



**PREPARASI NANOZEOLIT DARI ZEOLIT ALAM
GUNUNGKIDUL DENGAN METODE *TOP-DOWN*
SEBAGAI ASPIRIN *CARRIER***

SKRIPSI

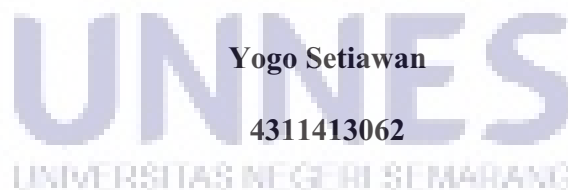
diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains Program Studi Kimia

Oleh:

Yogo Setiawan

4311413062



JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2017

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 30 Oktober 2017



Yogo Setiawan
4311413062

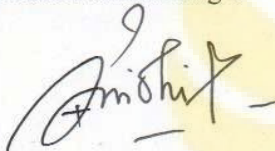
UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

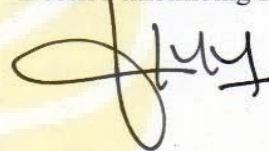
Semarang, 30 Oktober 2017

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I



Dr. F. Widhi Mahatmanti, M.Si.
NIP. 196912171997022001

Dosen Pembimbing II



Harjono, S.Pd., M.Si.
NIP. 197711162005011001



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Preparasi Nanozeolit dari Zeolit Alam Gunungkidul dengan Metode *Top-down*
sebagai Aspirin *Carrier*

disusun oleh

Yogo Setiawan

4311413062

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada
tanggal 02 November 2017



Sekretaris

Dr. Nanik Wijayati, M.Si.
NIP. 196910231996032002

Ketua Penguji

Dr. Jumaeri, M. Si.
NIP. 196210051993031002

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Dr. F. Widhi Mahatmanti, M.Si.
NIP. 196912171997022001

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Harjono, S.Pd, M.Si.
NIP. 197711162005011001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Gapai bintang mu setinggi angkasa dan
pancarkan sinarnya seperti matahari,
raihlah cita-citamu meski sesulit apapun itu
dan amalkan seperti air yang mengalir

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

- Bapak, Ibu, kakak, adik-adik saya atas dukungan, material dan motivasinya.
- Keluarga Besar Wiryo Sentono Sastrowijoyo Hadidiningrat atas dukungan dan semangat yang diberikan.
- Kerabat dekat yang selalu memotivasi.
- Teman – teman yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Strata 1 (S1) pada Program Studi Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang. Skripsi ini mengambil judul “Preparasi Nanozeolit dari Zeolit Alam Gunungkidul dengan Metode *Top-down* sebagai Aspirin *Carrier*”.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang
3. Dr. F. Widhi Mahatmanti, M.Si dan Harjono, S.Pd, M.Si Dosen Pembimbing yang selalu memberi bimbingan, dukungan, arahan dan semangat
4. Dr. Jumaeri, M.Si Dosen Penguji yang telah memberi masukan
5. Bapak dan Ibu atas doa, dukungan dan semangat
6. Keluarga Besar Wiryo Sentono Sastrowijoyo Hadidiningrat atas dukungan dan semangat yang diberikan.
7. Dosen-dosen dan teknisi-teknisi Laboratorium Jurusan Kimia yang telah memberikan ilmu selama menempuh studi

9. Teman-teman Jurusan Kimia angkatan 2013 yang telah memberi doa, dukungan dan semangat
10. Sahabat maupun kerabat dekat yang sudah memberikan semangat dan motivasi
11. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini

Demi perbaikan selanjutnya, saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan senang hati. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis sendiri dan para pembaca pada umumnya.

Semarang, 30 Oktober 2017



Penulis



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Setiawan, Yogo. 2017. *Preparasi Nanozeolit dari Zeolit Alam Gunungkidul dengan Metode Top-down sebagai Carrier Aspirin*. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. F. Widhi Mahatmanti, M.Si. dan Pembimbing Pendamping Harjono, S.Pd., M.Si.

Kata kunci: adsorpsi aspirin, nanopartikel, *release* aspirin, *drug delivery*, *carrier*, zeolit

Zeolit alam dapat digunakan sebagai *drug delivery* yang tidak berbahaya dan melimpah di alam. Zeolit dapat digunakan sebagai *drug delivery* karena memiliki kemampuan adsorpsi yang besar dan pembawa yang baik dengan matriks yang stabil dan memiliki anti-asam sehingga tidak merusak organ tubuh terutama pada lambung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik nanozeolit yang dipreparasi dari zeolit alam Gunungkidul dan kemampuan optimum dalam mengadsorpsi dan *release* sebagai *carrier* aspirin. Zeolit yang digunakan dalam penelitian adalah zeolit alam hasil ayakan 230 *mesh* (ZA), zeolit alam yang diaktivasi dengan HCl 1M dan dikalsinasi pada suhu 600°C (ZAA), dan zeolit alam nanopartikel yang diperoleh secara *milling* selama 10 jam dengan kecepatan 1000 rpm (ZAN). Hasil analisis menunjukkan zeolit ZAN memiliki ukuran partikel sebesar 188,3 nm, ukuran kristal sebesar 32 nm, dengan luas permukaan sebesar 18,980 m²/g dan ukuran pori 132,878 Å. Morfologi zeolit nanopartikel berbentuk bulat-bulat kecil dengan morfologi amorf, namun belum secara keutuhan homogen dengan ukuran partikel 63,7 nm. Efektifitas Zeolit Alam (ZA) sebagai aspirin *carrier* mengikuti mekanisme *controlled release* dengan waktu optimum *release* pada 30 menit sebesar 43,80%. Pada Zeolit Alam Aktivasi (ZAA) mengikuti mekanisme *controlled release* dengan waktu optimum *release* pada 30 menit sebesar 57,35%. Pada Zeolit Alam Nanopartikel (ZAN) mengikuti mekanisme *sustained release* dengan waktu optimum pada 60 menit sebesar 91,48%. *Release* yang terjadi secara difusi dan osmosis. Zeolit ZA dan ZAA lebih efektif digunakan sebagai *carrier* obat nyeri dan peradangan, sedangkan zeolit ZAN lebih efektif digunakan sebagai *carrier* obat penyakit organ dalam. Zeolit dapat digunakan karena efisien, melimpah di alam dan tidak beracun.

