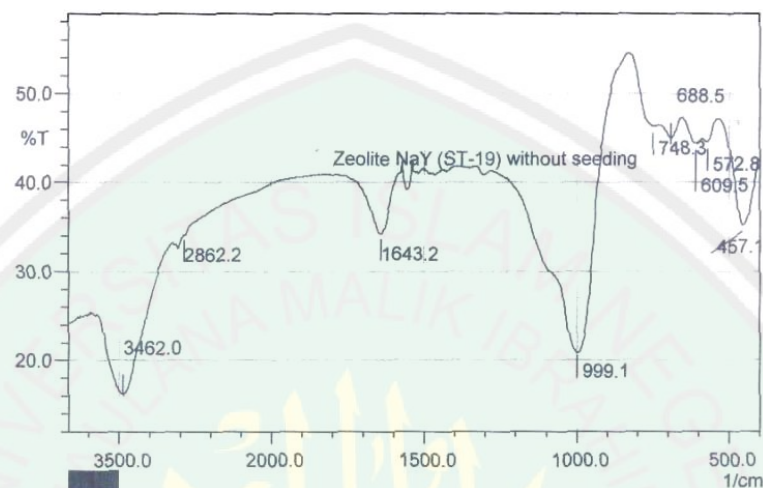
5. Pembukaan pori ( $400-300\text{ cm}^{-1}$ )

Pita ini berhubungan dengan pergerakan dari cincin tetrahedra yang menyebabkan terjadinya pembukaan pori dalam zeolit. Ini akan tampak jelas atau lebih jelas tergantung tipe struktur zeolit. Pita serapan akan tampak jelas dalam struktur kubik dan menurun dengan menurunnya simetri.

Selain lima daerah utama pada spektra IR daerah tengah, juga terdapat pita serapan dari gugus hidroksil OH. Pita serapan dari ikatan hidrogen pada daerah  $3400\text{ cm}^{-1}$ , ikatan OH terisolasi pada daerah  $3700\text{ cm}^{-1}$  dan vibrasi tekukan dari molekul air terdapat pada daerah  $1645\text{ cm}^{-1}$  (Breck, 1974).

Gambar 2.7 merupakan gambar spektrum FTIR dari zeolit Y yang menunjukkan bahwa adanya serapan kuat di daerah bawah  $1200\text{ cm}^{-1}$ . Vibrasi frekuensi zeolit yang hasil dari jenis stretching dan bending unit T-O diamati pada

rentang daerah  $300\text{-}1300\text{ cm}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan bahwa adanya  $\text{SiO}_4$  atau  $\text{AlO}_4$  (Rahman dkk, 2009).



Gambar 2.7 Spektra IR zeolit Y tanpa penambahan bibit

Didukung pula dengan data spektrum zeolit NaY berdasarkan data FTIR dapat diperoleh data gugus fungsi sebagai berikut vibrasi ulur asimetri pada daerah rentang  $1130\text{ cm}^{-1}$ , vibrasi ulur simetri  $784\text{ cm}^{-1}$ , vibrasi cincin ganda  $572\text{ cm}^{-1}$ , vibrasi tekuk TO ( $T = \text{Si/Al}$ )  $455\text{ cm}^{-1}$  (Imam P dkk, 2013).

### 2.5.3 Analisis Luas Permukaan Zeolit Y dengan Metode *Methylen blue* dan Diuji menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Penentuan luas permukaan dilakukan dengan metode adsorpsi larutan *methylen blue* dalam sampel yang dilakukan pengocokan (shaker) dengan waktu tertentu dan kecepatan tertentu. Berdasarkan Alberty (1983), adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama. Makin besar pori-pori adsorben maka adsorpsi molekul dari larutan akan terjadi dengan baik, artinya semakin luas permukaan adsorben maka semakin banyak molekul yang terserap.

Absorpsi *methylen blue* oleh zeolit dapat diuji dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Absorpsi sinar ultraviolet (ultra lembayung) dan tampak (UV-Vis) oleh suatu molekul organik akan menghasilkan transisi diantara tingkat energi elektronik pada molekul tersebut dan karenanya sering dinamakan Spektrometri Elektronik. Transisi tersebut pada umumnya antara orbital ikatan atau orbital pasangan elektron bebas ke orbital anti ikatan. Panjang gelombang serapan merupakan ukuran perbedaan tingkat-tingkat energi transisi elektronik dari orbital tersebut (Supratman, 2010).

Baik radiasi ultraviolet maupun tampak berenergi lebih tinggi daripada radiasi inframerah. Absorpsi cahaya ultraviolet atau tampak mengakibatkan transisi elektronik, yaitu promosi elektron-elektron dari orbital keadaan dasar, *Highest Occupied Molecular Orbital* (HOMO) berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi *Lowest Unoccupied Molecular Orbital* (LUMO). Transisi ini memerlukan 40-300 kkal/mol. Energi foton dari sinar ultraviolet dan tampak selanjutnya terbuang sebagai kalor, sebagai cahaya, atau tersalurkan dalam reaksi kimia (isomerisasi dan reaksi radikal bebas) (Supratman, 2010)

Panjang gelombang cahaya ultraviolet dan tampak jauh lebih pendek daripada panjang gelombang inframerah. Satuan yang akan digunakan untuk memberikan panjang gelombang ini adalah *nanometer* ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ). Spektrum tampak terentang dari 400 nm (ungu) ke 750 nm (merah), sedangkan ultraviolet berjangka dari 200-400 nm.

Hukum Lambert-Beer menyatakan bahwa intensitas radiasi yang diteruskan oleh larutan zat penyerap berbanding lurus dengan tebal dan

konsentrasi larutan. Persamaan Hukum Lambert-Beer (Gandjar dan Rohman, 2007) :

$$A = abc$$

dimana :

- A = absorbansi
- a = absorptivitas
- b = tebal kuvet (cm)
- c = konsentrasi

Kuantitas spektroskopi yang diukur biasanya adalah transmitans (Gandjar dan Rohman, 2007) :

$$(T) = I/I_0 \text{ dan absorbansi } (A) = \log 1/T$$

dimana :

- T = transmitan
- $I_0$  = intensitas sinar mula-mula
- I = intensitas sinar setelah melalui larutan dengan ketebalan b
- A = absorbansi



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Mei 2014 di Laboratorium Kimia Fisik Edukasi Universitas Negeri Maulana Maulana Malik Ibrahim Malang dengan beberapa tahapan meliputi: preparasi abu ampas tebu dengan metode sol-gel hidrotermal yang dilakukan di Laboratorium Kimia Fisik Edukasi Universitas Negeri Maulana Maulana Malik Ibrahim Malang, kemudian sintesis zeolit dilanjutkan dengan tahap karakterisasi di Laboratorium Sentral FMIPA Universitas Negeri Malang dan Laboratorium Kimia Insitut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

#### 3.2 Alat dan bahan

##### 3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : seperangkat alat gelas, neraca analitik, *magnetic stirrer* dan *hot plate*, *stopwatch*, seperangkat refluks, desikator, oven (*Fischer Scientific*), tanur listrik (*Fischer Scientific*), *pH meter*, termometer, botol hidrotermal tipe teflon, Spektroskopi UV-Vis, XRD, XRF, dan FTIR.

##### 3.2.2 Bahan

Bahan- bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : abu ampas tebu dari hasil penelitian Amalia (2014) sebagai sumber silika ( $\text{SiO}_2$

44,6% wt), aquades, natrium hidroksida ( $\text{NaOH} \geq 99,5\%$  wt), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), asam klorida ( $\text{HCl}$  30 %), *methylen blue*, dan kertas saring.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Sintesis zeolit Y
2. Karakterisasi zeolit Y
  - a. XRD
  - b. FTIR
  - c. Analisis luas permukaan dengan absorpsi *methylen blue* kemudian dianalisis menggunakan UV-Vis
3. Analisis data

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Sintesis Zeolit Y (Sang, dkk., 2005)

Komposisi molar yang digunakan  $10\text{Na}_2\text{O} : 1,0\text{Al}_2\text{O}_3 : 15\text{SiO}_2 : 300\text{H}_2\text{O}$ . Pada perlakuan awalnya ialah dengan mencampur bahan-bahan yang dibutuhkan diantaranya alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), NaOH, silika dari abu ampas tebu, dan aquades ( $\text{pH}=7$ ) dimasukkan ke dalam botol hidrotermal tipe Teflon. Kemudian distirrer sampai homogen selama 30 menit dan dilakukan pemeraman selama 30 menit, kemudian dikristalisasi dengan metode hidrotermal  $100\text{ }^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Hasil padatan yang diperoleh dicuci beberapa kali dengan aquades sampai mencapai  $\text{pH}=7-8$ , kemudian dikeringkan pada suhu  $100\text{ }^\circ\text{C}$  selama 12 jam. Hasil sintesis

dikarakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui fase kristalnya dan kemurnian zeolit Y, dan FTIR digunakan untuk analisis struktur sintesis zeolit Y. Pada penelitian ini menggunakan variasi  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , sehingga komposisi molarnya sesuai perhitungan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perhitungan komposisi molar sintesis zeolit Y dari abu ampas tebu dengan variasi rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (2 : 2,5 : 3)

Rasio	Komposisi Molar Sintesis Zeolit Y	Simbol
2	10 $\text{Na}_2\text{O}$ : 7,5 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 15 $\text{SiO}_2$ : 300 $\text{H}_2\text{O}$	Y-1
2,5	10 $\text{Na}_2\text{O}$ : 6 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 15 $\text{SiO}_2$ : 300 $\text{H}_2\text{O}$	Y-2
3	10 $\text{Na}_2\text{O}$ : 5 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 15 $\text{SiO}_2$ : 300 $\text{H}_2\text{O}$	Y-3

Dari perhitungan komposisi molar pada Tabel 3.1. maka dapat dihitung jumlah bahan yang akan ditambahkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Komposisi bahan sintesis zeolit Y dari abu ampas tebu dengan variasi rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (2 : 2,5 : 3) dengan (1/250) resep

Rasio	NaOH	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{H}_2\text{O}$
2	3,23 gr	8,08 gr	3,06 gr	20,88 gr
2,5	3,23 gr	8,08 gr	2,45 gr	20,88 gr
3	3,23 gr	8,08 gr	2,04 gr	20,88 gr

### 3.4.2 Karakterisasi

#### 3.4.2.1 Analisis Kristalisasi dan Kemurnian Zeolit Y Menggunakan XRD

Karakterisasi dengan XRD dilakukan terhadap abu ampas tebu dan zeolit Y hasil sintesis variasi rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2, 2,5 dan 3. Mula-mula cuplikan dihaluskan hingga menjadi serbuk yang halus, kemudian ditempatkan pada preparat dan dipress dengan alat pengepres. Selanjutnya, ditempatkan pada *sampel holder* dan disinari dengan sinar-X pada sudut  $2\theta$  sebesar  $10-50^\circ$  (Rahman, 2009).

Karakterisasi padatan sampel dengan difraksi sinar-X (XDR JEOL JDX-3530 *X-ray Diffractometer*) menggunakan radiasi Cu-K $\alpha$  pada panjang gelombang  $\lambda = 1,541 \text{ \AA}$ , voltase 40 kV, dan arus 30 mA dengan rentang sudut  $2\theta = 5-50^\circ$ .

#### 3.4.2.2 Analisis Gugus Fungsi Zeolit Y Menggunakan FTIR

Karakterisasi dengan FTIR dilakukan terhadap zeolit Y hasil sintesis variasi rasio molar SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2 : 2,5 : 3). Mula-mula cuplikan dihaluskan hingga menjadi serbuk yang halus menggunakan mortal batu *agate* dengan dicampurkan padatan KBr, kemudian ditempatkan pada preparat dan dipress dengan alat pengepres untuk membentuk pellet. Selanjutnya ditempatkan pada *sample holder* dan dianalisa menggunakan FTIR.

#### 3.4.2.3 Analisis Luas Permukaan Zeolit Y dengan Metode *Methylen Blue* dan Diuji Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Metode adsorpsi *methylene blue* digunakan untuk penentuan luas permukaan spesifik. Langkah-langkah yang dilakukan adalah (Hidayah, 2004):

a. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Methylene blue* (MB)

Larutan *methylene blue* 5 ppm diukur pada panjang gelombang 600-680 nm dengan interval panjang gelombang 10 nm. Panjang gelombang yang memberikan serapan maksimum merupakan panjang gelombang maksimum.

b. Penentuan Waktu Kestabilan Larutan *Methylene blue*

Larutan *methylene blue* 5 ppm sebanyak 20 mL *dishaker* dengan variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, dan 90 menit, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum untuk setiap waktu tersebut dengan spektrofotometer UV-Vis, kemudian ditentukan waktu

kestabilan larutan *methylene blue* yaitu waktu penyerapan *methylene blue* cenderung stabil.

c. Pembuatan Kurva Baku

Dibuat seri larutan baku *methylene blue* dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 ppm, kemudian dibuat kurva hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi.

d. Penentuan Luas Permukaan

Sampel zeolit Y sesuai variasi rasio molar (2, 2,5 dan 3) ditimbang 0,05 gram, ditambahkan 20 mL larutan *methylene blue* 16 ppm, selanjutnya dikocok dengan *shaker* selama waktu kestabilan pada 150 rpm. Campuran disaring dan filtrat diukur absorbansinya dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang maksimum, kemudian dihitung luas permukaan masing-masing sampel zeolit Y dengan variasi rasio molar (2 : 2,5 : 3).

### 3.4.3 Analisis Data

Luas permukaan dihitung dengan rumus berikut:

$$S = \frac{X_m \times N \times A}{M} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

$S$  = Luas permukaan ( $m^2/g$ )

$X_m$  = *Methylene blue* yang terserap oleh 1 g adsorben (mg/g)

$A$  = Luas permukaan 1 molekul *methylene blue* ( $197,2 \times 10^{-20} m^2$ )

$N$  = Bilangan Avogadro ( $6,02 \times 10^{23}$  molekul/mol)

$M$  = Massa molekul *methylene blue* (320500 mg/mol)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan disajikan pembahasan tentang sintesis zeolit Y dari abu ampas tebu yang meliputi tahap pencampuran bahan, pemeraman, pemanasan (hidrotermal), pencucian zeolit, dan pengeringan. Setelah didapatkan hasil berupa zeolit Y kemudian dilakukan karakterisasi XRD untuk mengetahui kristalinitas dan kemurnian dari zeolit Y, analisis gugus fungsi zeolit Y dengan menggunakan FTIR, analisis luas permukaan spesifik zeolit Y dengan metode adsorpsi *methylene blue* dan diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

#### 4.1 Sintesis Zeolit Y

Pada penelitian ini sumber silika yang digunakan diperoleh dari abu ampas tebu hasil penelitian Amalia (2014). Abu ampas tebu yang telah dikarakterisasi menggunakan XRF diketahui kandungan silikanya sebesar 44,6 %, hasil XRF abu ampas tebu dapat diamati pada Tabel 4.1.

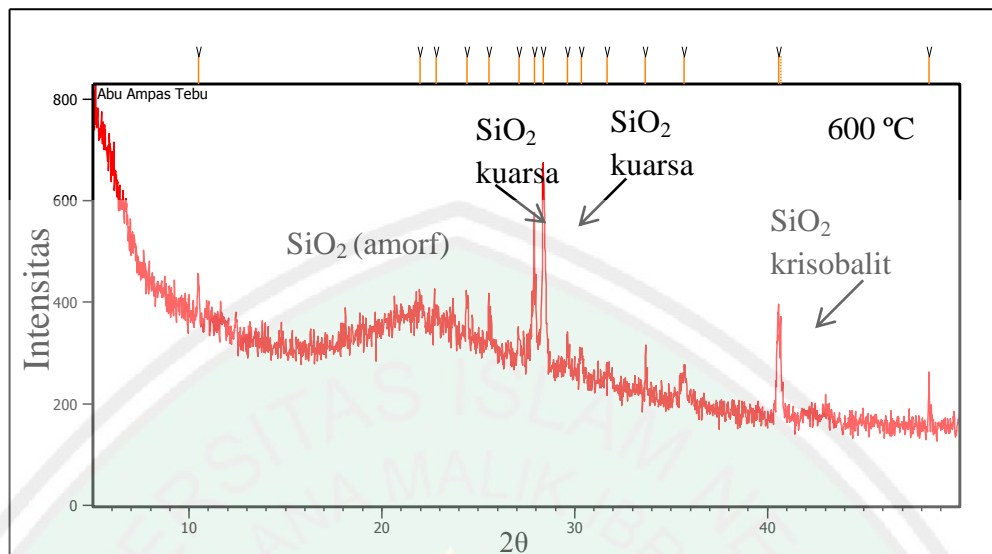
Struktur dan fase yang terkandung dalam sampel ditentukan dengan teknik difraksi sinar-X (XRD) pada sudut  $2\theta = 5-50^\circ$ . Gambar 4.1 adalah difraktogram abu ampas tebu hasil penelitian Amalia (2014). Pola difraktogram XRD abu ampas tebu dievaluasi dengan membandingkan nilai  $d$  (intensitas) dari puncak-puncak  $\text{SiO}_2$  pada sampel dengan puncak-puncak  $\text{SiO}_2$  dari JCPDS (*Joint Committee on Power Diffraction Standar*) dimana puncak  $\text{SiO}_2$  ditemukan pada daerah  $2\theta = 20^\circ-27^\circ$  (Hanafi dan Nandang, 2010).

Tabel 4.1 Data hasil XRF abu ampas tebu

Nama Unsur	Kadar Unsur
Si	44,6 %
Fe	25,0 %
K	11,8 %
Ca	9,48 %
Ni	2,80 %
P	1,9 %
Ti	1,4 %
Zn	0,98 %
Mn	0,72 %
Cu	0,47 %
Cr	0,27 %
Re	0,3 %
Eu	0,3 %
V	0,08 %
Ba	0,05 %

Sumber : Amalia (2014)

Puncak  $\text{SiO}_2$  pada Gambar 4.1 ditemukan pada  $2\theta = 27,90^\circ$  ( $d = 3,19\text{\AA}$ ) dan  $28,36^\circ$  ( $d = 3,14\text{\AA}$ ) dengan intensitas relatif berturut-turut : 75,34 % ; 100 % merupakan jenis  $\text{SiO}_2$  kuarsa, sedangkan  $2\theta = 40,56^\circ$  ( $d = 2,22\text{\AA}$ ) dan  $40,68^\circ$  ( $d = 2,22\text{\AA}$ ) dengan intensitas relatif berturut-turut : 55,59 % ; 51,08 % merupakan jenis  $\text{SiO}_2$  kristobalit. Jenis  $\text{SiO}_2$  kuarsa dan kristobalit merupakan jenis  $\text{SiO}_2$  kristalin. Pada Gambar 4.1  $\text{SiO}_2$  kristalin sangat sedikit, sehingga  $\text{SiO}_2$  abu ampas tebu sebagian besar memiliki fasa amorf.



