

# SINTESIS ZEOLIT 4A DARI BAHAN DASAR ABU LIMBAH SAWIT DENGAN VARIASI LAMA PENGADUKAN GEL DAN PERBANDINGAN VOLUME NATRIUM SILIKAT DENGAN NATRIUM ALUMINAT

Nila Sari Siregar<sup>1</sup>, Fajril Akbar<sup>2</sup>, Rozanna Sri Irianty<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia  
Laboratorium Kimia Dasar II, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Jl. HR. Subrantas km. 12,5 Pekanbaru 28293  
Email: nilnil.sari@yahoo.com

## ABSTRACT

*Zeolite 4A is one of the synthetic zeolite which it is used as ion exchange. This zeolite can be synthesized from silica and alumina. This study aims to utilize the waste in the oil industry as the base material zeolite 4A synthesis and get the best conditions influence the volume ratio of reactants (sodium silicate/sodium aluminate), and long agitation in 4A zeolite synthesis process. 4A zeolite can be synthesized from the ashes of waste oil were melted with sodium hydroxide to make sodium silicate. 4A zeolite synthesis reaction process is done by mixing the reactants (sodium silicate and sodium aluminate) with variation 55:45, 60:40 and 65:35 v:v as well as the long stirring time of 1, 2 and 3 hours, followed by heating at 80 ° C for 8 hours. Zeolite synthesis results were characterized using Fourier Transform Infrared Spectrophotometry (FTIR) and X-ray Diffraction (XRD). Zeolite 4A crystallinity best result on the condition of the reactants variation 65:35 ml:ml with stirring 3 hours long and the highest ratio of 1.499.*

**Keywords :** ash waste oil, spektrofotometri FTIR, XRD, zeolite 4A.

## 1. Pendahuluan

Perkembangan industri kimia mengakibatkan meningkatnya kebutuhan zeolit sebagai adsorben, penukar ion dan katalis pada berbagai proses katalitik. Zeolit digunakan sebagai pengemban karena struktur kristalnya berpori dan memiliki luas permukaan yang besar, tersusun oleh kerangka silika-alumina, memiliki stabilitas termal yang tinggi, harganya murah serta keberadaannya cukup melimpah. Kebanyakan industri lebih menyukai penggunaan zeolit sintesis dibandingkan dengan zeolit alam. Zeolit sintetis lebih disukai karena keaktifan, selektivitas, kestabilannya yang lebih dibandingkan dengan zeolit alam. Pada saat ini penggunaan mineral zeolit semakin meningkat, dari penggunaan dalam industri kecil hingga dalam industri berskala besar [Ulfah dkk, 2006].

Salah satu zeolit sintetis adalah zeolit 4A. Zeolit 4A dapat disintesis dari

campuran silika dan alumina dengan komposisi dan kondisi operasi tertentu. Sumber silika dapat berupa natrium silikat, silikat hidrat, *water glass*, silika sol, silika gel, *clay*, silika terpresipitasi dan *calcined silica*. Sedangkan sumber alumina berupa natrium aluminat, aluminium sulfat dan aluminium hidroksida [Ismail, 2006]. Sumber silika untuk pembuatan reaktan natrium silikat pada sintesis zeolit 4A dapat diperoleh dari abu terbang (*fly ash*) batu bara, abu hasil pembakaran sabut sawit dan abu *fly ash* sawit, yaitu limbah padat industri pabrik kelapa sawit. Limbah padat industri sawit dalam bentuk *fly ash* di propinsi Riau meningkat jumlahnya seiring dengan meningkatnya luas perkebunan dan industri sawit.

Perkembangan industri sawit akan berdampak pada peningkatan kuantitas limbah yang akan dibuang ke lingkungan. Untuk setiap pengolahan 30 ton/jam

tandan buah segar (TBS) akan dihasilkan 13,14% sabut dan 6,29% cangkang yang sering digunakan sebagai bahan bakar boiler. Dari total berat cangkang dan sabut sawit yang dibakar, dapat diperoleh 15% berat abu hasil pembakaran boiler [PTPN V, 2011]. *Bottom ash* biasanya hanya ditumpuk di sekitar area pabrik dan kemudian dibuang ke tempat pembuangan. Abu sabut dan cangkang sawit asal Provinsi Riau berkadar silika berturut-turut 61,3 dan 76,5% berat [Zahrina, 2007]. Zahrina dkk. [2007] melaporkan bahwa *fly ash* sawit mempunyai kadar silika 59,1% berat. Pada penelitian ini akan digunakan abu dasar (*bottom ash*) sawit sebagai sumber silika pada sintesis zeolit 4A, karena dibandingkan dengan abu terbang (*fly ash*), abu dasar (*bottom ash*), memiliki kadar silika yang cukup tinggi dan masih berbentuk amorf.