ABSTRACT

Setiawan, Yogo. 2017. Preparation of Nanozeolite from Gunungkidul Natural Zeolite with Top-down Method as Carrier Aspirin. Script, Chemistry Department Faculty of Mathematics and Natural Sciences State University of Semarang. Supervisor F. Widhi Mahatmanti, M.Si and Supervising Counselor Harjono, S.Pd., M.Si.

Keywords: aspirin adsorption, nanoparticles, aspirin release, drug delivery, carrier, zeolite

Natural zeolite can be used as a drug delivery that is not harmful and abundant in nature. Zeolite can be used as a drug delivery because it has a large adsorption capability and a good carrier with a stable matrix and has anti-acid so as not to damage the organs especially in the stomach. This study aims to determine the characteristics of nanozeolite prepared from natural zeolite Gunungkidul and optimum ability in adsorption and release as aspirin carrier. The zeolite used in the study was a 230 mesh (ZA) sieved natural zeolite (ZA), natural zeolite activated with 1M HCl and calcined at 600°C (ZAA), and nanoparticle-acquired natural zeolite for 10 hours at 1000 rpm (ZAN). The results showed ZAN zeolite has a particle size of 188.3 nm, a crystal size of 32 nm, with a surface area of 18.980 m² / g and a pore size of 132.878 Å. The morphology of zeolite nanoparticles is small round with amorphous morphology, but not yet homogeneously homogeneous with a particle size of 63.7 nm. The effectiveness of Natural Zeolite (ZA) as aspirin carrier followed the controlled release mechanism with optimum release time at 30 minutes for 43.80%. At Zeolite Natural Activation (ZAA) follow controlled release mechanism with optimum release time at 30 minutes equal to 57,35%. At Zeolite Alam Nanopartikel (ZAN) follow sustained release mechanism with optimum time at 60 minutes equal to 91,48%. Diffuse release and osmosis. Zeolite ZA and ZAA are more effectively used as carriers of pain medication and inflammation, whereas ZAN zeolites are more effectively used as carriers of internal disease drugs. Zeolites can be used because they are efficient, abundant in nature and non-toxic.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENYATAAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRAC	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB	
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
BAB	
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Zeolit	6
2.2 Struktur Zeolit	8
2.3 Teori Adsorben	10
2.4 Preparasi Nanozeolit	11
2.4.1 Sistem <i>Ball Milling</i>	12
2.5 Sistem Penghantar Obat (Drug Delivery)	13
2.6 Aspirin (Asam Asetil Salisilat)	14
2.7 Karakterisasi Nanozeolit dari Zeolit Alam	15
2.7.1 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	16
2.7.2 <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA)	16
2.7.3 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	17
2.7.4 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	18
2.7.5 <i>Surface Area Analyzer</i> (SAA)	19
2.7.6 Spektrofotometer Uv – Visible	20
BAB	
3. METODE PENELITIAN	22
3.1 Lokasi Penelitian	22
3.2 Variabel Penelitian	22
3.2.1 Variabel Bebas	22
3.2.2 Variabel Terikat	23
3.2.3 Variabel Terkontrol	23

3.3	Alat dan Bahan.....	24
3.3.1	Alat	24
3.3.2	Bahan	24
3.4	Prosedur Kerja	24
3.4.1	Preparasi zeolit	24
3.4.1.1	Preparasi zeolit sampel A (ZA)	24
3.4.1.2	Preparasi zeolit sampel B (ZAA)	25
3.4.1.3	Preparasi zeolit sampel C (ZAN)	25
3.4.1.4	Karakterisasi	26
3.4.2	Adsorpsi aspirin pada matrik zeolit	26
3.4.2.1	Penentuan panjang gelombang maksimal (λ_{max})	27
3.4.2.2	Pembuatan kurva kalibrasi aspirin	27
3.4.2.3	Penentuan waktu kontak aspirin optimum	27
3.4.2.4	Penentuan konsentrasi aspirin optimum	28
3.4.3	Desorpsi aspirin dari matrik zeolit	28
3.5	Rancangan Penelitian	29
3.6	Analisis Data	29
BAB		
4.	HASIL dan PEMBAHASAN	30
4.1	Preparasi Zeolit.....	30
4.2	Karakterisasi Sampel	34
4.2.1	Analisis <i>X-Ray Diffractin (XRD)</i>	34
4.2.2	Analisis <i>Surface Area Analyzer (SAA)</i>	37
4.2.3	Analisis <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	40
4.2.4	Analisis <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	41
4.3	Kinerja Zeolit Sintesis sebagai Aspirin Carrier	44
4.3.1	Adsorpsi aspirin dengan zeolit.....	44
4.3.1.1	Penentuan waktu kontak optimum	44
4.3.1.2	Penentuan konsentrasi optimum	48
4.3.2	Release aspirin dari matrik zeolit	51
BAB		
5.	SIMPULAN dan Saran	56
5.1	Simpulan	56
5.2	Saran	56
	Daftar Pustaka	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar

2.1 Struktur utama zeolit	8
2.2 Unit pembangun zeolit	9
2.3 Struktur penyusun zeolit	9
2.4 Struktur pori di dalam zeolit	10
2.5 Material dan bola penghancur didalam vial (dinding vial = lingkaran dengan garis putus- putus, bola penghancur = bulat hitam besar, material = bulat hitam kecil)	13
2.6 Struktur aspirin atau asam asetil salisilat	15
2.7 Skema kerja <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	16
2.8 Skema kerja <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA)	17
2.9 Skema kerja <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	18
2.10 Skema kerja <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	19
2.11 Skema kerja <i>Surface Analyzer Area</i> (SAA)	20
2.12 Skema kerja Spektrofotometer UV-Vis	21
4.1 Difragmatografik analisis zeoli: a. mordenit, b. afganite, c. mordenit, d. laumonite, e. forneseite, dan f. gmelinit	34
4.2 Morfologi hasil SEM: a. Zeolit Alam (ZA), b. Zeolit Alam Aktivasi (ZAA), c. Zeolit Alam Nanopartikel (ZAN)	40
4.3 Hasil analisis FTIR: a. Zeolit, b. Aspirin, c. Zeolit-Aspirin	42
4.4 Kurva kalibrasi larutan aspirin	45
4.5 Grafik hubungan antara waktu kontak (menit) terhadap presentase aspirin teradsorpsi	46
4.6 Grafik hubungan konsentrasi awal aspirin (mg/L) dengan jumlah penyerapan (mg/g)	49
4.7 Grafik hubungan antara waktu <i>release</i> (menit) terhadap aspirin <i>release</i>	51

DAFTAR TABEL

Tabel	
3.1 Rancangan penelitian optimasi waktu kontak	29
3.2 Rancangan penelitian optimasi konsentrasi awal aspirin	29
3.3 Rancangan penelitian optimasi waktu <i>release</i> optimum	29
4.1 Pengamatan hasil perlakuan zeolit	30
4.2 Hasil analisa <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA)	33
4.3 Hasil 2θ difraktogram zeolit	35
4.4 Hasil ukuran kristal dengan persamaan <i>Shcherer</i>	37
4.5 Hasil analisis SAA zeolit preparasi	38



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	
1 Rancangan penelitian	65
2 Data perhitungan	73
3 Hasil preparasi zeolit	75
4 Penentuan panjang gelombang dan kurva kalibrasi	76
5 Data perhitungan waktu kontak optimum	79
6 Data perhitungan konsentrasi oprimum	81
7 Data perhitungan waktu <i>release</i> aspirin	83
8 Analisis ukuran partikel zeolit alam nanopartikel	85
9 Difragmatogram zeolit	86
10 Analisis <i>Surface Area Analyzer</i> (SAA) zeolit	90
11 Morfologi zeolit dengan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	96
12 Analisis Spektra Inframerah (IR) aspirin	98
13 Hasil analisa <i>Two-way anava</i>	101
14 Hasil analisa <i>One-way anava</i>	104
15 Dokumentasi	106



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan nanoteknologi dalam bidang farmasi mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan sistem *drug delivery* telah membuat kontribusi yang signifikan terhadap penjualan di bidang farmasi melalui segmentasi pasar. Hingga saat ini, rute pemberian oral merupakan rute yang paling digemari dalam pemberian agen terapeutik yang merupakan terapi dengan biaya yang relatif murah, pemberiannya mudah sehingga dapat meningkatkan nilai jual (Kanani & Rajarajan, 2011).

Sistem *drug delivery* yang saat ini dikembangkan selalu mengarah pada bagaimana mendesain suatu sistem yang dapat memaksimalkan efek terapi obat, sekaligus meminimalkan efek samping yang ditimbulkan. Frekuensi pemberian obat yang semakin sering dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya efek samping yang semakin besar, sehingga diperlukan suatu sistem penghantaran yang mampu memperpanjang masa kerja obat, dengan demikian jumlah konsumsinya dapat dikurangi. Salah satu faktor yang penting dalam *drug delivery* adalah bentuk sediaan. Penggunaan suatu bentuk sediaan bertujuan untuk mengoptimalkan penyampaian obat sehingga dapat mencapai efek terapi dalam lingkungan *in vivo* dimana pelepasan obat berlangsung (Lukman, 2011).