Gambar 4.1 Hasil XRD abu ampas tebu (Sumber: Amalia, 2014)

Sintesis zeolit Y dengan metode sol gel terdapat dua tahapan utama yaitu hidrolisis dan polikondensasi (Widodo, 2010). Pada tahap hidrolisis terjadi pada saat awal pencampuran komponen zeolit dengan distirrer selama 30 menit. Komponen zeolit diantaranya  $\text{SiO}_2$  dari abu ampas tebu,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NaOH}$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Pada tahap ini,  $\text{SiO}_2$  dari abu ampas tebu dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sebagai prekursor, terhidrolisis dengan penambahan air pada kondisi basa (dengan penambahan  $\text{NaOH}$ ) menghasilkan sol (koloid yang mempunyai padatan tersuspensi dalam larutannya).

Fungsi  $\text{NaOH}$  dalam sintesis zeolit sebagai aktivator selama peleburan untuk membentuk garam silikat dan aluminat yang larut dalam air, yang selanjutnya berperan dalam pembentukan zeolit selama proses hidrotermal. Selain itu juga, fungsi  $\text{NaOH}$  untuk membentuk larutan dalam suasana basa karena pada pH basa ( $\text{pH} = 12$ ) di dalam larutan akan terjadi polimerisasi ion-ion pembentuk zeolit. Menurut Warsito, dkk (2008) pada pH basa terbentuk anion



$\text{Al}(\text{OH})_4^-$  atau  $\text{AlO}_2^-$  yang merupakan anion pembentuk zeolit yang berasal dari sumber alumina dan terbentuk ion  $\text{Si}(\text{OH})_4^-$  dari silika yang merupakan ion utama dalam pembentukan kerangka zeolit.

Tahap selanjutnya dari metode sol gel adalah polikondensasi, pada tahapan ini terjadi proses transisi sol menjadi gel. Untuk menghasilkan gel yang maksimal, diperlukan tahap pemeraman/pematangan gel yang dilakukan selama 30 menit. Berdasarkan hasil penelitian Widiawati (2005) menyebutkan bahwa pada tahap pemeraman (*ageing*) terjadi reaksi pembentukan jaringan gel yang kaku, kuat dan menyusut dalam larutan. Tahapan ini merupakan tahapan yang berperan penting dalam sintesis zeolit karena meliputi proses pembentukan gel yang merupakan awal dari pembentukan inti dan pertumbuhan kristal.

Setelah terbentuk gel kemudian dilanjutkan dengan hidrotermal pada suhu  $100\text{ }^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Tujuannya untuk meningkatkan kistalinitas dan membentuk keseragaman susunan kristal pada zeolit. Menurut Warsito dkk (2008) pembentukan kristal zeolit terjadi pada proses hidrotermal. Pada tahap pembentukan kristal, gel amorf akan mengalami penataan ulang pada strukturnya yang terurai membentuk susunan yang lebih teratur dengan adanya pemanasan, sehingga dapat terbentuk embrio inti kristal. Pada keadaan ini terjadi kesetimbangan antara embrio inti kristal, gel amorf sisa, dan larutan lewat jenuh pada keadaan metastabil. Jika gel amorf sisa larut kembali, maka akan terjadi pertumbuhan kristal dari embrio inti tersebut sampai gel amorf sisa habis dan terbentuk kristal dalam keadaan stabil.

Berikut reaksi yang mungkin terjadi pada proses sol gel yang dilanjutkan hidrotermal secara keseluruhan (Kondru dkk, 2011) :

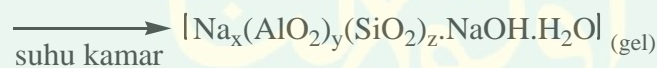
Reaksi yang terjadi pada pengambilan silika :



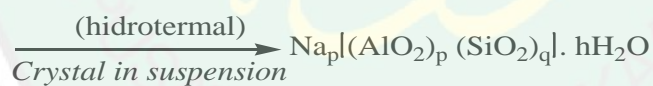
Reaksi pembuatan aluminat :



Reaksi keseluruhan :



**(Fase Gel- Meta stabil)**



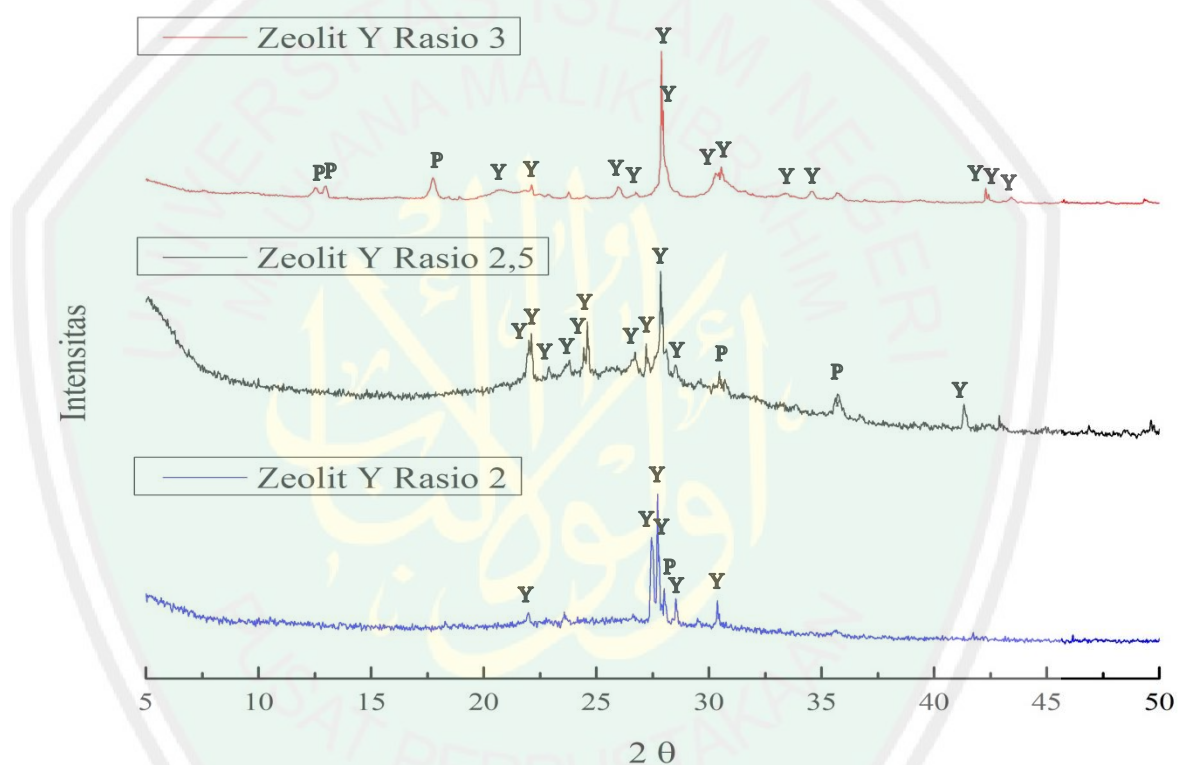
**(Fase stabil)**

Tahap terakhir metode sol gel hidrotermal adalah *drying* (pengeringan) untuk menghilangkan air dan cairan yang tidak diinginkan dalam zeolit Y, sehingga dapat memperluas permukaan zeolit Y.

## 4.5 Karakterisasi Zeolit Y

### 4.5.1 Analisis Kristalisasi dan Kemurnian Zeolit Y menggunakan XRD

Struktur dan fasa yang terkandung dalam sampel zeolit Y ditentukan dengan menggunakan teknik difraksi sinar-X pada sudut  $2\theta = 5-50^\circ$ . Gambar 4.2 merupakan difraktogram zeolit Y rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2, 2,5, dan 3.



Gambar 4.2 Difraktogram zeolit Y rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2, 2,5 dan 3 hasil perbandingan dengan zeolit Y standar

Gambar 4.2 menunjukkan pola difraksi sinar X zeolit Y rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2, 2,5, dan 3. Pada gambar tersebut sudut  $2\theta = 27,71^\circ$  (rasio 2),  $27,85^\circ$  (rasio 2,5), dan  $27,88^\circ$  (rasio 3) merupakan puncak yang cukup tinggi pada zeolit Y, namun terbentuk juga puncak zeolit P. Puncak ini sesuai dengan zeolit Y dan P standar JCPDS, terlihat puncak zeolit P semakin bertambah dengan bertambahnya rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  dapat diamati pada Tabel 4.2.

Pada penelitian ini hasil sintesis zeolit yang terbentuk berupa campuran zeolit Y dan P dengan hasil zeolit Y yang paling dominan. Hal ini disebabkan oleh pembentukan kerangka faujasit dapat mengalami keadaan metastabil dan juga zeolit Y lebih kompetitif terhadap zeolit P. Hasil terbaik sintesis zeolit Y pada penelitian ini pada rasio 2,5 dengan kristalinitas yang tinggi dan sedikit campuran zeolit P, rasio ini sesuai dengan hasil penelitian Rahman dkk (2009) dengan rasio terbaik hasil sintesis zeolit Y adalah 2,43.

Tabel 4.2 Hasil perbandingan zeolit Y dengan data JCPDS *Power Diffraction File*

Nama Sampel	Z-Y (2θ)		Z-Y Standar (2θ)		Z-P (2θ)	Z-P Standar (2θ)
Z-Y (2)	22,00° 27,43° 27,71°	27,80° 28,52° 30,36°	21,98° 27,52° 27,52°	27,52° 28,26° 30,16°	28,01°	28,10°
Z-Y (2,5)	22,00° 22,11° 22,89° 23,72° 24,42° 24,59°	26,74° 27,21° 27,85° 28,52° 41,30°	21,98° 21,98° 23,19° 24,06° 24,06° 24,06°	26,24° 27,52° 27,52° 28,26° 41,28°	30,45° 35,74°	30,84° 35,76°
Z-Y (3)	17,73° 20,64° 25,96° 26,74° 27,88° 27,97°	30,29° 33,46° 34,58° 42,29° 42,40° 43,41°	17,91° 20,71° 25,44° 26,24° 27,52° 27,52°	30,16° 33,66° 34,69° 42,66° 42,66° 43,51°	12,53° 13,01° 30,54°	12,46° 12,46° 30,84°

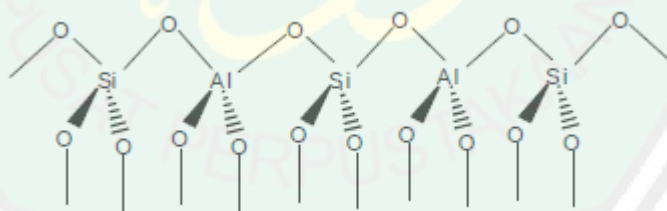
\* Z-Y = zeolit Y, \*Z-P = zeolit P

Semakin tinggi rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , intensitas puncak semakin tinggi. Intensitas puncak rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  3 > rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2,5 > rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2. Perbedaan intensitas ini diperkirakan terjadi, karena jumlah bidang kistal yang dihasilkan pada masing-masing rasio berbeda, sehingga sinar yang dipantulkan

dari bidang kristal akan berbeda. Sampel yang mampu memantulkan sinar lebih banyak akan menghasilkan intensitas yang tinggi, sehingga kristalinitas dari zeolit Y semakin meningkat, sesuai dengan Armaroli dkk (2010) dan Kholifah dkk (2010).

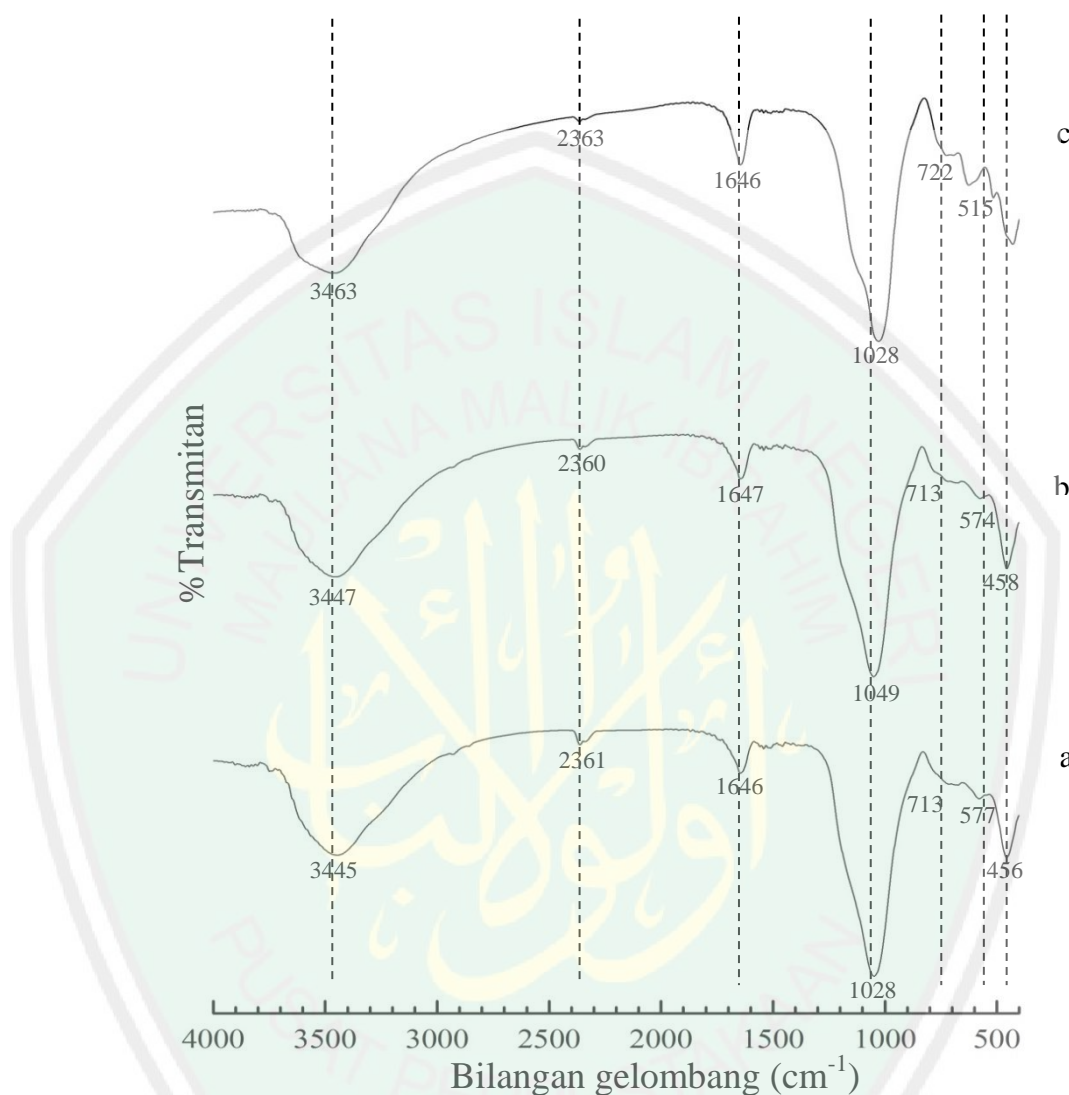
#### 4.5.2 Analisis Gugus Fungsi Zeolit Y Menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red Spectroscopy*)

Karakterisasi zeolit Y dengan spektrofotometer infra merah (IR) bertujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada zeolit Y hasil sintesis dan untuk mengetahui terbentuknya struktur kerangka aluminasilikat zeolit. Zeolit secara umum mempunyai daerah serapan infra merah yang khas di sekitar bilangan gelombang  $1200\text{-}300\text{ cm}^{-1}$  karena pada daerah ini memuat vibrasi fundamental kerangka tertrahedral ( $\text{SiO}_4/\text{AlO}_4$ ) yang merupakan satuan-satuan pembangun kerangka zeolit (Murni dan Helmawati, 2006 ) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Struktur kerangka aluminosilikat zeolit

Hasil spektra IR zeolit Y hasil sintesis ditunjukkan pada Gambar 4.4 dengan interpretasi spektra IR pada Tabel 4.3.



Gambar 4.4 Spektra infra merah zeolit Y rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$   
a) 2 b) 2,5 dan c) 3

Pada struktur zeolit diketahui karakter aluminosilikat terdapat jaringan internal dan eksternal, yang merupakan jaringan internal zeolit ditunjukkan pada daerah serapan sekitar  $500\text{-}420\text{ cm}^{-1}$ ,  $820\text{-}650\text{ cm}^{-1}$ , dan  $1250\text{-}950\text{ cm}^{-1}$ . Daerah serapan sekitar  $820\text{-}650\text{ cm}^{-1}$  mewakili vibrasi ulur simetri O-Si-O dan O-Al-O, sedangkan daerah serapan sekitar  $1250\text{-}950\text{ cm}^{-1}$  mewakili vibrasi ulur asimetri, serta vibrasi tekuk dari Si-O dan Al-O pada kerangka aluminosilikat pada zeolit

muncul pada daerah serapan  $500-420\text{ cm}^{-1}$ . Spektra pada daerah-daerah tersebut ditunjukkan oleh semua sampel zeolit yang dianalisis. Cincin ganda merupakan karakter kerangka zeolit pada jaringan eksternal antara lapisan zeolit satu dengan yang lainnya. Karakter spesifik cincin ganda tersebut ditunjukkan pada daerah serapan  $650-500\text{ cm}^{-1}$ . Serapan pada daerah  $650-500\text{ cm}^{-1}$  juga ditunjukkan pada semua sampel. Adanya vibrasi ulur dan tekuk tersebut menunjukkan telah terbentuknya kerangka aluminosilikat seperti pada Gambar 4.3 pada setiap sampel.