Yelmida [2012] mensintesis zeolit 4A menggunakan sumber silika yang berasal dari *fly ash* sawit. Hasil dari analisis telah dilakukan oleh Yelmida [2012], zeolit 4A yang terbentuk pada perbandingan volume reaktan (natrium silikat dan natrium aluminat) 60:40 ml:ml, waktu pengadukan reaktan 3 jam dan waktu pemanasan gel 8 jam. Yelmida dkk. [2012] ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi sintesis zeolit 4A, seperti perbandingan volume reaktan, waktu pengadukan dan waktu pemanasan gel. Yelmida dkk. [2012] mensintesis zeolit 4A dengan menggunakan metode presipitasi. Pada penelitian ini, sebagai sumber silika akan digunakan abu limbah sawit dari limbah padat industri sawit. Sintesis zeolit 4A akan dilakukan dengan memvariasikan lama pengadukan gel dan variasi volume reaktan. Penggunaan abu limbah sawit ini dilakukan berdasarkan pertimbangan pada ketersediaan dan kemudahan untuk memperoleh sumber silika, terutama di Provinsi Riau. Untuk variabel lama pengadukan gel akan dilakukan variasi 1, 2 dan 3 jam, sedangkan untuk variabel volume reaktan akan dilakukan variasi 55:45. 60:40 dan 65:35 ml:ml. Pada penelitian ini, metode

yang digunakan untuk mensintesis zeolit 4A adalah metode presipitasi.

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah melakukan sintesis zeolit 4A menggunakan abu limbah padat sawit sebagai sumber silika dengan variasi lama pengadukan gel dan perbandingan volume reaktan dan mendapatkan kondisi proses yang optimum pada sintesis zeolit 4A.

## 2. Metodologi

### 2.1 Persiapan Abu sawit

Abu sawit yang digunakan pada penelitian ini berasal dari PTPN V Sungai Galuh, Riau. Sebelum digunakan, abu sawit terlebih dahulu diayak untuk menyeragamkan ukurannya ( $\pm 100$  mesh).

### 2.2 Pembuatan Reaktan

Larutan Natrium silikat diperoleh dengan melebur 25 gram abu sawit yang berukuran  $\pm 100$  mesh dan 62,5 gram NaOH kering dalam *furnace* pada temperatur  $500^{\circ}\text{C}$  selama 5 menit. Setelah dingin, campuran hasil leburan diberi akuades secukupnya dan dibiarkan selama 24 jam agar larut sempurna. Larutan kemudian disaring dan filtrat diencerkan sampai volume tepat 250 ml [Akbar dkk, 2006].