Aspirin (Asam Asetil Salisilat) obat *non steroidal anti inflammatory drugs* (OAINS) merupakan golongan obat yang bekerja terutama di perifer yang berfungsi sebagai *analgesik* (peredam nyeri), *antipirektik* (penurun panas), dan *antiinflamasi*

(anti radang). Dibandingkan dengan obat antiradang bukan steroid yang lain, penggunaan asam asetil salisilat (aspirin) jauh lebih banyak digunakan dalam pengobatan (Dannhardt & Laufer, 2000). Namun, penggunaan obat aspirin secara langsung dapat menyebabkan iritasi lambung dan usus. Hal tersebut perlu dilakukannya pengemban yang dapat digunakan sebagai *drug delivery*. Pengemban yang sering digunakan adalah kitosan, kitin dan zeolit.

Drug delivery vitamin C menggunakan kitin yang dilakukan oleh Putra, *et al.* (2013), menunjukkan energi interaksi antara segmen dimer kitin dengan vitamin C sebesar -89,299 kJ/mol atau sebesar -21,343 kkal/mol. Sonia & Chandra (2011) menginformasikan kitosan telah digunakan untuk penghantar molekul insulin dengan nanopartikel polimerik sebagai sistem pembawa. Uji *in vivo* pada model tikus penderita diabetes dengan kitosan/poli-(γ -asam glutamat) menunjukkan bahwa sistem nanopartikel ini secara efektif menurunkan tingkat gula darah. Kombinasi nanopartikel dekstran sulfat-kitosan efektif sebagai sistem penghantaran sensitif pH dan pelepasan insulin dikendalikan oleh mekanisme disosiasi antar-polisakarida. Penggunaan kitin dan kitosan dalam memperolehnya tidak mudah, karena kesediaan di alam tidak melimpah dan perlu dilakukan sintesis dan harganya yang cukup mahal. Zeolit dapat digunakan sebagai alternatif *drug delivery system* karena zeolit mempunyai struktur dan komposisi yang teratur dengan rongga dan saluran. Adanya pori saluran dan rongga menyebabkan zeolit dapat digunakan sebagai pengemban atau matriks molekul obat (Khomairatul, 2016). Penggunaan zeolit alam di Indonesia belum optimal, sedangkan Indonesia secara geografis terletak pada jalur gunung berapi yang memiliki potensi zeolit yang besar (Astatina *et al.*, 2012). Zeolit alam terdapat di Jawa, N.T.T, Irian, Sumatra, Sulawesi, dan

Kalimantan. Zeolit paling banyak terdapat di Pulau Jawa seperti di Wonosari dan Klaten (Distamben Jawa Barat, 2002).

Datt, *et al.* (2012) telah melakukan penelitian dengan menggunakan zeolit sintesis sebagai pembawa aspirin melaporkan bahwa pelepasan aspirin dari zeolit sintesis tergantung pada hidrofobilitasnya. Dengan zeolit yang lebih rendah rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ kurang efektif dalam *release* aspirin. Aspirin dapat diimbangkan pada zeolit dengan kadar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ yang tinggi. Berdasarkan penelitian Irnawati, *et al.* (2010), menggunakan zeolit alam sebagai pengemban ion Cu terhadap daya antibakteri pada *Streptococcus* mutan, bahwa zeolit yang membawa Cu memiliki daya antibakteri melalui 2 mekanisme. Mekanisme pertama yaitu mekanisme pelepasan Cu dalam zeolit sedikit demi sedikit dan mekanisme kedua interaksi antara antibakteri yang masuk atau terperangkap pada pori-pori zeolit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Krido (2008), zeolit alam Gunungkidul merupakan adsorben yang potensial karena sifatnya yang multi-adsorpsi dan termasuk jenis zeolit klinoptilotit. Zeolit klinoptilotit merupakan zeolit yang memiliki sifat tidak beracun (Tondar, *et al.*, 2014). Zeolit dengan perlakuan proses fisik melalui proses aktivasi memiliki kristalinitas dan kemampuan adsorpsi yang lebih baik daripada tanpa diaktivasi (Huda, 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Farias, *et al.* (2010), peningkatan konsentrasi HCl pada aktivasi zeolit alam menurunkan kristalinitas zeolit, sehingga kemampuan adsorpsi surfaktan kationik dalam peluruhan obat meningkat. Selain itu, dengan memperkecil ukuran partikel dapat meningkatkan daya adsorpsi yang terjadi karena semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan (Yolanda & Ardian, 2013).

Pembuatan nanopartikel dengan ukuran kurang dari 100 nm sekaligus mengubah sifat atau fungsi dari material asalnya. Secara garis besar, sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan metoda *top down* (fisika) dan *bottom up* (kimia). Metoda fisika (*top down*) dilakukan dengan cara memecah padatan logam menjadi partikel-partikel kecil berukuran nano. Sintesis nanopartikel dengan metode *top-down* merupakan sintesis secara fisik (Amedola *et al.*, 2011).

Budi *et al.* (2013), mensintesis nanopartikel Fe_2O_3 dengan metode *top-down* melalui penggabungan dua teknik yaitu teknik *Ball Milling* dan *Ultrasonic Milling*. Serbuk Fe_2O_3 yang diproses dengan planetary *ball-mill* selama 40 jam memiliki ukuran partikel sekitar 350 nm. Sintesis nanopartikel zeolit yang dilakukan oleh Sirait *et al.* (2014), dengan metode *ball milling* terhadap ukuran partikel 200 *mesh* yang telah diaktivasi menggunakan HCl 2M selama waktu *Milling* 10 jam menghasilkan nanopartikel berukuran rata-rata 75 nm. Semakin kecil ukuran partikel maka daya atau kemampuan dari zeolit akan semakin meningkat dengan energi kinetika yang dihasilkan (Ruíz-Baltazar & Ramiro, 2015).