Tabel 4.3 Interpretasi spektra IR zeolit Y hasil sintesis rasio 2, 2,5 dan 3

No	Bilangan gelombang Standar*	Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )			Interpretasi
		Zeolit Y rasio 2	Zeolit Y rasio 2,5	Zeolit Y rasio 3	
1	500-420	456	458	428	Vibrasi tekuk T-O (Si-O atau Al-O)
2	650-500	577	574	515	Cincin ganda
3	820-650	713	713	722	Vibrasi ulur simetri O-Si-O atau O-Al-O
4	1250-950	1047	1049	1028	Vibrasi ulur asimetri $\leftarrow \text{O Si} \rightarrow \leftarrow \text{O}$ $\leftarrow \text{O Al} \rightarrow \leftarrow \text{O}$
5	1650-1645	1646	1647	1646	Vibrasi tekuk Si-OH
6	3200-3600	3445	3447	3463	Ikatan ulur O-H

\*Warsito, dkk (2008)

Pengaruh variasi molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  dapat diketahui dari data FTIR, menurut Widiawati (2005), daerah panjang gelombang yang memberikan informasi pengaruh rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  adalah  $650-800\text{ cm}^{-1}$ . Zeolit dengan rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  tinggi akan memiliki frekuensi getaran di daerah  $650-800\text{ cm}^{-1}$  yang lebih tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kenaikan spektra pada panjang gelombang sampel zeolit Y rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2, 2,5 dan 3 berturut-turut  $713\text{ cm}^{-1}$  dan  $722\text{ cm}^{-1}$ . Spektra zeolit dapat mengalami pergeseran. Pergeseran tersebut

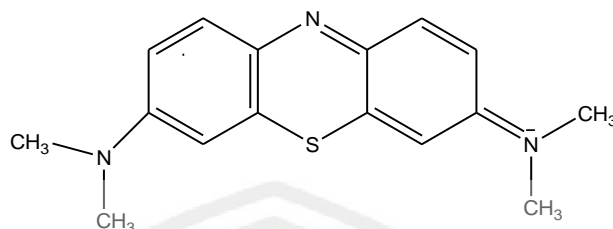
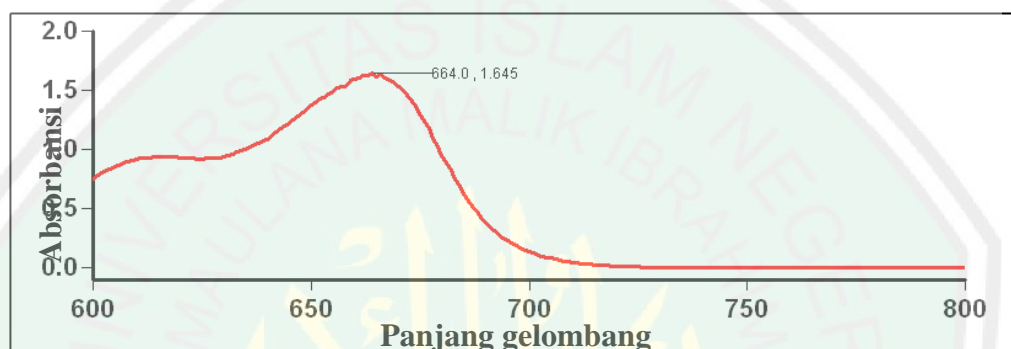
disebabkan oleh berkurangnya jumlah Al-O dalam kerangka zeolit dengan rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  yang semakin tinggi. Semakin tinggi rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  maka jumlah Al akan semakin sedikit dibandingkan Si, sehingga dengan berkurangnya Al-O dalam kerangka zeolit menyebabkan intensitas pada daerah Al-O berkurang yang berakibat bergesernya puncak ke daerah frekuensi getaran Si-O, artinya bergeser ke frekuensi getaran yang lebih tinggi. Sehingga, dapat disimpulkan sampel zeolit Y yang memiliki puncak pita pada panjang gelombang 650-800  $\text{cm}^{-1}$  adalah sampel zeolit Y rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  3 > sampel zeolit Y rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2,5 > sampel zeolit Y rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2.

#### **4.5.3 Analisis Luas Permukaan dengan Adsorpsi *Methylene Blue* Kemudian Dianalisis Menggunakan UV-Vis**

##### **4.5.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Methylene Blue* (MB)**

Penentuan luas permukaan zeolit Y dilakukan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi zeolit Y terhadap larutan *methylene blue*. Senyawa *methylene blue* merupakan senyawa berwarna. Hal ini dapat diketahui dari struktur *methylene blue* pada Gambar 4.5 yang memiliki ikatan terkonjugasi yang merupakan ikatan rangkap yang berselang-seling dengan satu ikatan tunggal. Dalam orbital molekul, elektron-elektron phi ( $\pi$ ) mengalami delokalisasi lanjut dengan adanya ikatan terkonjugasi. Penyerapan radiasi ultraviolet dan sinar tampak pada *methylene blue* dibatasi oleh sejumlah gugus fungsional yang disebut kromofor yang mengandung elektron valensi dengan tingkat energi eksitasi yang relatif rendah (Gandjar dan Rohman, 2011). Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum *methylene blue* ditunjukkan pada Gambar 4.6



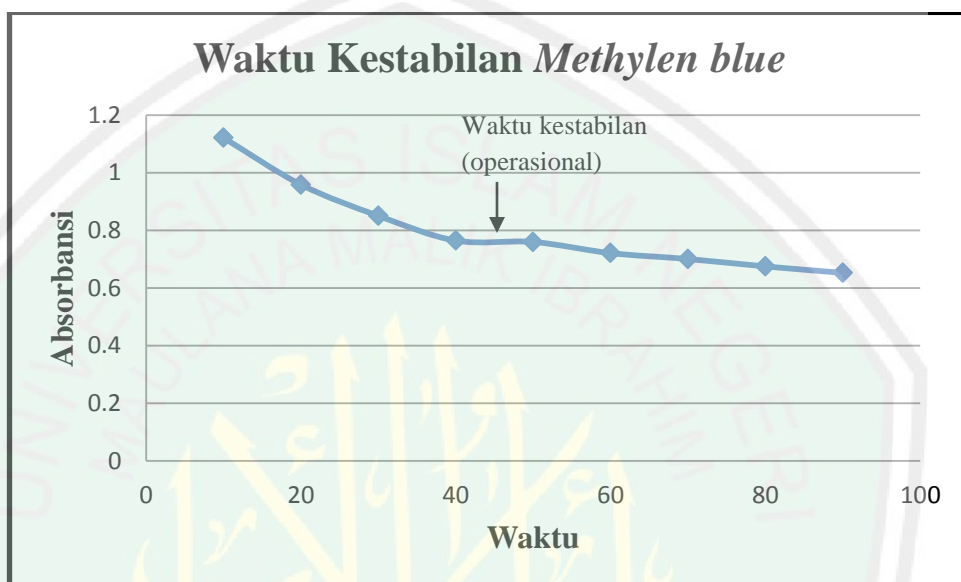
Gambar 4.5 Struktur *Methylene blue*Gambar 4.6 Kurva hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang dari *methylene blue*

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimal *methylene blue* pada  $\lambda = 664,0$  nm. Hal ini sesuai dengan penelitian Rianto (2012). Pada panjang gelombang tersebut merupakan daerah sinar tampak (*visible*) dengan warna komplementer *methylene blue* adalah biru, sehingga warna serapan yang dihasilkan adalah warna merah.

#### 4.5.3.2 Penentuan Waktu Kestabilan Larutan *Methylene blue*

Penentuan waktu kestabilan *methylene blue* bertujuan untuk mengetahui waktu pengukuran yang paling stabil. Waktu kestabilan ditentukan dengan mengukur hubungan antara waktu pengukuran dengan absorbansi larutan. Pada saat awal terjadi reaksi, absorbansi *methylene blue* meningkat sampai waktu tertentu hingga diperoleh absorbansi yang stabil. Semakin lama waktu pengukuran, maka ada kemungkinan *methylene blue* menjadi rusak atau terurai, sehingga

intensitas warnanya turun. Akibatnya, absorbansinya juga turun. Oleh sebab itu, penentuan waktu kestabilan *methylene blue* perlu dilakukan. Hasil pengukuran waktu kestabilan *methylene blue* dapat dilihat Gambar 4.7.

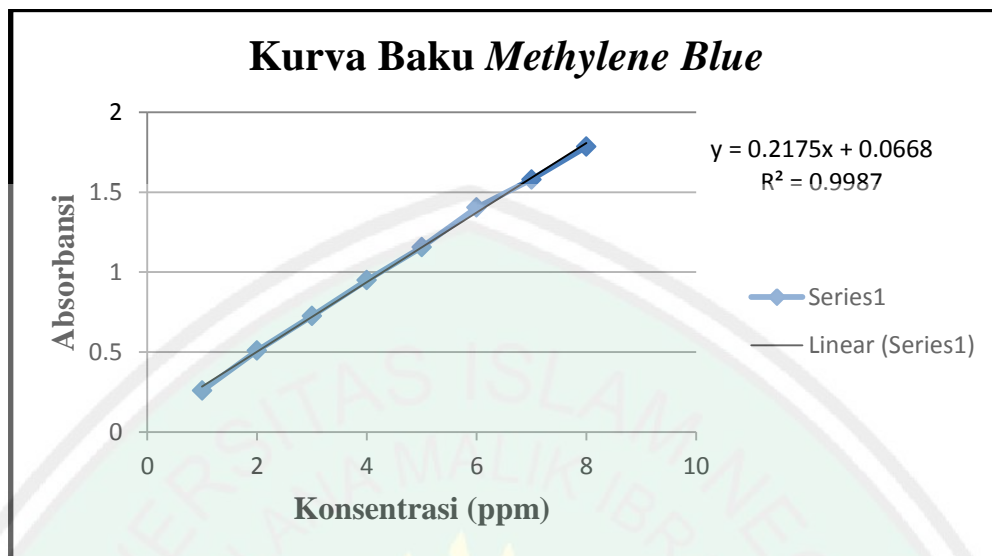


Gambar 4.7 Grafik hasil pengukuran waktu kestabilan *methylene blue*

Pada Gambar 4.7 menunjukkan waktu kestabilan (waktu operasional) *methylene blue* pada rentang waktu 40-50 menit. Rentang waktu tersebut sesuai dengan penelitian Rianto (2012) dimana waktu operasional zeolit pada menit ke-40 yang menghasilkan serapan *methylene blue* pada zeolit lebih banyak.

#### 4.5.3.3 Pembuatan Kurva Baku

Pembuatan kurva baku dilakukan dengan menggunakan berbagai konsentrasi larutan *methylan blue* yakni 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 ppm. Pembuatan kurva baku bertujuan untuk menentukan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi *methylene blue*. Hasil pengukuran kurva baku ditunjukkan Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Kurva baku *methylene blue* konsentrasi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 ppm

Berdasarkan Gambar 4.8 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang digunakan berbanding lurus dengan absorbansinya. Hal ini sesuai dengan hukum Lambert-Beer, sehingga dari kurva baku tersebut didapatkan persamaan  $y = 0,2175x + 0,0668$ , dengan  $y$  adalah absorbansi dan  $x$  adalah konsentrasi *methylene blue*.

#### 4.5.3.4 Penentuan Luas Permukaan

Hasil adsorpsi zeolit terhadap larutan *methylene blue* dianalisis dengan mengukur berat *methylene blue* teradsorpsi oleh zeolit (mg/g) dengan mencari selisih konsentrasi larutan *methylene blue* sebelum diadsorpsi oleh adsorbat dan konsentrasi *methylene blue* setelah diadsorpsi oleh adsorbat. Hasil uji luas permukaan zeolit Y rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2, 2,5 dan 3 dapat diamati pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 menunjukkan adanya perbedaan luas permukaan spesifik zeolit Y terhadap masing-masing rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ . Luas permukaan spesifik tertinggi yang didapatkan dari perlakuan ketiga variasi rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$

rasio 3 sebesar 15,1787 m<sup>2</sup>/gram. Hal ini sesuai dengan pengaruh rasio molar terhadap luas permukaan zeolit. Kasmui dkk (2008) menyatakan bahwa semakin besar rasio molar SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , maka semakin besar ukuran pori zeolit, sehingga penyerapan zeolit juga semakin besar.

Tabel 4.4 Luas permukaan zeolit Y dalam satuan waktu

Nama Zeolit	Luas Permukaan Spesifik (m <sup>2</sup> /gram)
Z-Y rasio 3	15,1787
Z-Y rasio 2,5	15,0805
Z-Y rasio 2	15,0914

\*Z-Y = zeolit Y

Pada proses adsorpsi terjadi pencampuran antara zeolit dan *methylene blue*. Interaksi yang terjadi ada beberapa kemungkinan diantaranya adanya *ion exchange* (pertukaran ion) antara ion Na<sup>+</sup> dengan *methylene blue*, sehingga terjadi interaksi elektrostatis antara MB<sup>+</sup> dengan muatan negatif (AlO<sub>4</sub>)<sup>-</sup>. Kemungkinan yang kedua adanya ikatan hidrogen antara gugus hidroksil (OH) pada zeolit dengan muatan positif atom N atau atom S pada MB. Kemungkinan yang lainnya adanya ikatan hidrogen CH-O yaitu ikatan CH dari MB dengan atom O dari zeolit (Simoncic dan Armbruster, 2005).

#### 4.6 Sintesis Zeolit Y dari Abu Ampas Tebu Perspektif Islam

Berdasarkan penelitian ini disebutkan bahwa ampas tebu yang dibuat sebagai bahan dasar sintesis zeolit Y selain alumina, dapat diaplikasikan untuk absorben, katalis, penukar ion, baik dalam skala laboratorium maupun industri. Zeolit Y merupakan kristal aluminosilikat sintesis yang terdiri dari kesatuan mata

rantai sangkar sodalit yang berikatan membentuk cincin ganda beranggota enam yang dihubungkan dengan atom oksigen (Kasmui dkk, 2008). Zeolit Y merupakan salah satu jenis zeolit sintesis, yang memiliki banyak keunggulan diantaranya sebagai padatan pendukung katalis untuk reaksi hidrorengkah fraksi minyak bumi (Kasmui dkk, 2008), removal, pemisah fruktosa-glukosa, pemisah N<sub>2</sub> di udara dan bahan pendingin kering (Saputra, 2006). Dari keunggulan-keunggulan tersebut, menunjukkan bahwa zeolit Y sangat menarik untuk disintesis.

Bahan utama sintesis zeolit Y adalah silika dan alumina, pada penelitian ini telah dilakukan sintesis zeolit Y dari abu ampas tebu yang merupakan sumber silika. Ampas tebu merupakan limbah penggilingan tebu yang kaya akan silika. Allah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan yang banyak memberi manfaat serta kenikmatan kepada manusia.

Allah SWT berfirman dalam Surat al An'am ayat 99 :

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ النَّخْلِ قِنَوانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّتِ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya :

*Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya.*

*Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman. (Qs. al An'am(6) : 99).*

Surat al An'am ayat 99 dalam Tafsir al-Aisar dijelaskan "*Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit lalu kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan...*" yaitu menumbuhkan berbagai macam tanaman dan tumbuh-tumbuhan. Dan mengatakan "*Maka Kami keluarkan darinya tanaman-tanaman yang menghijau...*" seperti, gandum, padi-padian kemudian dari tanaman tersebut keluarlah butiran-butiran biji yang sangat banyak. Ibnu abbas berkata, "*Al-Khadhiru*" seperti gandum, Tapioka, gerst (semacam gandum), padi, jagung dan yang termasuk didalamnya biji-bijian, kemudian Allah SWT menutup ayat dengan firman-Nya, "*Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman*". Karena orang-orang yang beriman itu hidup, bekerja, berfikir dan memahami bagaimanakah mendapatkan ayat-ayat itu yang dapat menunjukkan mereka pada perbuatan mengesakan Allah SWT. Sehingga ayat ini mengandung arti seruan kepada manusia untuk berfikir dan merenungkan kekuasaan Allah yang telah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan di bumi ini agar menjadi orang-orang yang beriman dan bersyukur (Al-Jazairi, 2007).

Selain tumbuh-tumbuhan yang disebutkan dalam Surat Al An'am ayat 99, masih banyak tumbuh-tumbuhan lain yang telah diciptakan oleh Allah swt di muka bumi ini, salah satunya adalah tanaman tebu. Tanaman tebu sangat bermanfaat bagi manusia dan juga hewan diantaranya sebagai bahan dasar gula. Dari tanaman tebu tersebut menghasilkan limbah yang berupa ampas tebu.

Limbah ampas tebu akan semakin bertambah jika tidak dimanfaatkan. Pembuangan limbah tersebut disertai dengan pembakaran yang dapat menyebabkan polusi udara yang mencemari lingkungan. Oleh karena itu, apabila pencemaran tersebut tidak dikurangi maka akan membahayakan bagi kehidupan manusia itu sendiri, Allah berfirman dalam Surat ar Rum ayat 41 :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا  
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya :

Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). (Qs. ar Ruum (30) : 41).

Salah satu cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembakaran ampas tebu tersebut, yaitu mengkaji secara ilmiah tentang pemanfaatan ampas tebu menjadi produk yang berguna dan mempunyai nilai tambah. Limbah tersebut dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai bahan utama sintesis zeolit Y selain alumina. Hal ini menunjukkan kekuasaan Allah menciptakan segala sesuatu di bumi ini tidak ada yang sia-sia. Sesuai dalam firman Allah SWT dalam Surat Shaad ayat 27 :

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۚ فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ  
كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ﴿٢٧﴾

Artinya :

Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, Maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka. (Qs. Shaad (38) : 27).

Surat Shaad ayat 27 mengandung arti seruan kepada manusia untuk berfikir dengan beragam bentuk ciptaan Allah swt dan segala hal di dunia ini, kecuali dzat Allah. Berfikir tidak hanya terbatas pada segi-segi materiil, namun menyentuh sisi-sisi maknawi (Qardhawi, 1998). Surat Shaad ayat 27 dalam tafsir al Maragi (Al Maragi, 1993) dijelaskan “*dan tidaklah Kami megadakan langit dan segala isinya yang berupa perhiasan dan barang-barang yang bermanfaat bagi manusia dan tidak pula Kami adakan bumi dengan segala isinya yang berupa hal-hal yang berfaedah, baik di permukaan bumi maupun di dalam perutnya, dan tidak pula Kami menciptakan apa-apa yang ada di antara keduanya, baik yang mereka ketahui maupun yang tidak mereka ketahui sebagai main-main dan kesia-siaan. Akan tetapi, Kami ciptakan itu semua memuat hikmat-hikmat yang nyata rahasia-rahasia yang amat berguna dan kemaslahatan-kemaslahatan yang banyak*”.

Pada ayat tersebut juga dijelaskan bahwa sesungguhnya Allah mempunyai tujuan dalam segala hal yang diciptakannya, untuk itu manusia telah dibekali akal oleh Allah untuk senantiasa berfikir agar dapat memanfaatkan segala penciptaan Allah dengan sebaik-baiknya. Seperti halnya, ampas tebu yang awalnya hanya sebagai limbah, dapat dimanfaatkan menjadi bahan utama sintesis zeolit Y yang dapat diaplikasikan salah satunya sebagai absorben. Kebenaran tersebut dibuktikan secara ilmiah dengan nilai daya serapnya terhadap *methylene blue* yang paling besar adalah pada rasio 3.

Penelitian ini merupakan pembuktian sederhana dari penciptaan Allah yang tidak sia-sia, yakni limbah ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai bahan



utama sintesis zeolit Y selain alumina yang dapat diaplikasikan salah satunya sebagai absorben. Sebagaimana firman Allah dalam Surat ar Ruum ayat 8 :

أَوَلَمْ يَتَفَكَّرُوا فِي أَنفُسِهِمْ ۗ مَا خَلَقَ اللَّهُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا إِلَّا بِالْحَقِّ  
وَأَجَلٍ مُّسَمًّى ۗ وَإِنَّ كَثِيرًا مِّنَ النَّاسِ بِلِقَائِ رَبِّهِمْ لَكٰفِرُونَ ﴿٨﴾

Artinya :

*Dan mengapa mereka tidak memikirkan tentang (kejadian) diri mereka? Allah tidak menjadikan langit dan bumi dan apa yang ada diantara keduanya melainkan dengan (tujuan) yang benar dan waktu yang ditentukan. dan Sesungguhnya kebanyakan di antara manusia benar-benar ingkar akan Pertemuan dengan Tuhannya. (Qs. ar Ruum (38) : 8).*

Al-Jazair menafsirkan Surat ar Ruum ayat 8, “Dan tidaklah Allah menciptakan langit dan bumi serta yang ada di antara keduanya kecuali dengan hak dan waktu tertentu...” Maksudnya, Allah SWT tidak menciptakan keduanya sia-sia, bahkan Allah SWT menciptakannya agar Allah SWT diingat dan disyukuri, kemudian apabila sampai pada waktu yang telah ditentukan untuk keduanya, lalu membangkitkannya kembali untuk dihisap. Dan ini adalah penetapan bahwa setelah kehancuran akan ada lagi kehidupan yang lain.