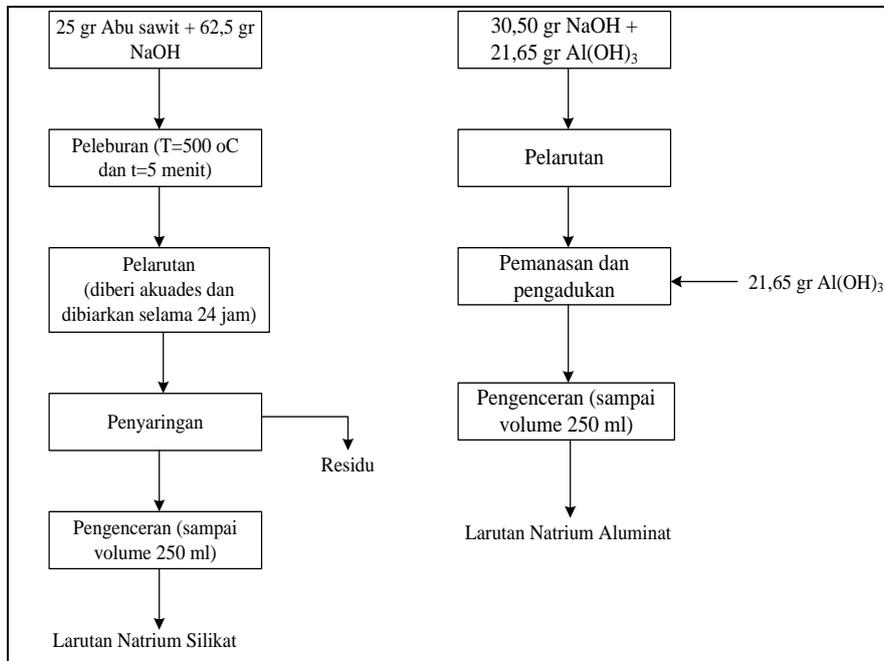
Sumber alumina dalam sintesis zeolit ini adalah larutan yang dibuat dengan melarutkan 30,50 gram NaOH dalam 100 ml akuades digelas piala dan dipanaskan. Kedalam larutan NaOH tersebut dimasukkan sebanyak 21,65 gram  $\text{Al}(\text{OH})_3$  sambil dipanaskan dan diaduk menggunakan pengaduk mekanik. Setelah semua  $\text{Al}(\text{OH})_3$  larut, kemudian larutan diencerkan sampai 250 ml [Akbar dkk, 2006]. Tahapan pembuatan reaktan yang telah diuraikan di atas diringkaskan dalam bentuk blok diagram seperti yang ditampilkan pada Gambar 1 dibawah ini :

### 2.3 Sintesis Zeolit 4A

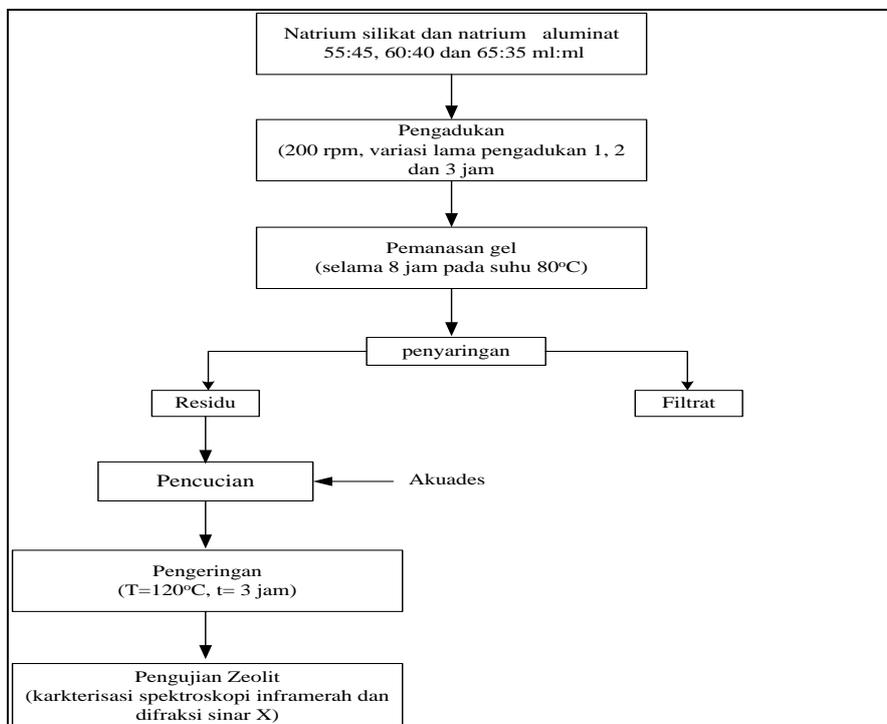
Sintesis zeolit 4A dilakukan dengan mencampurkan larutan natrium aluminat kedalam larutan natrium silikat dengan

perbandingan volume tertentu (55:45, 60:40 dan 65:35 ml:ml) sambil diaduk selama 1, 2 dan 3 jam hingga homogen dan akan terbentuk gel yang berwarna putih. Kemudian gel tersebut dimasukkan kedalam oven pada temperatur 80°C selama 8 jam. Hasil sintesis disaring dan

dicuci dengan akuades sampai pH netral yaitu pada pH 7, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 3 jam. Tahapan proses sintesis zeolit 4A yang telah diuraikan di atas diringkaskan dalam bentuk blok diagram seperti yang ditampilkan pada Gambar 2 dibawah ini :