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah ada, dalam penelitian ini dilakukan preparasi nanozeolit berbahan dasar zeolit alam Gunungkidul menggunakan metode *Top-down* sebagai *carrier* aspirin. Ukuran zeolit yang lebih kecil diharapkan lebih efektif sebagai *carrier* serta memiliki efektifitas *release* yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik dari nanozeolit yang dipreparasi dari zeolit alam Gunungkidul ?
2. Bagaimana pengaruh jenis zeolit terhadap efektifitasnya sebagai aspirin *carrier*?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik dari nanozeolit yang dipreparasi dari zeolit alam Gunungkidul,
2. Untuk mengetahui pengaruh jenis zeolit terhadap efektifitasnya sebagai aspirin *carrier*.

1.4 Manfaat

1. Dapat mengetahui karakterisasi dari nanozeolit yang dipreparasi dari zeolit alam Gunungkidul.
2. Dapat mengetahui pengaruh jenis zeolit terhadap efektifitasnya sebagai aspirin *carrier*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zeolit

Zeolit merupakan suatu mineral yang ditemukan pada tahun 1755 oleh Freherr Alex Cronsted yang berasal dari Swedia. Zeolit berasal dari bahasa Yunani *zhein* yang berarti mendidih dan *lithos* yang berarti batuan, dikarenakan oleh temuan Cronsted berupa uap yang dihasilkan dari batuan tersebut ketika dipanaskan. Zeolit yang berpori ini memiliki struktur dasar berupa silika alumina dan berbentuk tetrahedral (TO_4) yang merupakan unit bangun primer yang dijembatani oleh oksigen (Wang *et al.*, 2007).

Zeolit adalah mineral kristal alumina silikat berpori terhidrat yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terbentuk dari tetrahedral $[SiO_4]^{4-}$ dan $[AlO_4]^{5-}$. Kedua tetrahedral dihubungkan oleh atom-atom oksigen, menghasilkan struktur tiga dimensi terbuka dan berongga yang didalamnya diisi oleh atom-atom logam biasanya logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas (Breck, 1974).

Kekuatan zeolit sebagai adsorben, katalis, dan penukar ion sangat tergantung dari perbandingan Al dan Si, sehingga dikelompokkan menjadi 3 yaitu (1) Zeolit dengan kadar Si rendah dengan jenis ini banyak mengandung Al (kaya Al), berpori, mempunyai nilai ekonomi tinggi karena efektif untuk pemisahan atau pemurnian dengan kapasitas besar. Volume porinya dapat mencapai $0,5 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ volume zeolit. Kadar maksimum Al dicapai jika perbandingan Si/Al mendekati 1 dan keadaan ini mengakibatkan daya penukaran ion maksimum. (2) Zeolit dengan kadar Si sedang dengan kerangka tetrahedral Al dari zeolit tidak stabil terhadap

pengaruh asam dan panas. Jenis zeolit mordenit mempunyai perbandingan Si/Al = 5 sangat stabil. (3) Zeolit dengan kadar Si tinggi dengan perbandingan Si/Al = 10:100 sehingga sifat permukaannya tidak dapat diperkirakan lebih awal (Sutarti & Rahmawati, 1994: 285).

Zeolit dibedakan menjadi 2 jenis yaitu zeolit alam dan zeolit buatan. Zeolit alam terbentuk karena adanya perubahan alam (zeolitisasi) dari bahan vulkanik dan dapat digunakan secara langsung untuk berbagai keperluan, namun daya jerap maupun daya tukar ion zeolit ini belum maksimal. Zeolit alam yang banyak pengotor dapat dihilangkan dengan dua cara yaitu secara fisik dan kimia, secara fisik zeolit alam dipanaskan dengan suhu tinggi yang berguna untuk menghilangkan atau mengurangi kadar senyawa organik atau anorganik yang dapat menguap ketika dipanaskan dan secara kimia zeolit alam dapat diasamkan atau dibasakan untuk menghilangkan senyawa organik dan senyawa anorganik yang menyebabkan peningkatan kristalinitas dan luas permukaan (Ulfah *et al.*, 2006).

Untuk memperoleh zeolit dengan daya guna tinggi diperlukan suatu perlakuan yaitu dengan aktivasi. Proses aktivasi dapat meningkatkan daya adsorben suatu material (Sukmasari *et al.*, 2015). Aktivasi asam menyebabkan terjadinya dekontaminasi yang menyebabkan bertambahnya luas permukaan zeolit karena berkurangnya pengotor yang menutupi pori-pori zeolit. Luas permukaan yang bertambah diharapkan meningkatkan kemampuan zeolit dalam proses penjerapan (Weitkamp & Puppe, 1999). Hal tersebut menegaskan proses aktivasi dapat mengaktifkan/meningkatkan fungsi dari zeolit. Efektifitas zeolit tersebut karena banyaknya pori-pori zeolit yang terbuka dan permukaan padatnya menjadi bersih dan luas (Heraldly *et al.*, 2003).