Surat ar Ruum ayat 8 mengandung penjelasan bahwa Allah SWT memerintahkan manusia untuk melihat, berfikir dan mengambil kesimpulan akan tanda-tanda kebesaran Allah SWT yang telah menciptakan langit dan bumi. Inilah bukti alasan Allah memberi akal pada manusia agar senantiasa berfikir dan merenungi tanda-tanda kebesaran Allah, dengan contoh yang sederhana yaitu pemanfaatan limbah ampas tebu.

Manusia yang senantiasa berfikir disertai dengan berdzikir dan amal saleh, merupakan sifat dari manusia ulul abab, sebagaimana dalam firman Allah Surat ali Imron ayat 191 :

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ  
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾


Artinya :

(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka. (Qs. ali Imron (3) : 191).

Perilaku manusia ulul albab yang dijelaskan dalam Surat ali Imron ayat 191 yaitu manusia yang telah dibekali akal dan hati oleh Allah, untuk senantiasa berfikir akan tanda-tanda kebesaran-Nya juga disertai dengan berdzikir menyebut nama Allah dalam situasi dan kondisi dimanapun dan kapanpun. Tafsir Al-Aisar (Al-Jazairi, 2007) menyebutkan sifat-sifat orang-orang yang ulul albab, yaitu mereka yang selalu berpikir tentang kebesaran penciptaan langit dan bumi, sehingga mereka mendapatkan jalan petunjuk untuk mengenal Allah SWT, maka mereka selalu mengingat-Nya dan bersyukur kepada-Nya, sehingga perilaku manusia yang ulul albab ialah manusia yang mampu menyalurkan hati dan akalnya untuk senantiasa berfikir, berdzikir dan amal shaleh.

Pada penelitian ini banyak yang bisa diambil hikmah untuk kehidupan sehari-hari sebagai renungan bagi manusia yang diciptakan sebagai makhluk yang lemah dan tidak bisa menghindar dari salah dan lupa. Manusia hidup di dunia ini tidak ada satupun yang perlu dibanggakan dari dirinya dan apapun yang

dimilikinya karena semua adalah milik Allah dan Allah maha segala-galanya. Sintesis zeolit merupakan penelitian yang bertujuan untuk membuat zeolit yang mirip dengan zeolit yang sudah tersedia di alam beratus-ratus tahun yang lalu. Zeolit alam merupakan ciptaan Allah SWT, sangat mudah bagi Allah untuk menciptakannya, sebagaimana dalam Surat Yaasiin ayat 82 :


 إِنَّمَا أَمْرُهُ إِذَا أَرَادَ شَيْئًا أَنْ يَقُولَ لَهُ كُنْ فَيَكُونُ

Artinya :

*Sesungguhnya keadaan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu hanyalah berkata kepadanya: "Jadilah!" Maka terjadilah ia. (Qs. Surat Yaasiin (36) : 82).*

Sedangkan manusia dengan segala kekurangannya, begitu rumitnya membuat zeolit buatan yang mirip dengan zeolit alam dengan berbagai metode rasio, waktu, suhu dan metode terbaik lainnya untuk menghasilkan produk yang mirip dengan zeolit alam, namun pada kenyataannya setelah di karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* masih saja banyak kekurangan dengan hasil sintesis yang masih jauh dari harapan, mirip dengan zeolit alam. Hal ini menyadarkan penulis bahwa tidak ada satupun bagian dari manusia yang perlu dibanggakan karena segalanya terbatas. Sintesis zeolit salah satu contohnya manusia mengerjakan tidak hanya satu hari atau dua hari, namun membutuhkan waktu berbulan-bulan untuk sintesis zeolit. Ada kekuatan yang Maha Dahsyat diatas segala-galanya pencipta alam semesta ini yaitu Allah ‘azza wa jalla yang ketika menciptakan sesuatu cukuplah dengan كُنْ فَيَكُونُ “jadilah, maka jadilah

*ia...*”. Sebagai manusia, haruslah terus bersyukur atas nikmat Allah yang telah diberikan untuk kehidupan di bumi ini dengan bertafakur dan mengagungkan keesaan Allah SWT serta beramal shaleh.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Karakterisasi zeolit Y hasil sintesis dibandingkan dengan data JCPDS (*Joint Committee Powder Diffraction Standards*) menghasilkan campuran zeolit Y dan P. Dari ketiga rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  hasil terbaik pada rasio 2,5. Semakin tinggi rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  maka kristalinitas zeolit juga semakin tinggi, dengan hasil zeolit Y rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  3 > rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2,5 > rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2. Hasil terbentuknya didukung pula dengan data FTIR ketiga rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  menghasilkan puncak-puncak pada panjang gelombang yang membentuk kerangka zeolit. Puncak khas untuk zeolit Y ditemukan pada daerah serapan  $1047\text{ cm}^{-1}$ ,  $1049\text{ cm}^{-1}$  dan  $1050\text{ cm}^{-1}$ . Hasil uji luas permukaan zeolit Y rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2, 2,5 dan 3 dengan adsorpsi *methylene blue* berturut-turut adalah  $15,0914\text{ m}^2/\text{gram}$ ,  $15,0805\text{ m}^2/\text{gram}$ , dan  $15,1747\text{ m}^2/\text{gram}$ .

#### 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menghasilkan zeolit Y murni dengan penambahan bibit silika dan templat organik, sintesis zeolit sebaiknya menggunakan autoklaf, analisis luas permukaan dengan metode BET karena hasil lebih akurat dan spesifik, serta diperlukan aplikasi lebih lanjut pada zeolit Y agar dapat dimanfaatkan secara optimal baik dalam skala laboratorium maupun industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. dan Khoirurrijal, L. 2008. Laboratorium Sintesis dan Fungsionalisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. ITB. Bandung.
- Affandi, S., Setyawan, H., Winardi, S., Purwanto, A., dan Balgis, R. 2009. *A Facile Method for Production of High Purity Silica Xerogel from Bagasse Ash*. *Advanced Powder Technology*.
- Aji, S.B., dan Anjar. 2009. *X-Ray Diffractometer*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Alberty, R.A. dan Daniels, F. 1983. *Kimia Fisika Jilid 1 Ed. 5*. Erlangga. Jakarta.
- Al-Jazairi, A. B. J. 2007. *Tafsir Al-Qur'an Al Aisar*. Jilid 2. Darus Sunnah. Jakarta.
- Al-Maraghi, A. M. 1993. *Tafsir Al Maraghi*. Juz 23. Toha Putra. Semarang.
- Amalia, S. 2014. *Aktivitas Zeolit X dari Abu Ampas Tebu sebagai Penukar Kation untuk Menurunkan Kesadahan Air*. Penelitian Penguatan Program Studi. Jurusan Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Maliki Malang.
- Arizanova, R. dan Vantiningtyas, E.K. 2010. *Sintesis Silika Aerogel Berbasis Abu Bagasse Untuk Media Penyimpan Hidrogen*. Laboratorium Elektrokimia dan Korosi. Teknik Kimia. FTI. ITS. Surabaya.
- Armaroli, T., Simon, L.J., Digne, M., Montanari, T., Bevilacqua, M., Valtchev, V., Patarin, J., dan Busca, G. 2006. Effects of crystal size and Si/Al ratio on the surface properties of H-ZSM-5 zeolites. *Applied Catalysis A: General*. Vol. 306. hal. 78-84.
- Arryanto, Y., Suwardi, Husaini, T., Affandi, S., Amini, M., Al Jabri, P., Siagian, D., Setyorini, A., Rahman, dan Pujiastuti, Y. 2011. *Zeolit dan Masa Depan Bangsa : Roadmap Revitalisasi Peranan Zeolit Alam Dalam Ketahanan Pangan dan Kedaulatan Bangsa*. Toprint. Yogyakarta.
- Barrer, R.M. 1982. *Hydrothermal Chemistry of Zeolites*, Academic Press.
- Breck, D. 1974. *Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry, and Use*. John Wiley and Sons: New York.

- Byrappa, K., dan Yoshimura, M. 2001. *Handbook of Hydrothermal Technology A Technology for Crystal Growth and Materials Processing*. Noyes Publication : Park. New Jersey. USA.
- Chand, P., Kumar, A., Gaur, A., dan Mahna., S.K. 2009. *Elemental Analysis of Ash using X-Ray Fluorescence Technique*. *Asian Journal of Chemistry*. Vol.21. No. 10. Department of Physics. National Institute of Technology. Kurukshetra-136 119. India.
- Cheng, Y., Wang L.J., Li J.S., Yang Y.C., dan Sun X.Y. 2005. *Preparation and Characterization of Nanosized ZSM-5 Zeolite in The Absence Of Organic Template*, *Materials Letters*. Vol. 59. hal. 3427-3430.
- Corma, A. 1997. *From Microporous to Mesoporous Molecular Sieve Materials and Their Use in Catalysis*, *Chem. Rev.*, 97, 2373-2419.
- Dartt, C.B., dan M.E. Davis. 1994. *Applications of Zeolites to Fine Chemical Synthesis*. *Catal. Today*. 19.151-186.
- Davidovits, J. 1994. *Properties of Geopolymer Cements*. First International Conference on Alkaline Cement and Concretes. Kiev. Ukraina.
- Eko, T., dan Anggoro, T. 2005. *Pembuatan Zeolit Sintesis HY: Pengaruh Suhu dan Waktu Kristalisasi*. Laporan Penelitian Mahasiswa. Teknik Kimia UNDIP. Semarang.
- Fernandez, B.R. 2011. *Sintesis Nanopartikel*. Universitas Andalas : Padang.
- Flanigen, E.M. 1991. *Zeolite and Molecular Sieves An Historical Perspective*. Elsevier Science Publishers B.V. New York.
- Galen, E. 1985. *Instrumental Method of Chemical Analysis*. Mc Graw Hill International Edition. P. 204-212. Singapore.
- Gandjar, I., dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis* Pustaka Pelajar : Yogyakarta.
- Ginting, I., Hermawan, S., dan Encey, T. 2005. *Pembuatan Perangkat Lunak Analisis Kualitatif Difraksi Sinar X dengan Metode Hanawatt*. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknik Nuklir*. P3Tkn – BATAN : Bandung.
- Hamdan, H. 1992. *Introduction to Zeolites: Synthesis, Characterization and Modifications*. Universitas Teknologi Malaysia. Malaysia.
- Hanafi, A. dan Nandang. A. 2010. *Studi Pengaruh Bentuk Silika dari Abu Ampas Tebu terhadap Kekuatan Produk Keramik*. *Jurnal Kimia Indonesia*. Volume 5 : 35-38. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Haryono, S. dan Sudjatmiko, A. 2011. *Kajian Kandungan Pozzolan pada Limbah Abu Ampas Tebu (Bagasse Ash) dengan Suhu Pembakaran Secara Terkontrol*. Simposium Nasional RAPI X. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Hayati, E.K. 2007. *Dasar-Dasar Analisis Spektroskopi*. UIN Malang Press : Malang.
- Hidayati, N. 2010. Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Sifat Fisik dan Mekanis Batako. *Skripsi*. Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara.
- Htay, M. dan Oo, M. 2008. *Preparation of Zeolite Y Catalyst for Petroleum Cracking*. World Academy of Science. Engineering and Technology.
- Ibrahim, S.A.B. 2007. Synthesis and Characterization of Zeolite from Sodium Aluminosilicate Solution. *Tesis*. School of Materials and Mineral Resources Engineering.
- Imam P, T., Arneli, dan Suseno, A. 2013. *Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Pengambilan Silika dari Abu Sekam Padi untuk Sintesis Zeolit dan Aplikasi sebagai Builder Detergen*. Vol. 1. No. 1. Hal 275-282. Fakultas Sains dan Matematika. Universitas Diponegoro. Kampus Tambalang. Semarang.
- Indrawati, L. 2009. *Teknologi Bahan Bangunan Bata dan Genteng*. Balai Penelitian Keramik : UGM. Yogyakarta.
- Indriani, H. dan Sumiarsih, E. 1992. *Budidaya Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Itnawita, Anita. S., Hanifah, T.A., Merlinda, dan Sanjaya, A. 2012. *Pemurnian Zeolit dari Abu Layang (Fly Ash) dengan HCl dan Uji Absorptivitas untuk Remediasi Logam Cu dan Cr dari Limbah Cair Elektroplating*. ISSN 2085-0050. Jurusan Kimia. FMIPA. Universitas Riau. Riau.
- Jacobs, P.A., dan Martens, J.A. 1987. *Synthesis of High-Silica Aluminosilicate : Studies in Surface and Catalysis*. Elsevier Science Publisher, Netherland.
- Kasmui, Muhlisin, Z., dan Sumarni, W. 2008. *Kajian Pengaruh Variasi Rasio Si/Al dan Variasi Kation Terhadap Perubahan Ukuran Pori Zeolit Y Dengan Menggunakan Metode Mekanika Molekuler*.
- Kenneth, J.B., dan Kieu. T.L. 1991. *The Preparation and Characterization of an X-Type Zeolite : An Experiment in Solid-State Chemistry*. Journal of Chemical Education. Vol. 68. No.10.



- Khalifah, S.N., Hartanto, D., dan Prasetyoko, D. 2009. Sintesis dan Karakterisasi ZSM-5 Mesopori dengan Variasi Rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ . Tesis Tidak Diterbitkan. Surabaya: Jurusan Kimia Anorganik. Fakultas FMIPA Insitut Teknologi Surabaya. Surabaya.
- Kim, S.D., Noh, S.H., Park, J.W., dan Kim. W.J. 2006. *Organic-Free Synthesis of ZSM-5 With Narrow Crystal Size Distribution Using Two-Step Temperature Process Microporous Mesoporous Matter*. 181 – 188.
- Koller, H. dkk. 1997.  *$^{13}\text{C}$  and  $^{23}\text{Na}$  Solid-State NMR Study on Zeolite Y Loaded with  $\text{Mo}(\text{CO})_6$* . Journal Physical Chemistry. Eindhoven University of Technology : Netherlands.
- Kondru, A.K., Kumar, P., Teng, T.T., Chand, S., Wasewar, K.L. 2011. *Synthesis and Characterization of Na-Y zeolite from coal fly ash and its effectiveness in removal of dye from aqueous solution by wet peroxide oxidation*. ARCH. ENVIRON. SCI. Vol 5. 46-54. Department of Chemical Engineering. Indian Insitute of Technology. India.
- Kuzniastova, T., Kim, Y., Shqau, K., Dutta, P.K., dan Verweij, H. 2007. *Zeta Potential Measurements of Zeolite Y : Application in Homogeneous deposition of Particle Coatings*. Microporous and Mesoporous materials 103. Science Direct. ELSEVIER. Department of Materials Science and Engineering. Ohio State University. USA.
- Mimura, H., Yokota, K., Akiba, K., dan Onodera. Y. 2001. *Alkali Hydrothermal Synthesis of Zeolites From Coal Fly Ash and Their Uptake Properties of Cesium Ion*. Journal of Nuclear Science and Technology. Vol. 38. No. 9. Hal: 766-772.
- Misran, E. 2005. *Industri Tebu Menuju Zero Waste Industry*. ISSN 1412-7814. Studi Teknik Kimia. Fakultas Teknik Sumatera Utara. Medan.
- Monsalve, A.G. 2004. *Active Acid Sites in ZeoliteCatalyzed Iso-butane/cis-2-Butene Alkylaton*. Germany: Institut für Technische Chemie der Technischen Universität München Lehrstuhl II.
- Mukti, R.R., Jentys, A., dan Lercher, J.A. 2007. *Orientation of Alkyl-Substituted Aromatic Molecules During Sorption in The Pores of H/ZSM-5 Zeolites*. Journal Physical Chemistry. 111. 3973-3980.
- Murni, D., dan Helmawati. 2006. *Studi Pemanfaatan Abu Sabut Sawit sebagai Sumber Silika pada Sintesis Zeolit 4A*. Laporan Penelitian. Program Studi Sarjana Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Riau. Pekanbaru : Riau.
- Nelson, S. A. 2001. “Clays Minerals”. Tulane University. <http://www.tulane.edu/~salnelson/eens211/mineralchemistry.htm>. Diakses tanggal 10 Oktober 2013.