**Gambar 1.** Blok Diagram Pembuatan Natrium Silikat dan Natrium Aluminat



**Gambar 2.** Blok Diagram Proses Sintesis Zeolit 4A

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Komposisi Bahan Baku

Abu sawit yang digunakan pada penelitian ini abu limbah sawit hasil pembakaran cangkang dan sabut didalam dapur atau tungku pembakaran (*boiler*) berasal dari PTPN V Sei Galuh. Abu sawit terlebih dahulu dianalisa kadar silikanya secara gravimetrik. Hasil analisa dilakukan di Lab Instrumen Kimia Universitas Negri Padang, diperoleh kadar silika sebesar 60,75%. Adanya kadar silika ini memperlihatkan potensi abu sawit untuk dijadikan sebagai sumber silika pada pembuatan reaktan untuk sintesis zeolit 4A.

#### 3.2 Hasil Analisis Spektroskopi Inframerah Pada Sintesis Zeolit 4A Dari Abu Limbah Sawit Dengan Variasi Volume Reaktan dan Lama Pengadukan Gel

Pada Penelitian ini dipelajari pengaruh variasi volume reaktan (55:45, 60:40 dan 65:35 ml:ml) dan lama pengadukan gel (1, 2 dan 3 jam). Dari spektrum inframerah untuk waktu pengadukan 1-3 jam, dapat dihitung rasio Si/Al yaitu rasio pada bilangan gelombang 650-500/500-420, untuk menentukan tingkat pembentukan kristal zeolit 4A seperti ditampilkan pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 3.

**Tabel 1.** Rasio Pita Serapan pada Variasi Suhu Pembentukan Gel dengan Volume Reaktan 55:45 ml:ml

Volume Reaktan	Variasi Lama Pengadukan gel	Pita Serapan Infra Merah				Rasio Pita Serapan
		Bilangan Gelombang 650-500 $\text{cm}^{-1}$	Serapan ( $\text{\AA}$ )	Bilangan Gelombang 500-420 $\text{cm}^{-1}$	Serapan ( $\text{\AA}$ )	
55:45 ml:ml	1 jam	624,94	0,667	447,49	1,261	0,529
	2 jam	624,94	0,668	467,49	0,945	0,707
	3 jam	555,50	1,782	462,92	1,234	1,444

**Tabel 2.** Rasio Pita Serapan pada Variasi Suhu Pembentukan Gel dengan Volume Reaktan 60:40 ml:ml

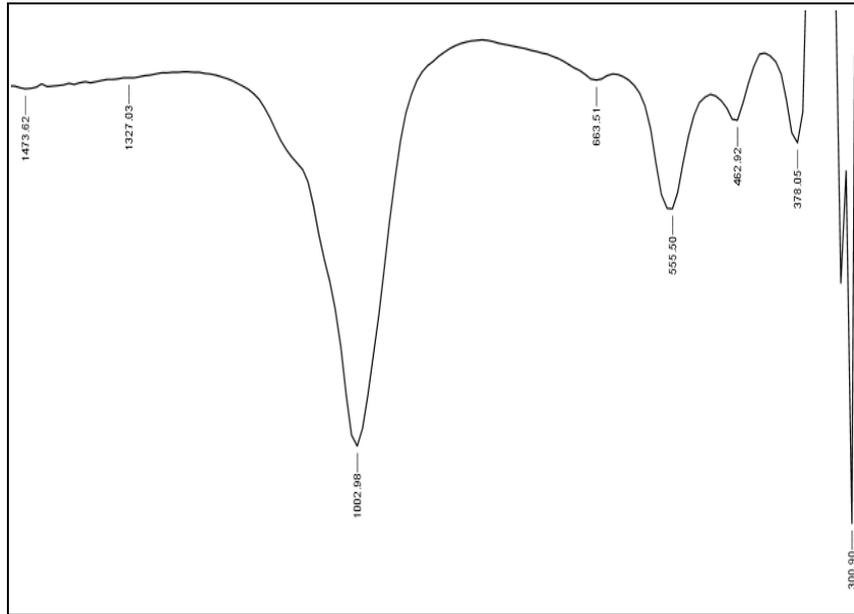
Volume Reaktan	Variasi Lama Pengadukan	Pita Serapan Infra Merah				Rasio Pita Serapan
		Bilangan gelombang 650-500 $\text{cm}^{-1}$	Serapan ( $\text{\AA}$ )	Bilangan gelombang 500-420 $\text{cm}^{-1}$	Serapan ( $\text{\AA}$ )	
60:40 ml:ml	1 jam	563,21	1,740	470,63	1,238	1,405
	2 jam	550,50	0,789	462,92	0,544	1,450
	3 jam	550,50	1,098	470,63	0,740	1,484