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Bruno, *et al.* (2015), melaporkan zeolit alam yang memiliki luas permukaan yang dapat dimodifikasi menyebabkan zeolit menjadi pembawa obat yang sangat berguna karena sifat molekul dan sifat kimia zeolit yang digunakan dapat sebagai pengemban yang baik. Permukaan luas permukaan yang semakin luas maka semakin efektif dalam pembawa obat sebagai pembawa tertarget. Penelitian yang dilakukan oleh Sanja, *et al.* (2012), dengan menggunakan zeolit alam yang teraktivasi dan termodifikasi surfaktan sebagai *drug delivery* aspirin yang pelepasannya dapat terkontrol.

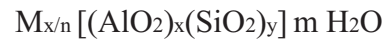
2.2 Struktur Zeolit

Zeolit adalah silikat hidrat dengan struktur sel berpori dan mempunyai sisi aktif yang mengikat kation yang dapat bertukar. Berdasarkan Zendelska *et al.* (2015), zeolit merupakan mineral berpori alami dimana substitusi parsial Si^{4+} dan Al^{3+} . Hasil dari kelebihan muatan negatif dari ion dikompensasi oleh kation alkali dan alkali tanah (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} atau Mg^{2+}) sehingga zeolit digunakan sebagai membran penyaring molekul, penukar ion dan katalis. Struktur dasar zeolit terdiri atas unit-unit tetrahedral $[\text{AlO}_4]$ dan $[\text{SiO}_4]$ yang saling berhubungan melalui atom O (Barrer, 1987). Struktur utama zeolit tercantum pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur utama zeolit

Dalam struktur tersebut Si^{4+} dapat diganti Al^{3+} (Gambar 2.2), sehingga rumus umum komposisi zeolit dapat dinyatakan sebagai berikut :



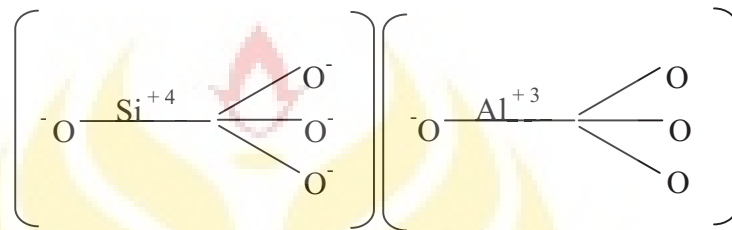
Dimana :

n = Valensi kation M (alkali / alkali tanah)

x, y = Jumlah tetrahedron per unit sel

m = Jumlah molekul air per unit sel

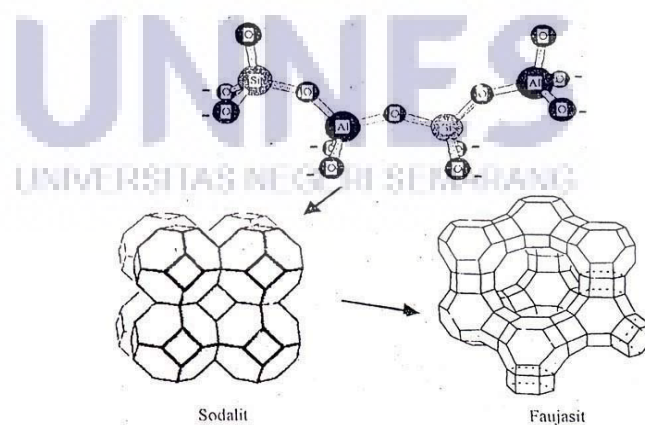
M = Kation alkali / alkali tanah



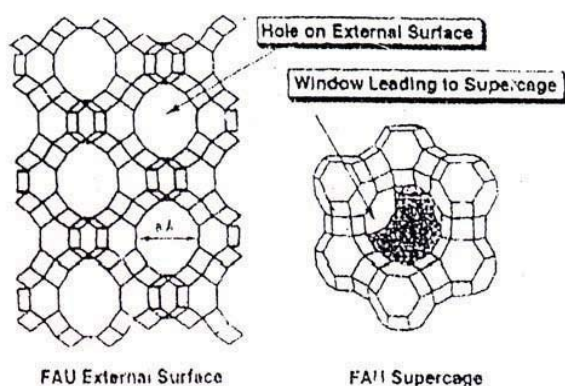
Gambar 2.2 Unit pembangun zeolit

(Lesley *et al.*, 2001: 238)

Struktur penyusun zeolit dapat dilihat dari Gambar 2.3 (Weller, 1994). Zeolit mempunyai struktur berongga dapat dilihat dari Gambar 2.4 yang biasanya diisi oleh air dan kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran pori tertentu.



Gambar 2. 3 Struktur penyusun zeolit



Gambar 2.4 Struktur pori di dalam zeolit

(Weller, 1994)

Berdasarkan penelitian Khodaverdi, *et al.* (2014), bahwa zeolit dapat mempertahankan obat jenis asam dalam struktur berpori dan dapat membatasi pelepasan obat yang terdapat pada zeolit. Sehingga zeolit berpotensi dapat melepaskan obat anti-inflamasi secara bertahap dan terkontrol dan dapat mengurangi efek samping yang umum disebabkan oleh obat oran anti-inflamasi.