- Oktavia, D. 2011. *Pengolahan Limbah Pabrik Gula*. <http://blogspot.com.Pengolahan-Limbah-Pabrik-Gula.html>. (Diakses tanggal 22 Mei 2013).
- Paturau, J.M. 1982. *By Product of The Cane Sugar Industry*. Institut für Technische Chemie der Universität Stuttgart : Amsterdam. ELSEVIER. Netherland.
- Pratomo, I., Wardhani, S., dan Purwonugroho, D. 2013. *Pengaruh Teknik Ekstraksi dan Konsentrasi HCl dalam Ekstraksi Silika dari Sekam Padi untuk Sintesis Silika Xerogel*. Vol. 2, No.1, pp 358-364. Jurusan Kimia. FMIPA. Universitas Brawijaya. Malang.
- Purba. 2013. *Potensi Ampas Tebu Sebagai Peluang Usaha*. <http://potensi-ampas-tebu-dalam-peluang-usaha.html>. (Diakses tanggal 22 Mei 2013)
- Rahman, M.M., Hasnida, N., dan Nik, W.B.W. 2009. *Preparation of Zeolite Y Using Local Raw Material Rice Husk as a Silica Source*. J. Sci. Res. 1 (2), 285-291. Journal Of Scientific Research. University of Malaysia.
- Rahmawati, R. 2012. Uji Aktivitas Antifungi Zeolit A dari Ampas Tebu Terhadap *Candida albicans*. *Skripsi*. Tidak Diterbitkan. Departemen Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga : Surabaya.
- Rakhmatullah, D.K.A., Wiradini, G., dan Ariyanto, N.P. 2007. Pembuatan Adsorben dari Zeolit Alam Dengan Karakteristik Adsorption Properties Untuk Kemurnian Bioetanol. *Laporan Akhir Penelitian*. Tidak Diterbitkan. Jurusan Teknik Fisika. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi : Bandung.
- Ratnasari, D. 2009. *Tugas Kimia Fisik X-Ray Diffraction (XRD)*. Universitas Sebelas Maret : Surakarta.
- Rianto, L.B. 2012. Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam Malang dengan Penambahan Logam Titanium menggunakan Metode Impregnasi. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Sang, S., Liu, Z., Tian, P., Liu, Z., Qu, L., dan Zhang, Y. 2006. *Synthesis of Small Crystals Zeolite NaY*. Material Letters 60. 1131-1133. China.
- Saputra, R. 2006. *Pemanfaatan Zeolit Sintetis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri*.
- Sastrohamidjojo, H. 1991. *Spektroskopi*. Liberty. Yogyakarta.
- Septia G.P. 2011. Studi Literatur Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Rasio NaOH : Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, Rasio Air/Prekursor, Suhu Curing, dan Jenis Prekursor Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer. *Skripsi*. Departemen Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok

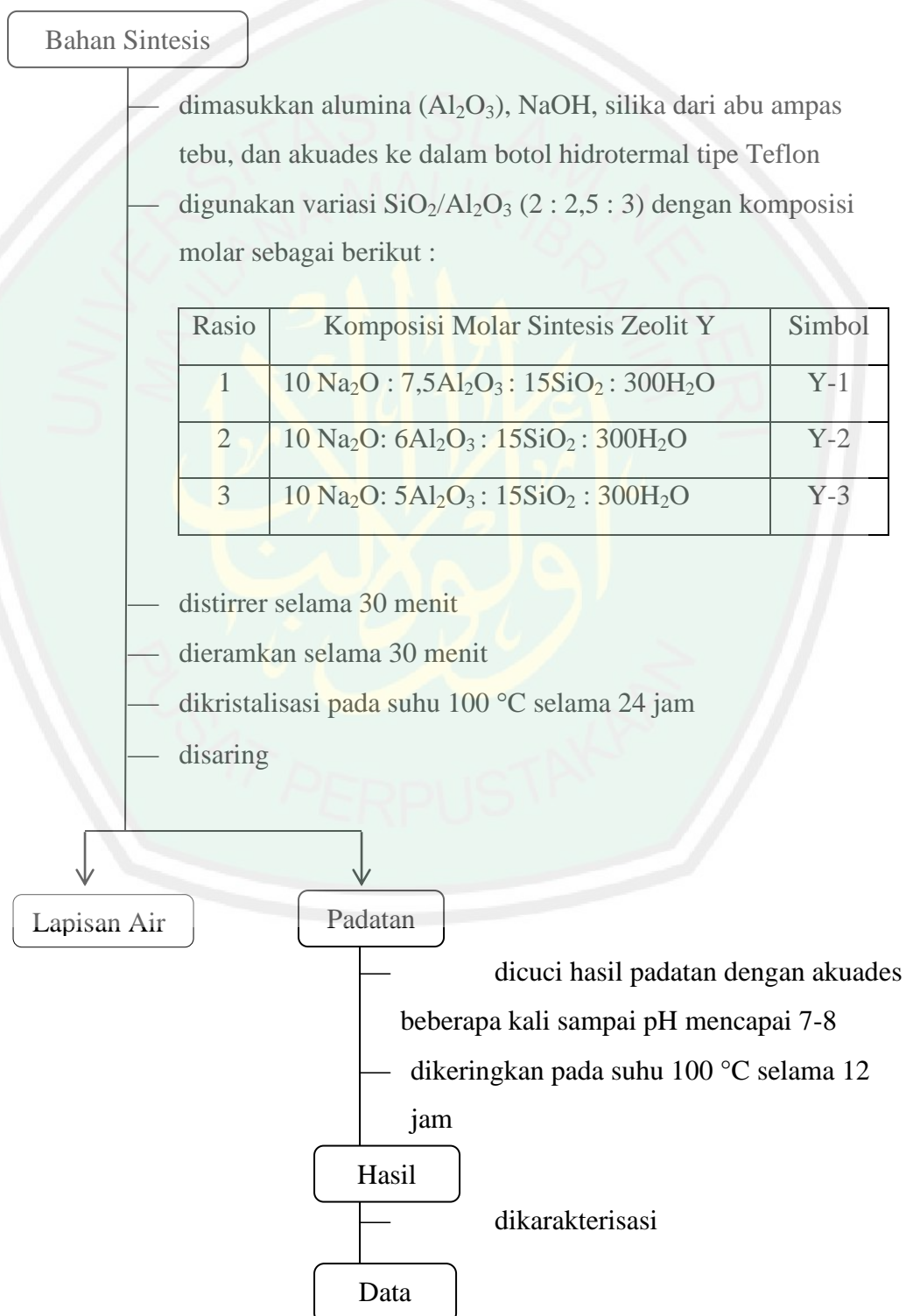
- Sholichah, F., Arnelli, dan Suseno, A. 2013. *Pengaruh Waktu Hidrotermal pada Sintesis Zeolit dari Abu Sekam Padi serta Aplikasinya sebagai Builder Detergen*. Vol.1. No.1. Jurusan Kimia. Fakultas Sains dan Matematika. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sihotang, E. 2009. *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Pada Pembuatan Mortar*. Skripsi. Departemen Fisika. Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara.
- Simonsic, P., dan Armbruster, T. 2005. *Cationic Methylen blue Incorporated into zeolite modernite-Na a single crystal X-Ray Study*. Microporous and Mesoporous Materials. Science Direct. ELSEIVER. University of Bern. Switzerland.
- Socrates, G. 1994. *Infrared Spectroscopy*. Chicester: John Wiley & Sons Ltd.
- Supratman, U. 2010. *Elusidasi Struktur Senyawa Organik Metode Spektroskopi Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Widya Padjajaran : Padjajaran.
- Szostak, R. 1989. *Molecular Sieves Principles of Synthesis and Identification*. Van Nostrand Reinhold Catalysis Series. Elsevier Ltd.
- Tan, K.H. 1991. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Trisunaryanti, W. 2006. *Buku Ajar Kimia Zat Padat*. Fakultas MIPA. UGM : Yogyakarta.
- Treacy, M.M.J. dan J.B. Higgins, J.B. 2001. *Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites*. ELSEIVER. Amsterdam.
- Unstundag, Z., Kalfa, O.M., Erdogian, Y., dan Kadioglu, Y.K. 2006. *Nucl. Instr and Meth. B*. 251 213.
- Warsito, S., Sriatun dan Taslimah. 2008. *Pengaruh Penambahan Surfaktan Cetyltrimethylammonium Bromide (n-CTMABr) pada Sintesis Zeolit-Y*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Weitkamp, J., dan Puppe, L. 1999. *Catalysis and Zeolite*. Springer-Verlag. Berlin.
- Wibowo, F.X.N., Hatmoko, J.T., dan Wigroho, H.Y. 2006. *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen dalam Pembuatan Beton*.
- Widiawati. 2005. *Sintesis Zeolit dari Abu Ketel Asal Pg. TasikMadu : Ragam Zeolit Pada Berbagai Konsentrasi Natrium Aluminat*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengatahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Widati, A.A., Baktir, A. Hamami, S., dan Rahmawati, R. 2010. *Synthesis of Zeolite a from Baggase and Its Antimicrobial Activity on Candida albicans*.15 (2): 78-81. Department of Chemistry. University of Airlangga. Surabaya.
- Widodo, S. 2010. *Teknologi Sol Gel Pada Pembuatan Nano Kristalin Metal Oksida Untuk Aplikasi Sensor Gas*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. ISSN : 1411-4216. LIPI. Bandung.
- Wirth, K. dkk. 2009. *X-Ray Fluorescence (XRF)*. [http://serc.carleton.edu/research\\_education/geochemsheets/techniques/XRF.html](http://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/XRF.html). Indianapolis: Indiana University-Purdue University. Diakses tanggal 10 Oktober 2013.
- Weitkamp, J. 2000. *Zeolites and Catalysis, Solid State Ionics*. 131.175-188.
- Weitkamp, J., dan Puppe, L. 1999. *Catalysis and Zeolite*. Springer-Verlag. Berlin.
- Yoshida, A. dan Inoue, K. 1986. *Zeolites*. Academic press : London.

## LAMPIRAN 1

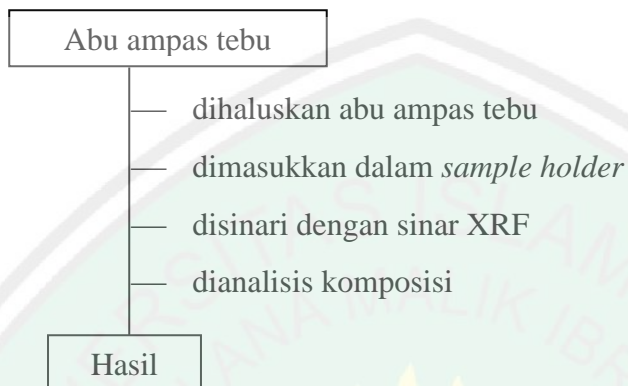
## SKEMA KERJA

## 1.1 Sintesis Zeolit Y dari Abu Ampas Tebu (Sang, dkk., 2006) :

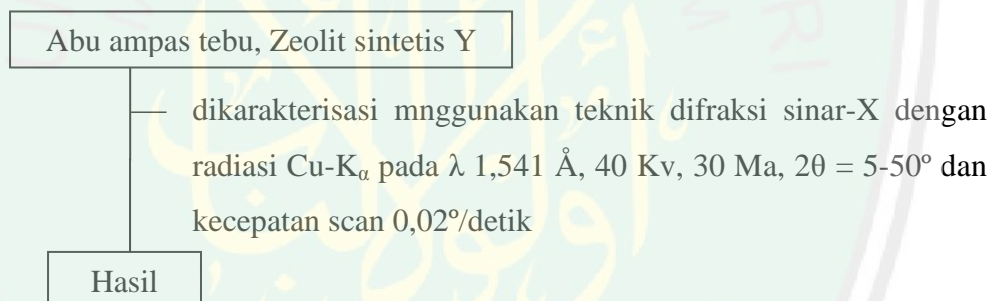


## 1.2 Karakterisasi

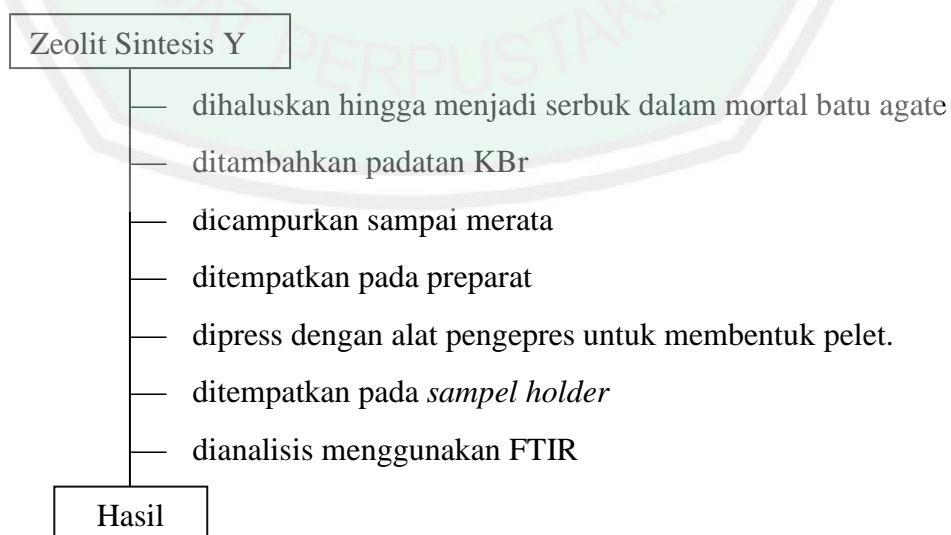
### 1.2.1 Karakterisasi dengan XRF



### 1.2.2 Karakterisasi dengan XRD



### 1.2.3 Karakterisasi dengan FTIR

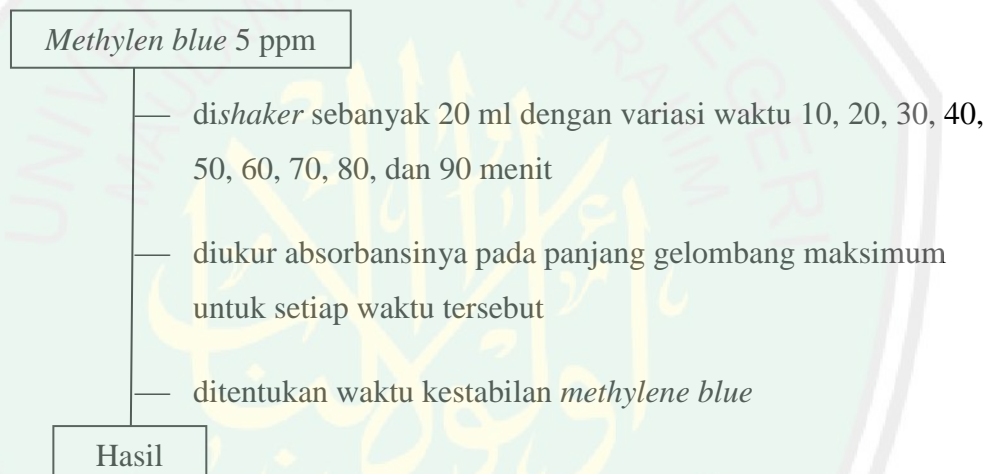


### 1.2.4 Karakterisasi Luas Permukaan dengan Analisis Adsorpsi *Metylen Blue*

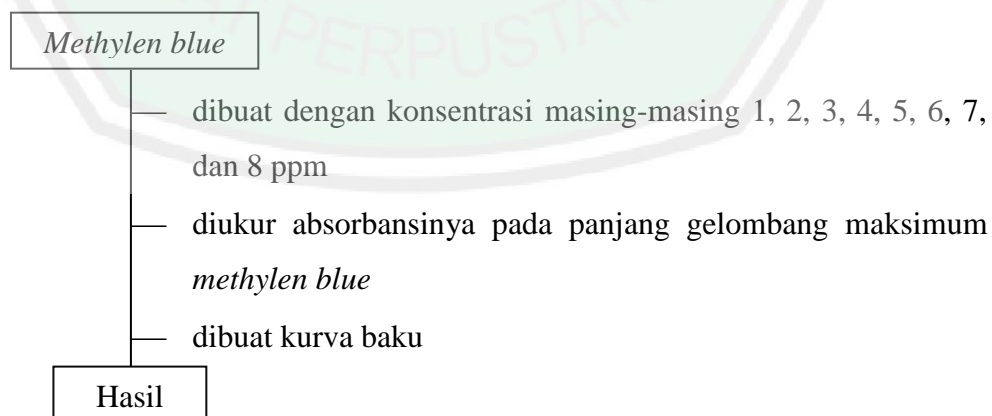
#### a) Penentuan Panjang Gelombang



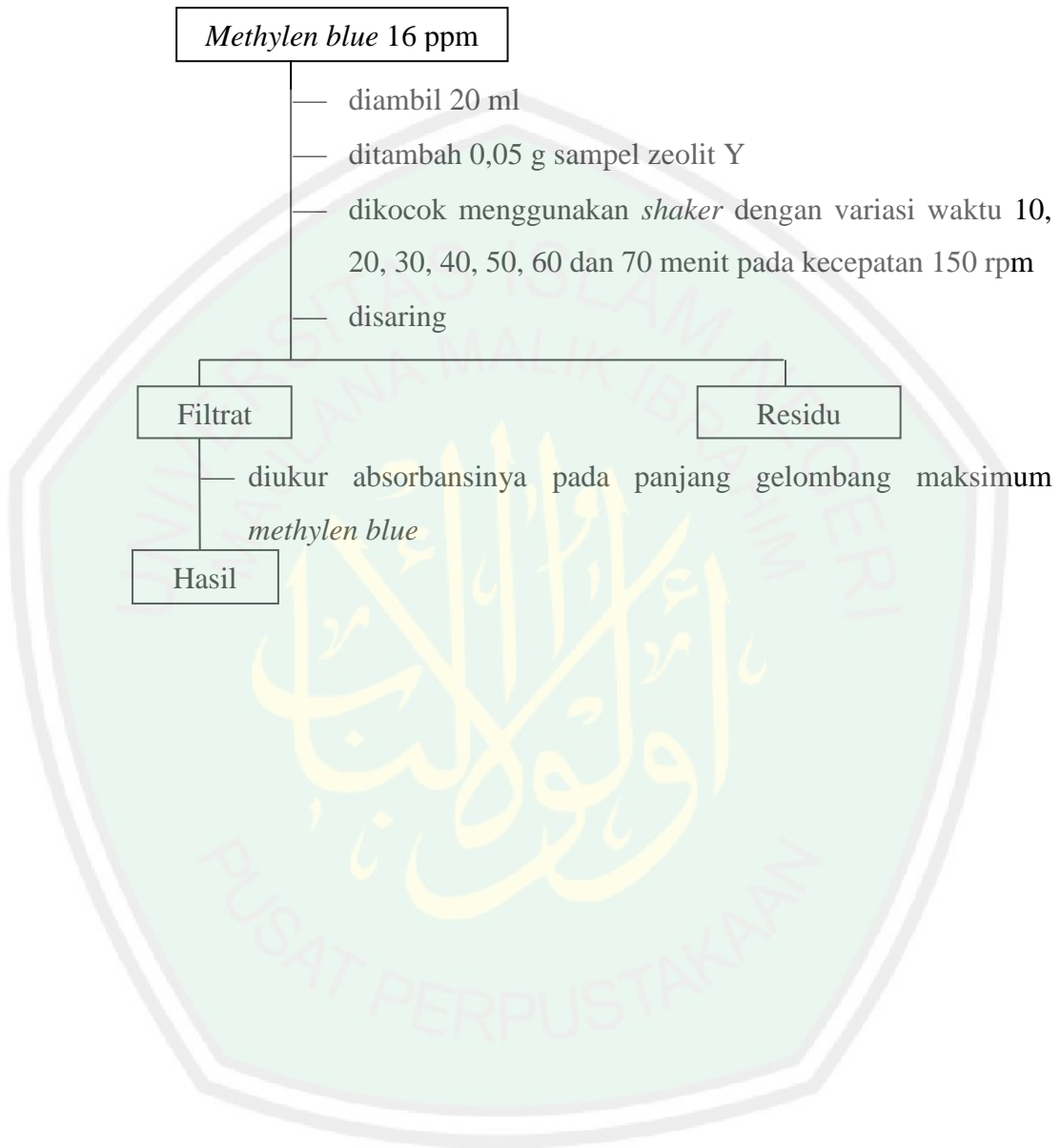
#### b) Penentuan Waktu Kestabilan *Methylen Blue*



#### c) Pembuatan Kurva Baku



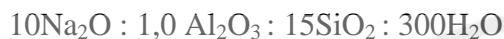
**d) Penentuan Luas Permukaan Zeolit Y Hasil Sintesis**





## LAMPIRAN 2

## PERHITUNGAN KOMPOSISI

1.  $\text{Na}_2\text{O}$ 

10 mol  $\text{Na}_2\text{O}$  dari NaOH

$$10 \text{ mol } \text{Na}_2\text{O} = \frac{\text{gram}}{\text{Mr}}$$

$$\begin{aligned} \text{gram} &= 10 \text{ mol} \times 40 \text{ gr/mol} \\ &= 400 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\text{gram } \text{Na}_2\text{O} \text{ dari NaOH} = 400 \text{ gram} \times 2 = 800 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{NaOH } 99\% &= \frac{100}{99} \times 800 \text{ gram} \\ &= 808,08 \text{ (1/250)} \\ &= 3,23 \text{ gram} \end{aligned}$$

## 2. Abu Ampas Tebu

Diketahui  $\text{SiO}_2 = 44,6 \%$

$\text{SiO}_2$  dari ampas tebu

$$15 \text{ mol } \text{SiO}_2 = \frac{\text{gram}}{\text{Mr}}$$

$$\begin{aligned} \text{gram} &= 15 \text{ mol} \times 60,084 \text{ gram/mol} \\ &= 901,26 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 &= \frac{100}{44,6} \times 901,26 \text{ gram} \\ &= 2020,76 \text{ gr (1/250)} \\ &= 8,08 \text{ gram} \end{aligned}$$

3.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 

Rasio	Komposisi Molar Sintesis Zeolit Y	Simbol
2	$10 \text{Na}_2\text{O} : 7,5\text{Al}_2\text{O}_3 : 15\text{SiO}_2 : 300\text{H}_2\text{O}$	Y-1
2.5	$10 \text{Na}_2\text{O} : 6\text{Al}_2\text{O}_3 : 15\text{SiO}_2 : 300\text{H}_2\text{O}$	Y-2
3	$10 \text{Na}_2\text{O} : 5\text{Al}_2\text{O}_3 : 15\text{SiO}_2 : 300\text{H}_2\text{O}$	Y-3

$$\begin{aligned}\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 (2) &= \frac{15}{2} \times 102 \text{ gram/mol} \\ &= 765 \text{ gram} \times (1/250) \\ &= 3,06 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 (2,5) &= \frac{15}{2,5} \times 102 \text{ gram/mol} \\ &= 612 \text{ gram} \times (1/250) \\ &= 2,45 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 (3) &= \frac{15}{3} \times 102 \text{ gram/mol} \\ &= 510 \text{ gram} \times (1/250) \\ &= 2,04 \text{ gram}\end{aligned}$$

#### 4. H<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned}\text{gram} &= 300 \text{ mol} \times 18 \text{ gram/mol} \\ &= 5400 \text{ gram}\end{aligned}$$

Massa total H<sub>2</sub>O dalam campuran = (dalam NaOH (0,5%) + dalam 10 mol H<sub>2</sub>O )

$$\begin{aligned}\text{Dalam NaOH} &= \frac{0,5}{100} \times 3,23 \text{ gram} \\ &= 0,016 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Dalam H}_2\text{O} &= 10 \text{ mol} \times 18 \text{ gram/mol} \\ &= 180 \text{ gram}\end{aligned}$$

Total H<sub>2</sub>O dalam campuran :

$$\begin{aligned}&= 0,016 \text{ gram} + 180 \text{ gram} \\ &= 180,016 \text{ gram}\end{aligned}$$

V H<sub>2</sub>O yang ditambahkan

$$\begin{aligned}&= 5400 \text{ gram} - 180,016 \text{ gram} \\ &= 5219,984 \text{ gram} (1/250) \\ &= 20,88 \text{ gram} = 20,88 \text{ mL}\end{aligned}$$

Karena densitas air ( $H_2O$ ) ialah 1 gram/mL, maka volume air yang ditambahkan ialah 30,76 mL.