**Tabel 3.** Rasio Pita Serapan pada Variasi Suhu Pembentukan Gel dengan Volume Reaktan 65:35 ml:ml

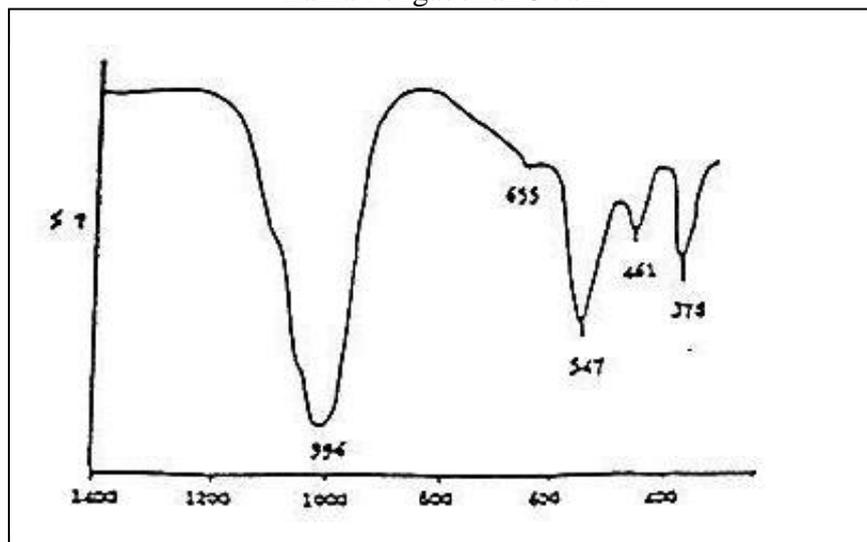
Volume Reaktan	Variasi Lama Pengadukan	Pita Serapan Infra Merah				Rasio Pita Serapan
		Bilangan gelombang 650-500 $\text{cm}^{-1}$	Serapan ( $\text{\AA}$ )	Bilangan gelombang 500-420 $\text{cm}^{-1}$	Serapan ( $\text{\AA}$ )	
65:35 m:ml	1 jam	550,50	1,111	462,92	0,741	1,499
	2 jam	550,50	1,268	462,92	0,888	1,428
	3 jam	550,50	0,788	462,92	0,647	1,218

Menurut Imbert dkk. [1994], kristalisasi dari zeolit 4A dapat ditentukan berdasarkan besarnya rasio pita serapan pada daerah bilangan gelombang 650-500/500-420  $\text{cm}^{-1}$ . Lama pengadukan campuran reaktan selama 3 jam dan variasi volume reaktan 65:35 ml:ml, merupakan kondisi sintesis yang terbaik untuk menghasilkan zeolit 4A. Hal ini dapat diketahui karena pada kondisi tersebut

diperoleh rasio serapan tertinggi, yaitu 1,499. Sehingga, produk sintesis dengan waktu pengadukan 3 jam dan variasi volume reaktan 65:35 ml:ml diduga merupakan zeolit 4A. Gambar 3 dan 4 dibawah ini menyajikan perbandingan spektrum inframerah zeolit 4A standar dengan zeolit hasil sintesis pada waktu pengadukan 3 jam dan variasi volume reaktan 65:35 ml:ml.