2.3 Teori Adsorben

Adsorpsi adalah peristiwa pengambilan zat yang berbentuk gas, uap dan cairan oleh permukaan atau antarmuka. Faktor terpenting dalam proses adsorpsi adalah luas permukaan. Suatu molekul pada antarmuka mengalami ketidakseimbangan gaya. Akibatnya, molekul - molekul pada permukaan ini mudah sekali menarik molekul lain, sehingga keseimbangan gaya akan tercapai (Ramdja *et al.*, 2008). Adsorben dari bahan alam yang ramah lingkungan atau material hasil limbah industri merupakan bahan yang potensial untuk digunakan (Kusmiyati & Pratiwi, 2012).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah (Billah, 2010):

1. Sifat-sifat fisika dan kimia dari adsorben.
2. Sifat-sifat fisika dan kimia dari zat yang diadsorp.

3. Konsentrasi dari zat yang diadsorp dalam larutan.
4. Sifat-sifat dari liquid, misalnya pH dan temperatur.
5. Waktu tinggal dalam sistem

Berdasarkan hasil penelitian Kurniasari *et al.* (2011), untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi zeolit teraktivasi dengan NaOH digunakan NaOH 1N pada pemanasan 700⁰C dengan daya adsorpsi 0,171 gram uap air/gr. Hasil penelitian Anggara *et al.* (2013) menunjukkan bahwa pada temperatur 600⁰C zeolit alam yang diaktivasi dengan HCL 3M dapat mengadsorpsi sebesar 96,7% dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 27,027 mg/g. Semakin tinggi suhu adsorpsi maka semakin bersifat eksotermis.

2.4 Preparasi Nanozeolit

Pembuatan nanomaterial dapat dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu pendekatan *Top-down* dan *Bottom-up*. Pendekatan dengan *Top-down* dibagi menjadi dua yaitu *Ultrasonic Milling* dan *Ball Milling*. Metode mekanis yang sering digunakan untuk menghaluskan ukuran serbuk partikel adalah dengan proses *ball milling*. *Ball milling* adalah salah satu metode yang sederhana dan efisien untuk dapat menghasilkan partikel serbuk berukuran mikro atau nano (Zhang *et al.*, 2007).

Penelitian terhadap sebagian dari parameter telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu diantaranya Novastyano (2012) dan Bambang & Thabah (2014). Novastyano (2012) berfokus pada parameter lama waktu proses, diameter bola pejal, jumlah bola pejal dan besar input material, sedangkan Bambang & Thabah (2014) melakukan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu lama

penggilingan. Semakin lama waktu penggilingan maka semakin kecil ukuran partikel yang terbentuk (Mustafa, 2015).

2.4.1 Sistem ball milling

Ball-mill merupakan salah satu instrumen/alat yang dapat digunakan untuk memproduksi nanomaterial. Komponen *ball milling* ini terdiri atas sebuah tabung (vial) penampung material dan bola-bola penghancur. Teknologi *ball milling* menggunakan energi tumbukan antara bola-bola penghancur dan dinding wadahnya (Fahlefi, 2010). *Milling* merupakan suatu usaha untuk mereduksi ukuran partikel dengan menggunakan energi mekanik. Caranya adalah sebuah serbuk homogen dimasukkan ke dalam sebuah alat yang bergerak secara terus menerus (Smallman & Bishop, 1991).

Pada proses pembuatan nanomaterial menggunakan *ball milling* ini, material yang akan dibuat menjadi skala nano dimasukkan kedalam vial bersama bola-bola penghancur (Gambar 2.5). *Ball milling* kemudian secara rotasi dan vibrasi dengan frekuensi tinggi. Gerakan rotasi atau vibrasi ini dapat divariasikan sesuai kebutuhan. Material yang terperangkap antara bola penghancur dan dinding vial akan saling bertumbukkan menghasilkan deformasi pada material tersebut. Deformasi material tersebut menyebabkan fragmentasi struktur material sehingga terpecah menjadi susunan yang lebih kecil.



Gambar 2.5 Material dan bola penghancur didalam vial (dinding vial = lingkaran dengan garis putus-putus, bola penghancur = bulat hitam besar, material = bulat hitam kecil).

(Cafilisch R. E.,1998)

2.5 Sistem Penghantar Obat (*Drug Delivery*)

Sistem penghantar obat adalah suatu sistem penghantar obat dengan pelepasan obat yang dimodifikasi. Sistem penghantaran obat terkontrol terdiri dari beberapa model pelepasan obat yaitu : *controlled release*, *long term release*, *delayed release*, *continouse release*, *prolong release*, *depot*, *gradual release*, *programe release*, *proportionate release*, *protacted release*, *repository*, dan *slow release*. Profil kadar obat dalam darah dari bentuk sediaan dengan berbagai macam pelepasan obat, walaupun demikian banyak teminologi pelepasan obat hanya ada dua yang sering digunakan yaitu lepas tunda (*delayed release*) dan lepas lambat (*extended release*). Keuntungan dari sistem penghantar obat adalah (1) mengurangi frekuensi pemberian obat, (2) mengurangi jumlah total obat yang dibutuhkan, (3) dapat mempertahankan kadar terapeutik obat dalam plasma yang konstan. Sistem penghantar obat ditentukan oleh faktor rute pemberian, pembawa (*carrier*) dan sasaran yang dituju (Melgardt, *et al.*, 2009).