Jadi massa reaktan yang ditambahkan :

1. NaOH = 3,23 gram
2. Abu ampas tebu = 8,08 gram
3.  $Al_2O_3$  = rasio molar (2) = 3,06 gram  
= rasio molar (2,5) = 2,45 gram  
= rasio molar (3) = 2,04 gram
4.  $H_2O$  = 20,88 mL

#### 5. Komposisi Bahan

Rasio	NaOH	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$H_2O$
2	3,23 gram	8,08 gram	3,06 gram	20,88mL
2,5	3,23gram	8,08 gram	2,45 gram	20,88mL
3	3,23gram	8,08 gram	2,04 gram	20,88mL

### LAMPIRAN 3

#### PREPARASI REAGEN

##### 1. Pembuatan Larutan HCl 1 M

Diketahui: Larutan HCl stok 37 %  
yang diinginkan ialah larutan HCl 1M dengan volume 300 mL

maka:

$$M = \frac{10 \times \rho \times \%}{Mr}$$

$$M = \frac{10 \times 1,19 \times 37}{36,5}$$

$$= 12,06 \text{ M}$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$12,06 \text{ M} \times V_1 = 1 \text{ M} \times 300 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1}{12,06} \times 300 \text{ mL}$$

$$V_1 = 24,87 \text{ mL}$$

Jadi, larutan HCl stok yang diambil ialah 24,87 mL dan diencerkan menjadi 300 mL

##### 2. Membuat Larutan *Methylen Blue* (MB)

- Larutan Stok MB 16 ppm

$$M \text{ (ppm)} = \frac{m}{V}$$

$$m = \text{ppm} \times L$$

$$m = 16 \text{ ppm} \times 0,25 \text{ L}$$

$$m = 4 \text{ mg} = 0,004 \text{ gram}$$

Keterangan :

ppm = konsentrasi MB

mg = berat MB yang diperlukan (mg)

L = volume yang digunakan untuk melarutkan *methylen blue* (L)

Jadi, ditimbang sebanyak 0,004 gram MB dilarutkan dalam beaker glass yang berisi 20 mL aquades dan diaduk hingga larut, kemudian dipindahkan larutan dalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas. dikocok sampai larutan bercampur sempurna.

- Membuat 20 mL larutan MB 1 ppm dari larutan 16 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$16 \text{ ppm} \times V_1 = 1 \text{ ppm} \times 20 \text{ mL}$$

$$V_1 = 1 \text{ ppm} \times 20 \text{ mL} / 16 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1,25 \text{ mL}$$

Jadi diambil 1 mL larutan stok MB 16 ppm, diambil dengan pipet ukur 5 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. ditambahkan aquades hingga tanda batas, dilakukan pengocokan hingga didapatkan larutan homogen.

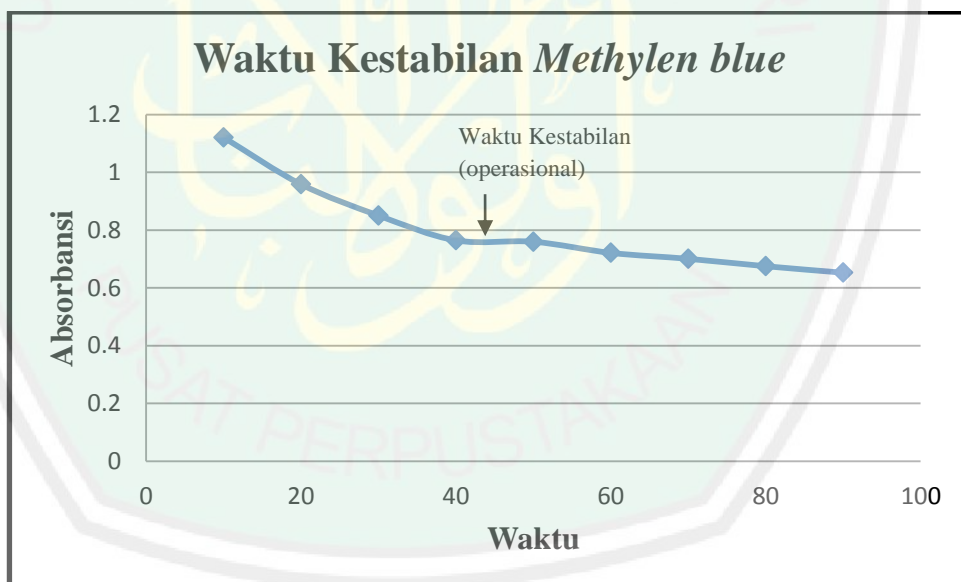
Pembuatan larutan MB 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 ppm dilakukan perhitungan seperti pengenceran pembuatan larutan MB 1 ppm. Volume yang diambil masing-masing berturut adalah 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 mL.

## LAMPIRAN 4

## DATA DAN PERHITUNGAN

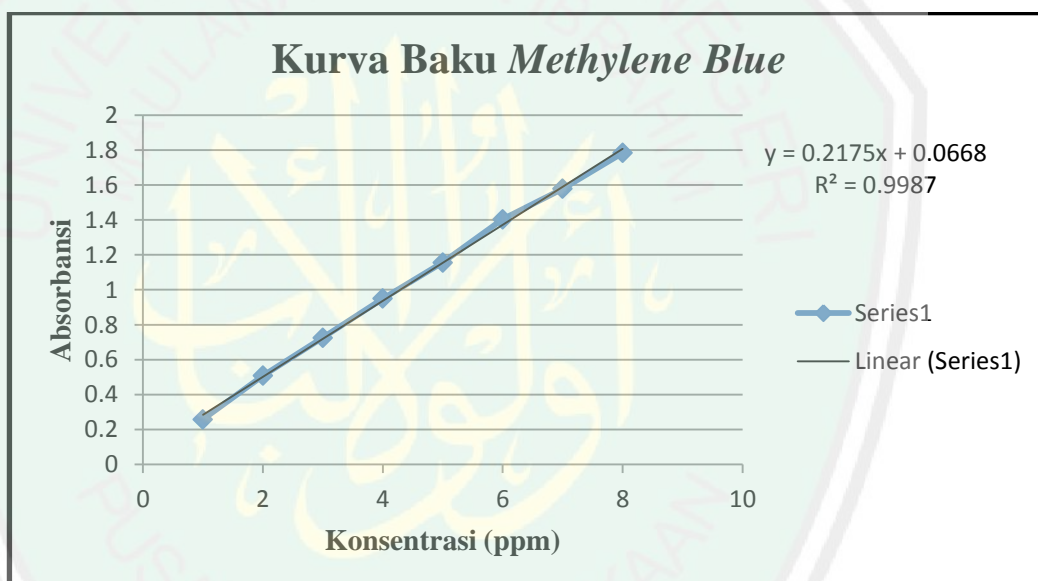
1. Penentuan waktu kestabilan *methylen blue*

Waktu (menit)	Absorbansi
10	1,121
20	0,9587
30	0,8505
40	0,7645
50	0,7598
60	0,7212
70	0,7007
80	0,675
90	0,6526



## 2. Pembuatan kurva baku *methylene blue*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0,2583
2	0,5087
3	0,7253
4	0,9496
5	1,1558
6	1,4035
7	1,5784
8	1,7839



## 3. Luas Permukaan Zeolit Y rasio 2

Waktu	Berat zeolit yg dipakai (gram)	Absorbansi (MB + zeolit Y)	Xm (mg/gr)	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /gr)
50	0,0504	0,1584	4,0743	15,0914

## 4. Luas Permukaan Zeolit Y rasio 2,5

Waktu	Berat zeolit yg dipakai (gram)	Absorbansi (MB + zeolit Y)	Xm	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /gr)
50	0,0501	0,1733	4,0714	15,0805

### 5. Luas Permukaan Zeolit Y rasio 3

Waktu	Berat zeolit yg dipakai (gram)	Absorbansi (MB + zeolit Y)	Xm	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /gr)
50	0,0516	0,092	4,0968	15,1747

Contoh Perhitungan Penentuan Luas Permukaan

- a. Menentukan konsentrasi *methylene blue* sebelum dicampur dengan zeolit Y

Dibuat larutan stok *methylene blue* 16 ppm

$$M \text{ (ppm)} = \frac{m}{V}$$

$$m = \text{ppm} \times L$$

$$m = 16 \text{ ppm} \times 0,25 \text{ L}$$

$$m = 4 \text{ mg} = 0,004 \text{ gram}$$

Ditimbang *methylene blue* dalam bentuk serbuk 0,004 g, kemudian dilarutkan dalam beaker glass 100 ml yang telah berisi aquades pH 7 20 ml, diaduk merata, kemudian dipindahkan laruta ke dalam labu ukur 250 ml, tambahkan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

Larutan *methylene blue* 16 ppm 250 ml diencerkan 4 kali untuk membuat larutan *methylene blue* 4 ppm 100 ml, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$16 \text{ ppm} \cdot V_1 = 4 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = 25 \text{ ml}$$

Larutan *methylene blue* 16 ppm dipipet 25 ml untuk membuat

larutan *methylene blue* 4 ppm 100 ml. Didiamkan selama 50 menit,

kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri UV-Vis.

Diketahui : Absorbansi *methylene blue* pada menit ke-50 = 0,6480



$$\begin{aligned}
 y &= 0,2175x + 0,0668 \\
 0,6480 &= 0,2175x + 0,0668 \\
 0,2175x &= 0,5812 \\
 x &= 2,6721 \text{ (x4 (dari pengenceran 4 kali))} \\
 &= 10,6884 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

- b. Menentukan konsentrasi sisa *methylene blue* setelah diadsorpsi zeolit Y  
 Hasil absorbansi : 0,092

Persamaan kurva baku yang didapat :

$$\begin{aligned}
 y &= 0,2175x + 0,0668 \\
 0,092 &= 0,2175x + 0,0668 \\
 x &= (0,092 - 0,0668) / 0,2175 \\
 x &= 0,1158 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

- c. Menentukan konsentrasi *methylene blue* teradsorpsi  
 Contoh : zeolit Y rasio 3 menit ke-50

$$\begin{aligned}
 [\text{Methylen blue yang diserap zeolit}] &= [\text{MB 16 ppm}] - [\text{MB sisa}] \\
 &= 10,6884 \text{ ppm} - 0,1159
 \end{aligned}$$

ppm

$$= 10,5725 \text{ ppm}$$

ppm

$$= \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

mg

$$\begin{aligned}
 &= 10,5725 \text{ ppm} \times 0,02 \text{ L} \\
 &= 0,2115 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

Xm

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{berat methylen blue yang terserap}}{\text{berat zeolit yang dipakai}} \\
 &= \frac{0,2115 \text{ mg}}{0,0516 \text{ gram}} = 4,0979 \text{ mg/gram}
 \end{aligned}$$

- d. Menentukan luas permukaan spesifik

$$S = \frac{X_m \times N \times A}{M_r (\text{MB})}$$

Keterangan :

S = luas permukaan adsorben ( $\text{m}^2/\text{gram}$ )

N = bilangan Avogadro ( $6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ )

Xm = berat adsorbat teradsorpsi ( $\text{mg}/\text{gram}$ )

A = luas penutupan oleh 1 molekul *methylene blue* ( $197,2 \times 10^{20} \text{ m}^2$ )

Mr = massa molekul relatif *methylene blue* ( $320500 \text{ mg/mol}$ )

$$S = \frac{X_m \times N \times A}{M_r (MB)}$$

$$S = \frac{4,0979 \frac{\text{mg}}{\text{gram}} \times 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 197,2 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2}{320500 \text{ mg/mol}}$$

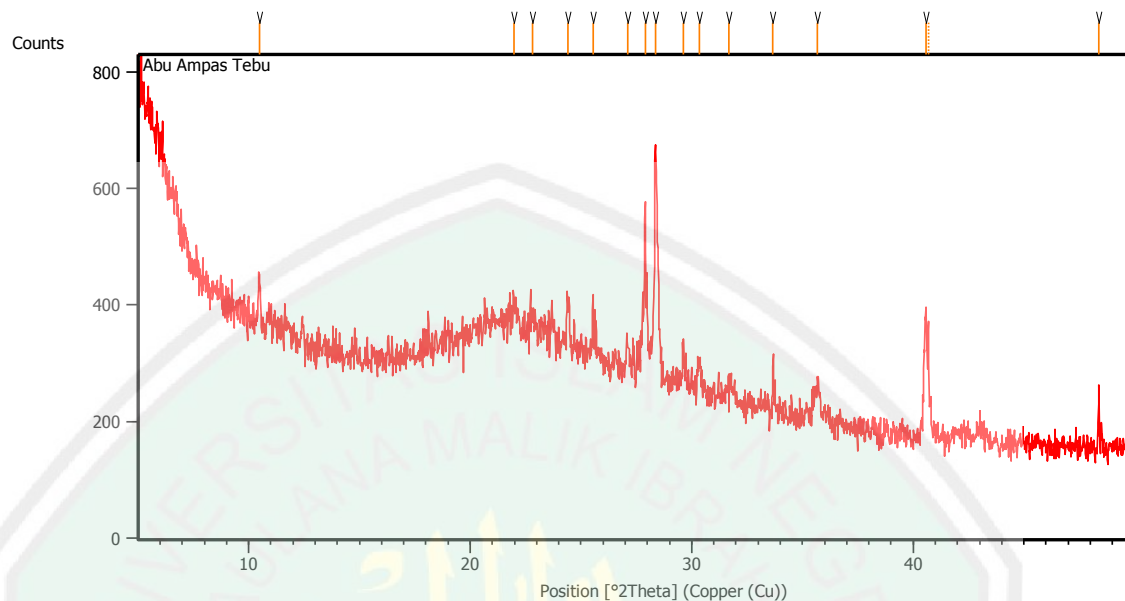
$$= 15,1787 \text{ m}^2/\text{gram}$$



**LAMPIRAN 5****DATA MENTAH KARAKTERISASI****1. Karakterisasi XRD****a. Abu ampas tebu****Measurement Conditions:** (Bookmark 1)

Dataset Name	Abu Ampas Tebu
File name	E:\DATA PENGUJIAN\Pengujian thn 2014\Februari\Alifatuz Zahro'\Abu Ampas Tebu\Abu Ampas Tebu.xrdml
Measurement Date / Time	2/21/2014 9:27:21 AM
Operator	Institut Teknologi
Raw Data Origin	XRD measurement (*.XRDML)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	5.0084
End Position [°2Th.]	49.9904
Step Size [°2Th.]	0.0170
Scan Step Time [s]	24.7650
Scan Type	Continuous
PSD Mode	Scanning
PSD Length [°2Th.]	2.12
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	0.2177
Specimen Length [mm]	10.00
Measurement Temperature [°C]	25.00
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	30 mA, 40 kV
Diffractionmeter Type	0000000011119014
Diffractionmeter Number	0
Goniometer Radius [mm]	240.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	100.00
Incident Beam Monochromator	No
Spinning	No

**Main Graphics, Analyze View:** (Bookmark 2)



**Peak List:** (Bookmark 3)

Pos. [ $^{\circ}$ 2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [ $^{\circ}$ 2Th.]	d-spacing [ $\text{\AA}$ ]	Rel. Int. [%]
10.4810	76.90	0.1004	8.44065	19.26
21.9675	55.58	0.4015	4.04627	13.92
22.8070	50.16	0.2007	3.89919	12.56
24.4259	84.54	0.1004	3.64430	21.17
25.5725	54.24	0.1673	3.48345	13.58
27.1057	46.09	0.2007	3.28979	11.54
27.9006	300.86	0.0502	3.19785	75.34
28.3631	399.35	0.0836	3.14674	100.00
29.6395	51.40	0.2007	3.01408	12.87
30.3499	43.34	0.2007	2.94513	10.85
31.6973	18.83	0.3346	2.82294	4.72
33.6728	80.26	0.0502	2.66171	20.10
35.6568	59.06	0.2676	2.51803	14.79
40.5670	222.01	0.1224	2.22202	55.59
40.6862	204.00	0.0612	2.22129	51.08
48.3817	86.79	0.0612	1.87980	21.73