**Gambar 3.** Spektrogram Inframerah Hasil Sintesis untuk Perbandingan Volume 65:35 Pada Lama Pengadukan 3 Jam



**Gambar 4.** Spektrogram Inframerah Zeolit 4A [Sumber : Flanigen dkk, 1971]

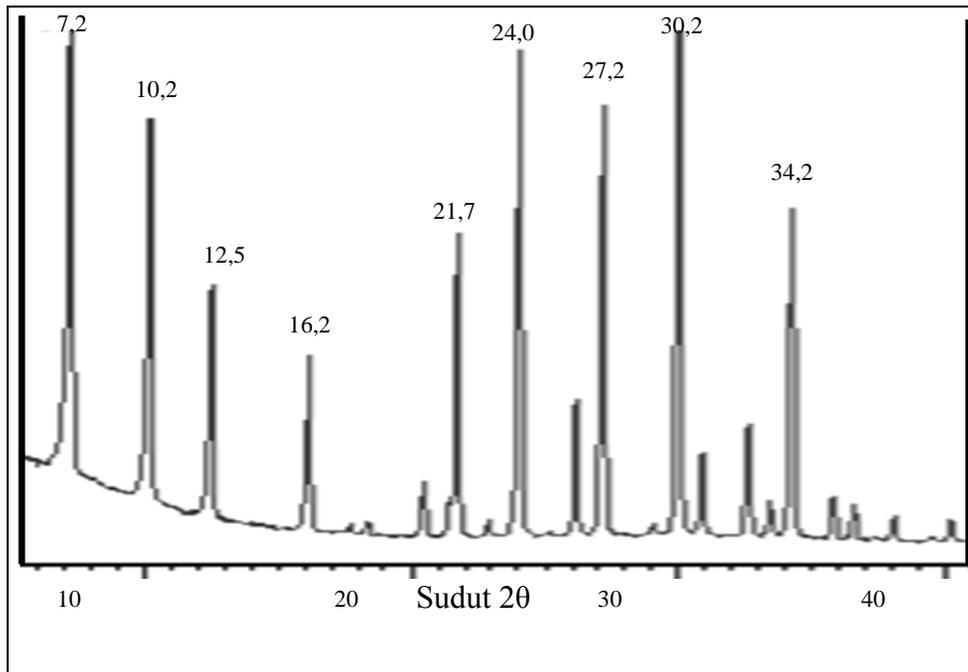
Berdasarkan spektrum inframerah yang ditampilkan pada Gambar 3 dan 4, dapat dilihat terdapatnya serapan khas zeolit 4A

pada rentang asimetris ikatan  $\text{TO}_4$  tetrahedral dengan bilangan gelombang antara  $1002,98 \text{ cm}^{-1}$ , vibrasi cincin ganda

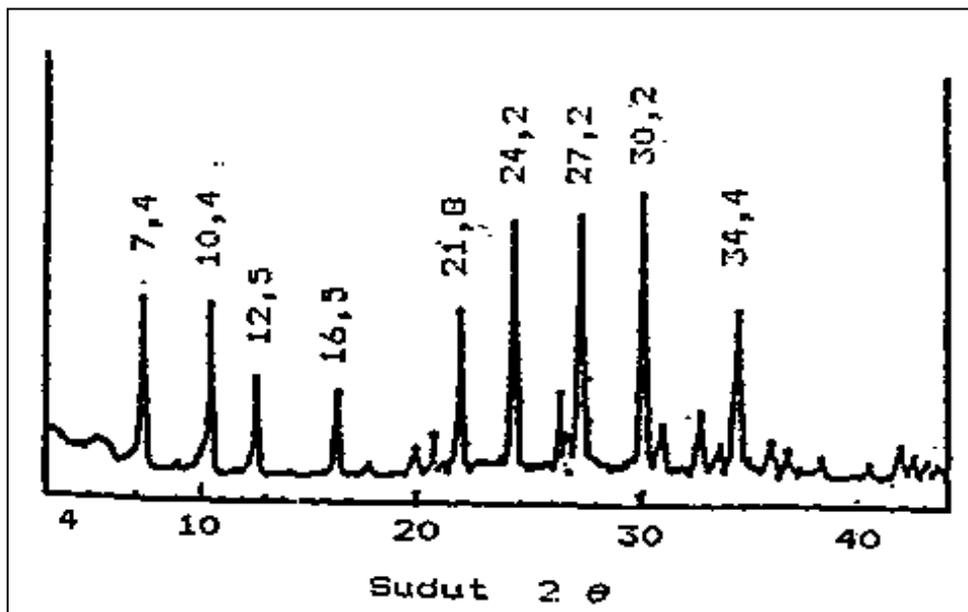
polihedral kerangka zeolit dengan bilangan gelombang antara  $555,50 \text{ cm}^{-1}$  dan vibrasi tekuk ikatan  $\text{TO}_4$  dengan bilangan gelombang antara  $462,92 \text{ cm}^{-1}$ . Sedangkan pori-pori terbuka dari zeolit yang ditandai dengan bilangan gelombang  $354,9 \text{ cm}^{-1}$ .