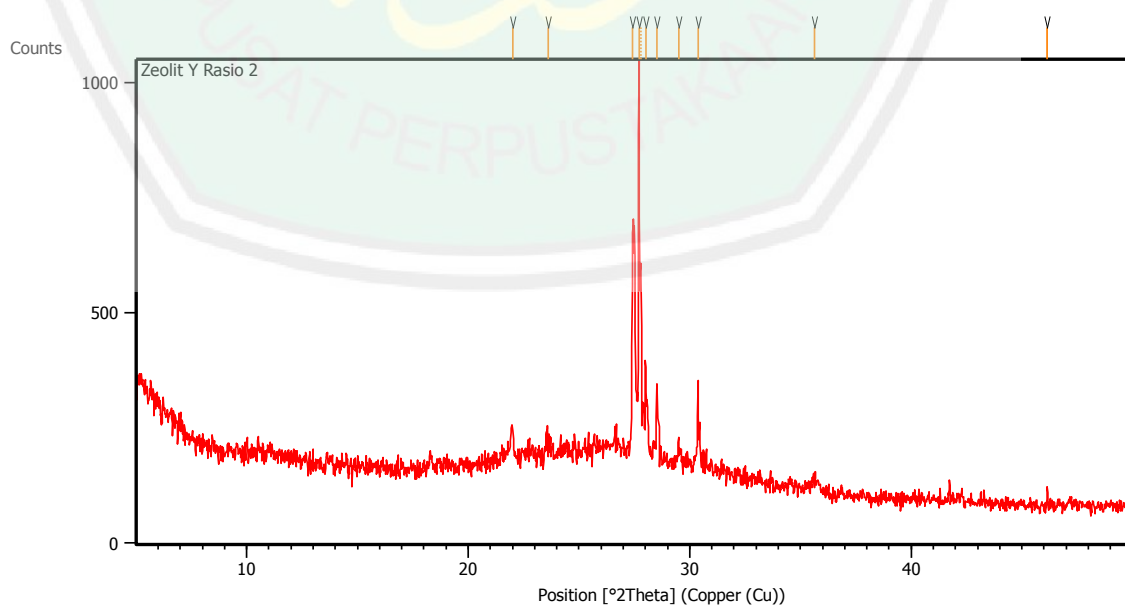
**b. Zeolit Y rasio 2**

**Measurement Conditions:** (Bookmark 1)

Dataset Name	Zeolit Y Rasio 2
File name	G:\Kirim Email\Alifatuz Zahro'\Zeolit Y Rasio 2\Zeolit
Y Rasio 2.rd	
Comment	Configuration=Reflection-Transmission Sp Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Mini

Measurement Date / Time	4/4/2014 2:34:00 PM
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	5.0084
End Position [°2Th.]	49.9904
Step Size [°2Th.]	0.0170
Scan Step Time [s]	10.1500
Scan Type	Continuous
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	0.2500
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	12.7500
Measurement Temperature [°C]	-273.15
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	30 mA, 40 kV
Diffractometer Type	XPert MPD
Diffractometer Number	1
Goniometer Radius [mm]	200.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromator	No
Spinning	No

**Main Graphics, Analyze View:** (Bookmark 2)

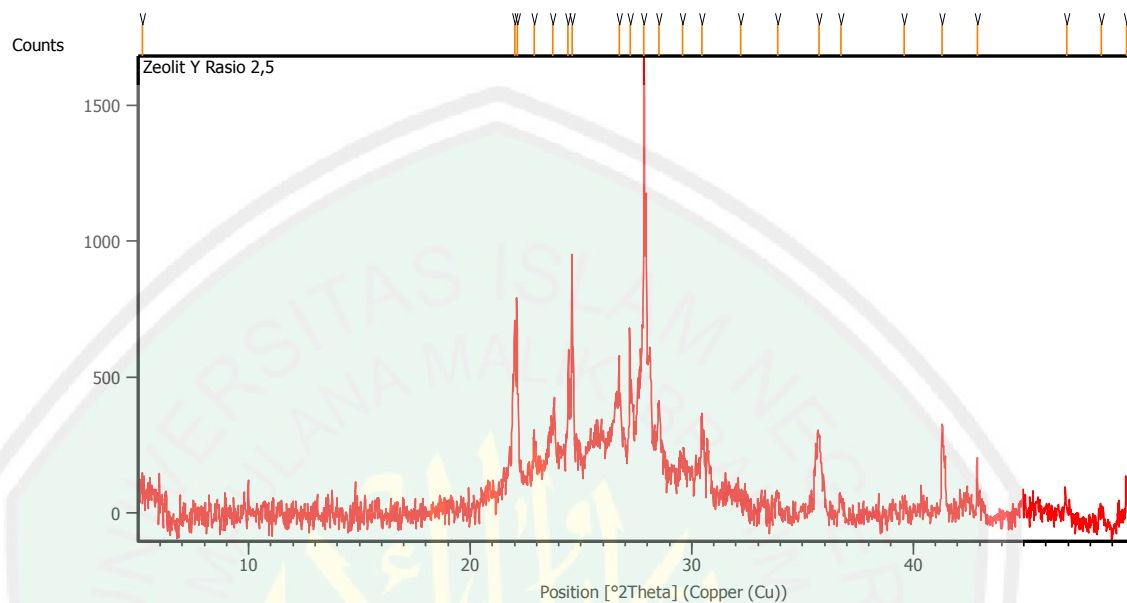


**Peak List:** (Bookmark 3)

Pos. [ $^{\circ}$ 2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [ $^{\circ}$ 2Th.]	d-spacing [ $\text{\AA}$ ]	Rel. Int. [%]
22.0033	65.34	0.1171	4.03977	8.18
23.6103	34.53	0.2007	3.76831	4.32
27.4354	496.03	0.0836	3.25101	62.07
27.7111	799.21	0.0612	3.21661	100.00
27.8034	393.46	0.0408	3.21412	49.23
28.0168	214.72	0.0612	3.18221	26.87
28.5253	171.26	0.0612	3.12663	21.43
29.5226	32.33	0.2448	3.02324	4.05
30.3698	184.62	0.0612	2.94080	23.10
35.6541	29.01	0.3264	2.51613	3.63
46.1482	40.18	0.0816	1.96544	5.03

**c. Zeolit Y rasio 2,5****Measurement Conditions:** (Bookmark 1)

Dataset Name	Zeolit Y Rasio 2,5
File name	E:\DATA PENGUJIAN\Pengujian thn
2014\Juni\Alifatuz Zahro`Zeolit Y Rasio 2,5\Zeolit Y Rasio 2,5.rd	
Comment	Configuration=Reflection-Transmission Sp Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Mini
Measurement Date / Time	6/16/2014 2:57:00 PM
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [ $^{\circ}$ 2Th.]	5.0084
End Position [ $^{\circ}$ 2Th.]	49.9904
Step Size [ $^{\circ}$ 2Th.]	0.0170
Scan Step Time [s]	80.0000
Scan Type	Continuous
Offset [ $^{\circ}$ 2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [ $^{\circ}$ ]	0.2500
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	12.7500
Measurement Temperature [ $^{\circ}$ C]	-273.15
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [ $\text{\AA}$ ]	1.54060
K-Alpha2 [ $\text{\AA}$ ]	1.54443
K-Beta [ $\text{\AA}$ ]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	30 mA, 40 kV
Diffractionmeter Type	XPert MPD
Diffractionmeter Number	1
Goniometer Radius [mm]	200.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromator	No
Spinning	No

**Main Graphics, Analyze View:** (Bookmark 2)**Peak List:** (Bookmark 3)

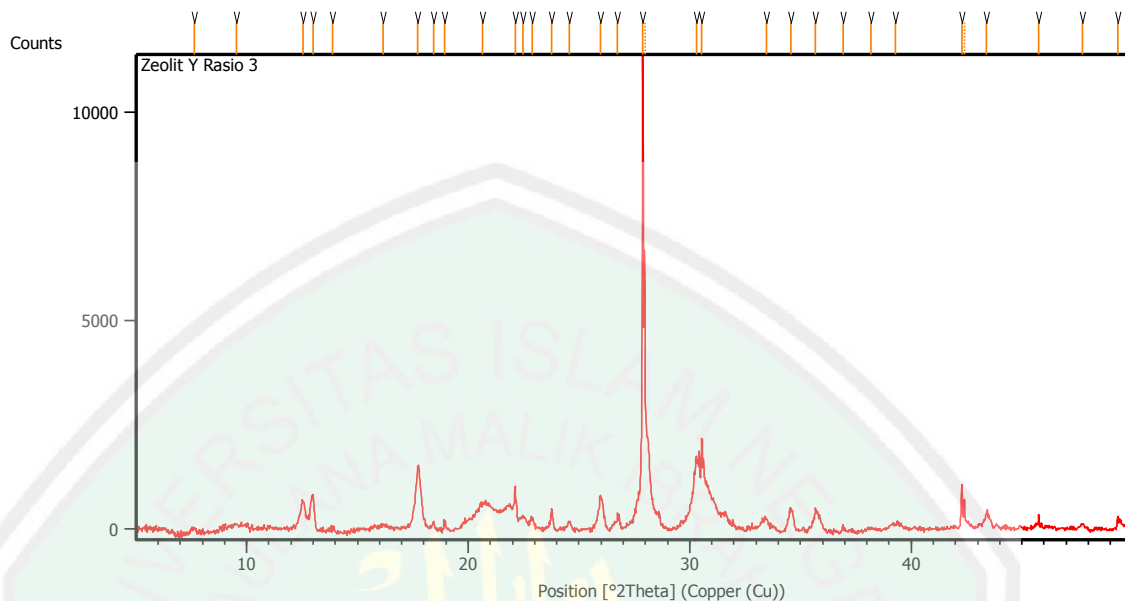
Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
5.1846	591.75	0.5353	17.04515	32.20
22.0080	758.64	0.0612	4.03556	41.28
22.1161	837.55	0.0502	4.01942	45.58
22.8972	376.85	0.1338	3.88404	20.51
23.7237	428.74	0.2676	3.75055	23.33
24.4270	663.01	0.0502	3.64414	36.08
24.5956	1091.57	0.0502	3.61954	59.40
26.7424	632.45	0.1004	3.33365	34.42
27.2108	840.80	0.0502	3.27732	45.76
27.8553	1837.61	0.0335	3.20294	100.00
28.5207	554.45	0.1004	3.12971	30.17
29.5695	358.87	0.2007	3.02105	19.53
30.4583	504.35	0.0502	2.93489	27.45
32.2056	181.70	0.9368	2.77954	9.89
33.8756	151.87	0.2676	2.64623	8.26
35.7460	348.87	0.1338	2.51195	18.99
36.7576	82.82	0.2007	2.44510	4.51
39.5835	38.56	0.2007	2.27682	2.10
41.3085	320.64	0.0669	2.18564	17.45
42.8950	225.06	0.0612	2.10666	12.25
46.9339	46.64	0.2007	1.93596	2.54
48.5041	54.59	0.2007	1.87690	2.97
49.6215	197.02	0.0612	1.83569	10.72

**d. Zeolit Y rasio 3****Measurement Conditions:** (Bookmark 1)

Dataset Name	Zeolit Y Rasio 3
File name	E:\DATA PENGUJIAN\Pengujian thn
2014\Juni\Alifatuz Zahro'\Zeolit Y Rasio 3\Zeolit Y Rasio 3.rd	
Comment	Configuration=Reflection-Transmission Sp Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Mini
Measurement Date / Time	6/16/2014 3:29:00 PM
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	5.0084
End Position [°2Th.]	49.9904
Step Size [°2Th.]	0.0170
Scan Step Time [s]	80.0000
Scan Type	Continuous
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	0.2500
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	12.7500
Measurement Temperature [°C]	-273.15
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	30 mA, 40 kV
Diffractometer Type	XPert MPD
Diffractometer Number	1
Goniometer Radius [mm]	200.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromator	No
Spinning	No

**Main Graphics, Analyze View:** (Bookmark 2)





**Peak List:** (Bookmark 3)

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
7.6533	92.28	0.2342	11.55172	0.80
9.5397	117.92	0.8029	9.27127	1.02
12.5373	700.73	0.1673	7.06048	6.06
13.0126	823.77	0.1673	6.80365	7.12
13.8703	79.39	0.2676	6.38479	0.69
16.1519	147.34	0.5353	5.48764	1.27
17.7349	1582.55	0.1506	5.00124	13.69
18.4328	215.96	0.1338	4.81343	1.87
18.9261	256.78	0.0502	4.68906	2.22
20.6459	705.45	0.5353	4.30219	6.10
22.1182	1085.60	0.0669	4.01904	9.39
22.4685	449.90	0.1673	3.95716	3.89
22.8819	397.93	0.1673	3.88660	3.44
23.7712	642.34	0.0669	3.74318	5.56
24.5656	351.31	0.1004	3.62390	3.04
25.9662	1023.60	0.1004	3.43152	8.85
26.7486	626.33	0.0669	3.33290	5.42
27.8875	11562.68	0.0408	3.19667	100.00
27.9745	6062.68	0.0408	3.19485	52.43
30.2929	2069.39	0.0816	2.94809	17.90
30.5458	2554.88	0.0612	2.92426	22.10
33.4691	572.32	0.1224	2.67522	4.95
34.5839	752.85	0.2448	2.59150	6.51
35.6805	724.10	0.0612	2.51433	6.26
36.9224	174.22	0.1224	2.43256	1.51
38.1719	73.12	0.4896	2.35575	0.63
39.2987	146.60	0.6528	2.29077	1.27

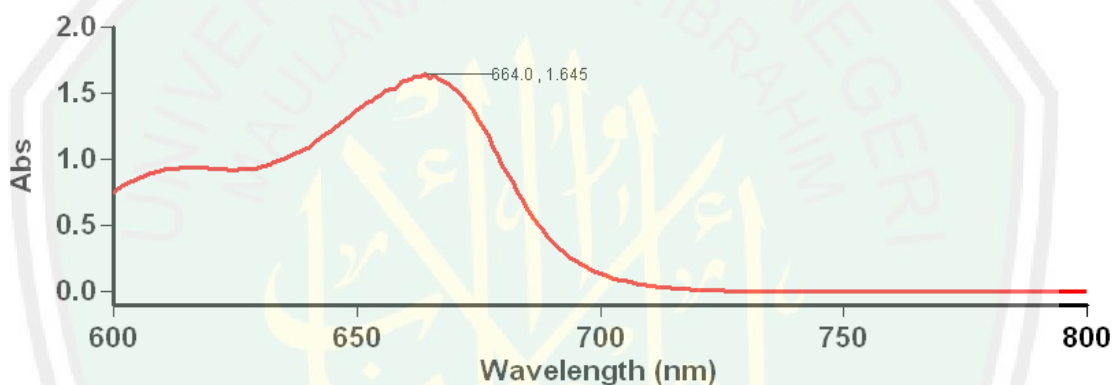
42.2928	1098.49	0.0612	2.13526	9.50
42.4085	720.49	0.0408	2.13499	6.23
43.4160	380.47	0.1224	2.08259	3.29
45.7595	329.35	0.0612	1.98123	2.85
47.7374	109.58	0.2040	1.90366	0.95
49.3313	337.72	0.0612	1.84581	2.92

## 2. Karakterisasi Luas Permukaan adsorpsi Methylen blue dengan UV-Vis

### a. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum ( $\lambda_{\max}$ )

#### Lamdba Maksimum Methylene Blue

Tanggal Analisa : 5 May 2014



#### Scan Analysis Report

Report Time : Sun 5 May 08:44:28 PM 2014

Method:

Batch: D:\Alifatuz Zahro'\Lamdba Maksimum Methylene Blue (5-05-2014).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

#### Sample Name: Methylene Blue

Collection Time

5/5/2014 8:46:05 PM

Peak Table

Peak Style

Peak Threshold

Range

Peaks

0.0100

800.0nm to 600.0nm

Wavelength (nm)	Abs
665.9	1.633
664.0	1.645
614.0	0.937

**b. Penentuan Waktu Kestabilan (Waktu Operasional)  
Absorbansi Waktu Kestabilan Methylene Blue**

Tanggal Analisa : 5 Mei 2014

## Advanced Reads Report

Report time 5/5/2014 9:20:30 PM  
Method  
Batch name D:\Alifatuz Zahro'\Absorbansi Waktu Kestabilan  
Methylene Blue(05-05-2014).BAB  
Application Advanced Reads 3.00 (339)  
Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
Instrument version no. 3.00  
Wavelength (nm) 664.0  
Ordinate Mode Abs  
Ave Time (sec) 0.1000  
Replicates 3  
Sample averaging OFF

Comments:

### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0872)	664.0

### Analysis

Collection time 05/05/2014 9:20:30 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
10 menit					1.1181
					1.1236
		1.1210	0.0028	0.25	1.1212
20 menit					0.9590
					0.9578
		0.9578	0.0008	0.08	0.9592
30 menit					0.8508
					0.8505
		0.8505	0.0003	0.03	0.8502
40 menit					0.7644
					0.7639
		0.7645	0.0007	0.09	0.7653
50 menit					0.7601
					0.7615
		0.7598	0.0018	0.24	0.7579
60 menit					0.7210
					0.7210
		0.7212	0.0004	0.06	0.7217
70 menit					0.7013
					0.7007
		0.7007	0.0006	0.08	0.7002
80 menit					0.6740
					0.6758
		0.6750	0.0010	0.14	0.6753

90 menit 0.6528  
 0.6524  
 0.6526 0.0002 0.03 0.6526

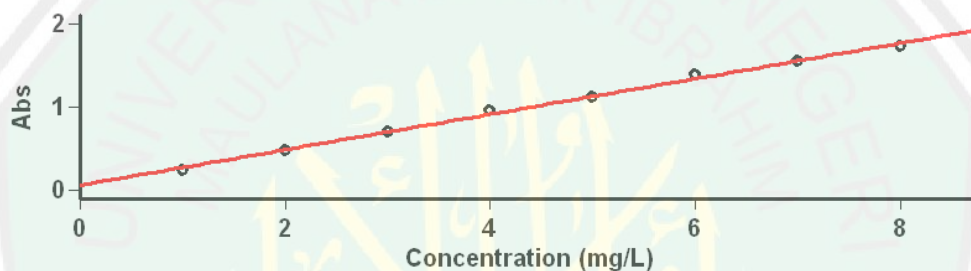
**Results Flags Legend**

R = Repeat reading

**c. Penentuan Kurva Baku**

**Kurva Standar Methylene Blue**

Tanggal Analisa : 5 May 2014



**Concentration Analysis Report**

Report time 5/5/2014 10:46:06 PM  
 Method  
 Batch name D:\Alifatuz Zahro'\Kurva Standar Methylene Blue (5-05-2014).BCN  
 Application Concentration 3.00 (339)  
 Operator Rika

**Instrument Settings**

Instrument Cary 50  
 Instrument version no. 3.00  
 Wavelength (nm) 664.0  
 Ordinate Mode Abs  
 Ave Time (sec) 0.1000  
 Replicates 3  
 Standard/Sample averaging OFF  
 Weight and volume corrections OFF  
 Fit type Linear  
 Min R<sup>2</sup> 0.95000  
 Concentration units mg/L

Comments:

**Zero Report**

Read	Abs	nm
Zero	(0.0863)	664.0

**Calibration**

Collection time 5/5/2014 10:47:16 AM

Standard	Concentration	F	Mean	SD	%RSD	Readings
----------	---------------	---	------	----	------	----------

mg/L

Std 1					0.2582
					0.2584
	1.0	0.2583	0.0001	0.06	0.2582
Std 2					0.5082
					0.5090
	2.0	0.5087	0.0004	0.08	0.5088
Std 3					0.7246
					0.7253
	3.0	0.7253	0.0007	0.09	0.7259
Std 4					0.9508
					0.9501
	4.0	0.9496	0.0014	0.15	0.9480
Std 5					1.1542
					1.1567
	5.0	1.1558	0.0013	0.12	1.1564
Std 6					1.4012
					1.4105
	6.0	1.4035	0.0062	0.44	1.3988
Std 7					1.5770
					1.5679
	7.0	1.5784	0.0112	0.71	1.5902
Std 8					1.7749
					1.7914
	8.0	1.7839	0.0084	0.47	1.7854
Calibration eqn	Abs = 0.21748*Conc +0.06675				
Correlation Coefficient	0.99871				
Calibration time	5/5/2014 10:54:29 PM				

#### Results Flags Legend

U = Uncalibrated                      O = Overrange  
N = Not used in calibration        R = Repeat reading

#### d. Penentuan Luas Permukaan

### Absorbansi MB Pada Zeolit Y Rasio 2

Tanggal Analisa : 24 Jul 2014

### Advanced Reads Report

Report time                                7/24/2014 8:26:09 AM  
Method  
Batch name                                D:\Alifatuz Zahro'\Absorbansi Luas Permukaan Zeolit  
Y rasio 2(24-07-2014).BAB  
Application                                Advanced Reads 3.00(339)  
Operator                                     Rika

#### Instrument Settings

Instrument                                 Cary 50  
Instrument version no.                 3.00  
Wavelength (nm)                        664.0  
Ordinate Mode                            Abs

Ave Time (sec) 0.1000  
 Replicates 3  
 Sample averaging OFF

Comments:

### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1131)	664.0

### Analysis

Collection time 7/24/2014 11:40:42 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
40 menit					0.2040 0.2029 0.2030
		0.2033	0.0006	0.29	
50 menit					0.1589 0.1584 0.1578
		0.1584	0.0006	0.36	

### Results Flags Legend

R = Repeat reading

## Absorbansi MB Pada Zeolit Y Rasio 2,5

Tanggal Analisa : 24 Jul 2014

### Advanced Reads Report

Report time 7/24/2014 9:20:42 AM  
 Method  
 Batch name D:\Alifatuz Zahro'\Absorbansi Luas Permukaan Zeolit  
 Y Rasio 2,5(24-07-2014).BAB  
 Application Advanced Reads 3.00(339)  
 Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
 Instrument version no. 3.00  
 Wavelength (nm) 664.0  
 Ordinate Mode Abs  
 Ave Time (sec) 0.1000  
 Replicates 3  
 Sample averaging OFF

Comments:

### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0968)	664.0

### Analysis

Collection time 7/24/2014 10:14:06 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
40 menit					0.2155
					0.2143
		0.2147	0.0007	0.33	0.2142
50 menit					0.1732
					0.1736
		0.1733	0.0003	0.18	0.1730

### Results Flags Legend

R = Repeat reading

## Absorbansi MB Pada Zeolit Y Rasio 3

Tanggal Analisa : 23 Jul 2014

### Advanced Reads Report

Report time 7/23/2014 10:39:16 PM  
 Method  
 Batch name D:\Alifatuz Zahro'\Absorbansi Luas Permukaan Zeolit  
 Y Rasio 3 (23-07-2014)  
 Application Advanced Reads 3.00 (339)  
 Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
 Instrument version no. 3.00  
 Wavelength (nm) 664.0  
 Ordinate Mode Abs  
 Ave Time (sec) 0.1000  
 Replicates 3  
 Sample averaging OFF

Comments:

### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.2024)	664.0

### Analysis

Collection time 7/23/2014 10:39:16 PM

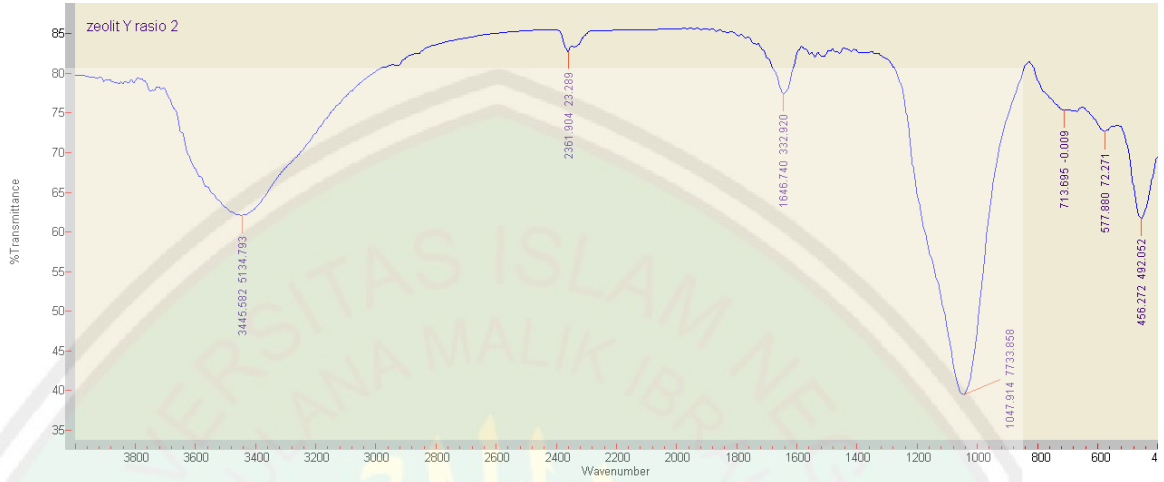
Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
40 menit					0.0862
					0.0866
		0.0871	0.0013	1.47	0.0886
50 menit					0.0920
					0.0915
		0.0920	0.0004	0.45	0.0923

### Results Flags Legend

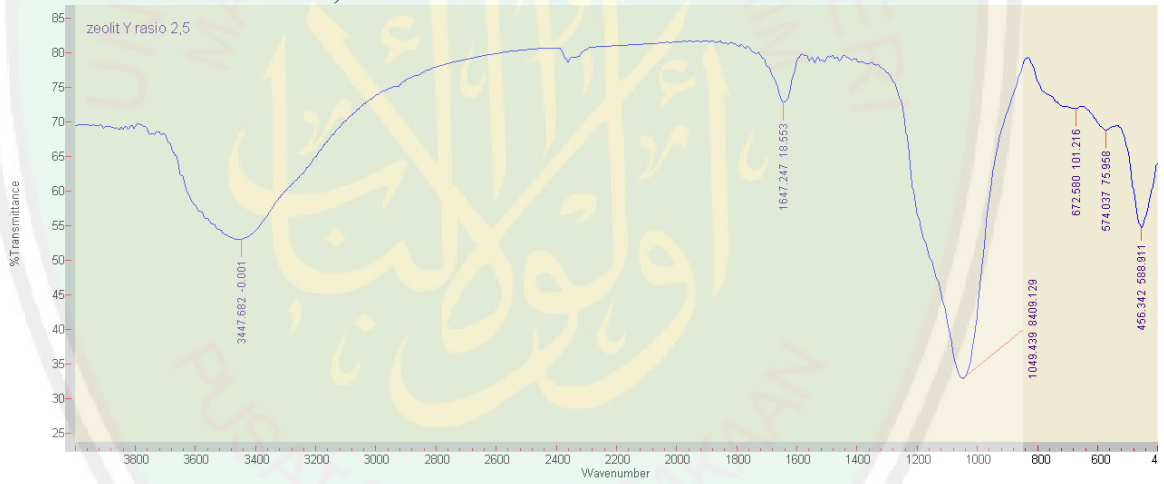
R = Repeat reading

### 3. Karakterisasi FTIR

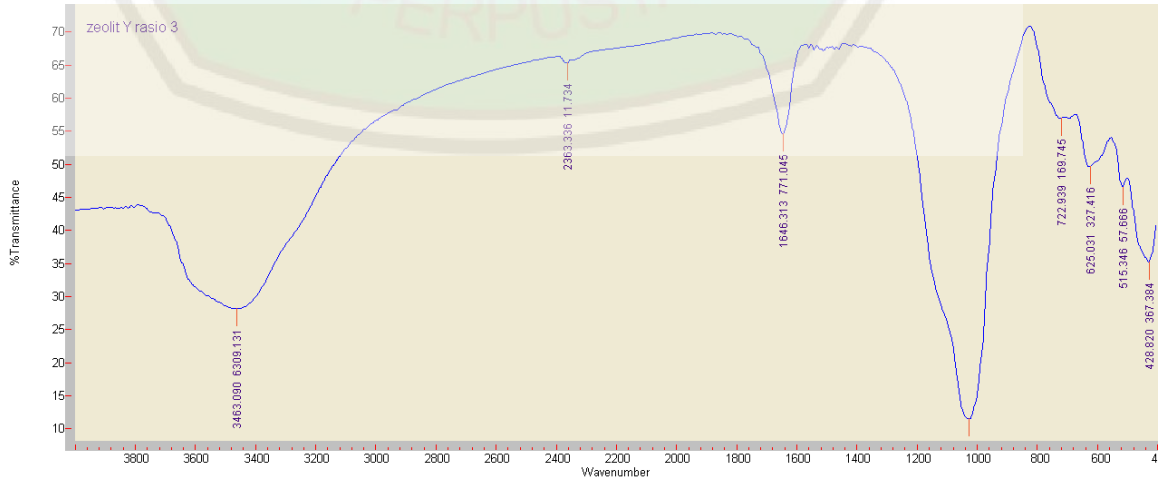
#### a. Zeolit Y Rasio 2



#### b. Zeolit Y Rasio 2,5



#### c. Zeolit Y Rasio 3





#### 4. Karakterisasi XRF

##### a) Abu ampas tebu sebelum dicuci HCl 1 M

18-Mar-2014 09:29:49

#### Sample results - Averages

Page 1

Sample ident	
Abu ampas tebu	

Application	<Standardless>
Sequence	Average of 3
Measurement period - start	18-Mar-2014 09:15:28
Measurement period - end	18-Mar-2014 09:23:58
Position	1

Compound	Si	S	P	K	Ca	Ti
Conc	44.3 +/- 0.6	0.3 +/- 0.06	1.6 +/- 0.05	16.0 +/- 0.1	10.0 +/- 0.02	1.23 +/- 0.01
Unit	%	%	%	%	%	%

Compound	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu
Conc	0.07 +/- 0.01	0.12 +/- 0.0009	0.71 +/- 0.004	22.4 +/- 0.098	1.06 +/- 0.02	0.26 +/- 0.01
Unit	%	%	%	%	%	%

Compound	Zn	Mo	Eu	Re
Conc	0.23 +/- 0.01	1.7 +/- 0.1	0.3 +/- 0.06	0.2 +/- 0.007
Unit	%	%	%	%

##### b) Abu ampas tebu setelah dicuci HCl 1 M

03-Mar-2014 08:18:00

#### Sample results - Averages

Page 1

Sample ident	
Abu ampas tebu 1 M	

Application	<Standardless>
Sequence	Average of 3
Measurement period - start	03-Mar-2014 07:52:59
Measurement period - end	03-Mar-2014 08:05:37
Position	2

Compound	Si	P	K	Ca	Ti	V
Conc	44.6 +/- 0.06	1.9 +/- 0.04	11.8 +/- 0.04	9.48 +/- 0.05	1.4 +/- 0.03	0.08 +/- 0.01
Unit	%	%	%	%	%	%

Compound	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
Conc	0.27 +/- 0.0099	0.72 +/- 0.01	25.0 +/- 0.08	2.80 +/- 0.02	0.47 +/- 0.01	0.98 +/- 0.01
Unit	%	%	%	%	%	%

Compound	Ba	Eu	Re
Conc	0.05 +/- 0.04	0.3 +/- 0.08	0.3 +/- 0.02
Unit	%	%	%

LAMPIRAN 6

STANDAR JCPDS *File Power Diffraction*

FAU

Na-Y, Siliceous

CHEMICAL COMPOSITION: [Si<sub>192</sub>O<sub>384</sub>]

REFINED COMPOSITION: [Si<sub>188.16</sub>O<sub>384</sub>]

CRYSTAL DATA: *Fd* $\bar{3}m$  (No. 227) origin at centre ( $\bar{3}m$ )  
 $a = 24.2576 \text{ \AA}$   $b = 24.2576 \text{ \AA}$   $c = 24.2576 \text{ \AA}$   
 $\alpha = 90^\circ$   $\beta = 90^\circ$   $\gamma = 90^\circ$   
 Neutron Rietveld refinement,  $R_{\text{exp}} = 0.022$ ,  $R_{\text{wp}} = 0.031$

REFERENCE: J. J. Hriljac, M. M. Eddy, A. K. Cheetham, J. A. Donohue and G. J. Ray, *J. Solid State Chem.* 106 66-72 (1993).

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	$2\theta$	<i>d</i>	<i>M</i>	<i>I</i> <sub>rel</sub>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	$2\theta$	<i>d</i>	<i>M</i>	<i>I</i> <sub>rel</sub>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	$2\theta$	<i>d</i>	<i>M</i>	<i>I</i> <sub>rel</sub>
1	1	1	6.31	14.005	8	100.0	7	3	1	28.26	3.158	48	0.2	8	6	4	40.03	2.252	48	0.2
2	2	0	10.31	8.576	12	18.6	7	3	3	30.16	2.964	24	1.5	11	1	1	41.28	2.187	24	0.4
3	1	1	12.10	7.314	24	12.5	8	2	2	31.29	2.859	24	0.7	7	7	5	41.28	2.187	24	0.2
4	0	0	14.61	6.064	6	0.3	6	6	0	31.29	2.859	12	1.9	8	8	0	42.14	2.144	12	0.6
3	3	1	15.92	5.565	24	16.0	7	5	1	31.95	2.801	48	0.5	9	7	1	42.66	2.119	48	0.1
4	2	2	17.91	4.952	24	0.1	5	5	5	31.95	2.801	8	4.4	10	6	0	43.51	2.080	24	0.1
5	1	1	19.01	4.668	24	4.3	8	4	0	33.03	2.712	24	1.2	9	7	3	44.01	2.058	48	0.1
3	3	3	19.01	4.668	8	0.2	7	5	3	33.66	2.663	48	0.5	11	3	3	44.01	2.058	24	0.5
4	4	0	20.71	4.288	12	6.4	8	4	2	33.87	2.647	48	0.1	10	6	2	44.18	2.050	48	0.2
5	3	1	21.67	4.100	48	0.3	6	6	4	34.69	2.586	24	2.4	12	0	0	44.84	2.021	6	0.3
4	4	2	21.98	4.043	24	0.1	9	3	1	35.29	2.543	48	1.0	8	8	4	44.84	2.021	24	0.7
6	2	0	23.19	3.835	24	1.3	8	4	4	36.28	2.476	24	0.3	9	7	5	46.61	1.948	48	0.1
5	3	3	24.06	3.699	24	7.6	7	5	5	36.87	2.438	24	0.2	12	4	2	48.03	1.894	48	0.1
4	4	4	25.44	3.501	8	0.3	8	6	2	37.82	2.379	48	0.2	8	8	6	48.03	1.894	24	0.2
5	5	1	26.24	3.397	24	1.2	9	5	1	38.38	2.345	48	0.1	10	8	2	48.65	1.872	48	1.1
6	4	2	27.52	3.242	48	4.6	6	6	6	38.57	2.334	8	1.1							



CHEMICAL COMPOSITION:  $[\text{Na}_6(\text{H}_2\text{O})_{12}] [\text{Si}_{10}\text{Al}_6\text{O}_{32}]$

REFINED COMPOSITION:  $[\text{Na}_{5.92}(\text{H}_2\text{O})_{11.28}] [\text{Si}_{9.92}\text{Al}_{6.08}\text{O}_{32}]$

CRYSTAL DATA:  $I\bar{4}$  (No. 82)

$a = 10.043 \text{ \AA}$     $b = 10.043 \text{ \AA}$     $c = 10.043 \text{ \AA}$

$\alpha = 90^\circ$     $\beta = 90^\circ$     $\gamma = 90^\circ$

X-ray twinned crystal refinement,  $R = 0.05$

REFERENCE: Ch. Baerlocher and W. M. Meier,  
*Z. Kristallogr.* 135 339–354 (1972).

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	$2\theta$	<i>d</i>	<i>M</i>	$I_{\text{rel}}$	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	$2\theta$	<i>d</i>	<i>M</i>	$I_{\text{rel}}$	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	$2\theta$	<i>d</i>	<i>M</i>	$I_{\text{rel}}$	
1	0	1	12.46	7.101	8	92.1	2	3	1	33.38	2.684	8	11.5	2	4	2	44.18	2.050	8	0.5	
1	1	0	12.46	7.101	4	1.0	1	3	2	33.38	2.684	8	12.7	2	2	4	44.18	2.050	8	0.4	
2	0	0	17.66	5.022	4	60.6	1	2	3	33.38	2.684	8	7.5	1	4	3	46.08	1.970	8	0.2	
0	0	2	17.66	5.022	2	2.7	0	0	4	35.76	2.511	2	6.8	3	1	4	46.08	1.970	8	0.1	
2	1	1	21.67	4.100	8	13.3	3	0	3	38.01	2.367	8	0.4	5	0	1	46.08	1.970	8	3.3	
1	1	2	21.67	4.100	8	66.1	4	1	1	38.01	2.367	8	0.6	5	1	0	46.08	1.970	4	2.2	
1	2	1	21.67	4.100	8	7.0	1	1	4	38.01	2.367	8	1.0	1	3	4	46.08	1.970	8	11.1	
2	0	2	25.08	3.551	8	0.8	3	3	0	38.01	2.367	4	0.3	4	3	1	46.08	1.970	8	0.9	
2	2	0	25.08	3.551	4	1.1	1	4	1	38.01	2.367	8	12.0	1	0	5	46.08	1.970	8	1.6	
3	1	0	28.10	3.176	4	1.6	4	0	2	40.15	2.246	8	1.4	4	1	3	46.08	1.970	8	2.0	
3	0	1	28.10	3.176	8	100.0	2	0	4	40.15	2.246	8	0.9	3	4	1	46.08	1.970	8	1.8	
1	0	3	28.10	3.176	8	34.9	4	2	0	40.15	2.246	4	2.3	2	5	1	49.72	1.834	8	0.2	
2	2	2	30.84	2.899	8	9.0	3	2	3	42.20	2.141	8	1.0	5	1	2	49.72	1.834	8	2.9	
2	1	3	33.38	2.684	8	3.5	2	3	3	42.20	2.141	8	0.3	2	1	5	49.72	1.834	8	0.7	
3	1	2	33.38	2.684	8	45.0	3	3	2	42.20	2.141	8	1.0	1	5	2	49.72	1.834	8	0.3	
3	2	1	33.38	2.684	8	1.2	4	2	2	44.18	2.050	8	6.5								