### 3.3 Hasil Analisis Difraksi Sinar-X Pada Sintesis Zeolit 4A Dari Abu Limbah Sawit

Untuk memperkuat kebenaran hasil karakterisasi dari spektroskopi inframerah, maka zeolit yang disintesis pada variasi volume reaktan 65:35 ml:ml dengan lama pengadukan 3 jam dikarakterisasi lebih lanjut dengan difraksi sinar-X. Hasil analisis difraksi sinar-X diperlihatkan pada Gambar 5. Difraktogram ini akan dibandingkan dengan difraktogram zeolit 4A standar Gambar 6.



Gambar 5. Difraktogram Zeolit Hasil Sintesis



Gambar 6. Difraktogram Standar Zeolit 4A [Murat dkk, 1992]

Dari perbandingan Gambar 5 dan 6 difraktogram produk hasil sintesis dengan difraktogram standar 4A terlihat adanya kemiripan sudut  $2\theta$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa zeolit hasil sintesis pada penelitian ini merupakan zeolit 4A.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu abu sawit hasil pembakaran cangkang dan sabut didalam dapur atau tungku pembakaran (*boiler*) dapat digunakan sebagai sumber silika pada sintesis zeolit 4A. Kadar silika pada abu sawit sebesar 60,75%, hasil karakterisasi menggunakan spektroskopi infra merah menyatakan bahwa perbandingan volume reaktan (natrium silikat dan natrium aluminat) 65:35 ml:ml dan lama pengadukan gel 3 jam merupakan kondisi terbaik pada sintesis zeolit 4A, yaitu dengan rasio 1,499 dan hasil karakterisasi diperkuat dengan melakukan karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* yang menunjukkan adanya kesamaan antara difraktogram produk hasil sintesis dengan difraktogram zeolit 4A standar.

#### Daftar Pustaka

Akbar, F. 1996. Sintesis dan Karakterisasi Zeolit 4A dari Bahan Dasar Abu Layang. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Flanigen ,E.M., Khatami, H. dan Syzmanski, H.A. 1971. Infrared Structural Studies of Zeolite Frameworks. Molecular Sieve

Zeolite-I, American Society Advances in Chemistry Series No.102. Washington D.C.

- Imbert, F.E., Moreno, C., Montero, A., Fontal, B. dan Lujano, J. 1994. Zeolite: Venezuelan Natural Aluminosilicate as A Feedstock in the Synthesis of Zeolit-A. 14(5), 374-378.
- Ismail, R.M. 2006. Synthesis of Nanosized ZSM-5 Using Different Alumina Sources. The Journal Of Central Metallurgical R&D Institute. Cairo.
- Murat, M., Anokrane, A., Bastide, J. P. dan Montanaro, L. 1992. Syntesis of Zeolite from Thermally Activated kaolinite. Some Observations on Nucleation and Growth Clay Mineral, 27, 119 – 130.
- PTPN V. 2011. Material Balance Pengolahan Kelapa Sawit. Pekanbaru.
- Ulfah, Maria, E, Yasnur, F.A. dan Istadi. 2006. Optimasi Pembuatan Katalis Zeolit X dari Tawas, NaOH dan Water Glass Dengan Response Surface Methodology. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Yelmida, Zahrina, I, Akbar, F. dan Suchi, A. 2012. Sintesis Zeolit 4A dari fly ash sawit dengan variasi waktu pengadukan dan waktu pemanasan gel. Seminar Nasional Teknik Kimia Teknologi Petro dan Oleo. Riau.
- Zahrina, I. 2007. Pemanfaatan Abu Sabut dan Cangkang Sawit sebagai Sumber Silika pada Sintesis ZSM-5 dari Zeolit Alam. Jurnal Sains dan Teknologi. Pekanbaru.