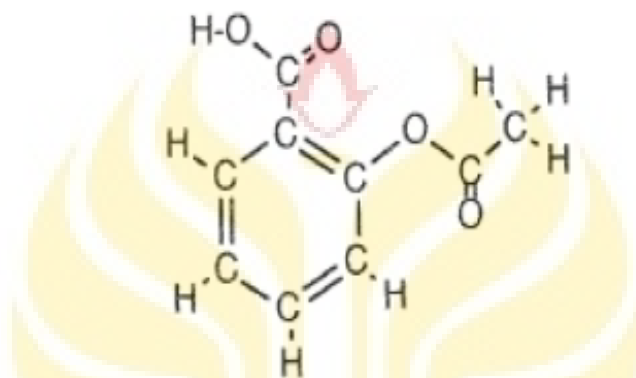
2.6 Aspirin (Asam Asetil Salisilat)

Aspirin (*acetal salicylic acid*) merupakan salah satu jenis non steroidal *anti-inflammatory drugs* atau NSAIDs yang banyak digunakan pada pengobatan nyeri ringan sampai sedang. Aspirin dijual secara bebas dan tersebar luas dimasyarakat untuk pengobatan sendiri, maka kemungkinan untuk terjadi keracunan aspirin akan lebih besar. Aspirin menyebabkan pengelupasan permukaan sel epitel dan mengurangi sekresi mucus dengan mekanisme kerja utama menekan produksi prostaglandin dan tromboksan. Efek samping penggunaan aspirin terutama nampak pada traktus gastrointestinal. Pada dosis biasa, efek aspirin paling berbahaya adalah gangguan gaster oleh adanya iritasi mukosa gaster (Nuraeni, 2007).

Asam salisilat, dikenal juga dengan *2-hydroxy-benzoic acid* atau *orthohydrobenzoic acid*, memiliki struktur kimia $C_9H_8O_4$. Asam salisilat memiliki $pK_a = 2,97$. Asam salisilat dapat diekstraksi dari pohon *willow bark*, daun *wintergreen*, *spearmint*, dan *sweet birch*. Saat ini asam salisilat telah diproduksi secara sintetik. Bentuk makroskopik asam salisilat berupa bubuk kristal putih dengan rasa manis, tidak berbau, dan stabil pada udara bebas. Bubuk asam salisilat sukar larut dalam air dan lebih mudah larut dalam lemak. Sifat lipofilik asam salisilat membuat efek klinisnya terbatas pada lapisan epidermis (Pratidina, 2012).

Aspirin atau asam asetilsalisilat (asetosal) adalah suatu jenis obat dari keluarga salisilat yang sering digunakan sebagai analgesik (terhadap rasa sakit atau nyeri minor), antipiretik (terhadap demam), dan anti-inflamasi. Aspirin juga memiliki efek antikoagulan dan digunakan dalam dosis rendah dalam tempo lama untuk mencegah serangan jantung (Rizal, 2007). Asam salisilat membentuk jarum tak berwarna. Memiliki titik leleh sebesar $155^{\circ}C$, selain itu asam lebih larut dalam

air panas. Zat ini mudah larut dalam alkohol dan eter (Shevla, 1985). Asam-asam karboksilat penting secara biologis maupun komersial. Aspirin adalah sebuah asam karboksilat, seperti juga asam oleat dan prostaglandin. Karena gugus karboksil bersifat polar dan tak terintangi maka reaksi tidak dipengaruhi oleh sisa molekul gugus karbonil dalam aspirin yang bersifat serupa (Fessenden, *et al.*, 1982: 64). Struktur aspirin yang dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Struktur aspirin atau asam asetil salisilat

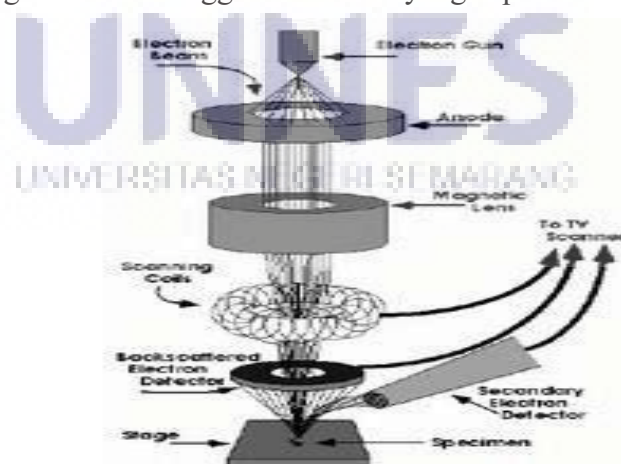
(Kauffman, 2000).

2.8 Karakterisasi Nanozeolit dari Zeolit Alam

Untuk mengetahui kemampuan dan sifat – sifat suatu material nanopartikel zeolit alam perlu dilakukannya pengujian dan analisis. Pengujian dan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain: (1) analisa morfologi material zeolit digunakan *Scanning Electron Mikroskop* (SEM), (2) analisa ukuran partikel nano menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) Horiba Scientific SZ-100, (3) analisa kristalinitas dan jenis material digunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), (4) analisa gugus fungsi digunakan instrumen *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan (5) analisa struktur pori dan luas permukaan dapat menggunakan metode BET dengan instrumen *Surface Area Analyzer* (SAA).

2.8.1 Scanning Electron Microscope (SEM)

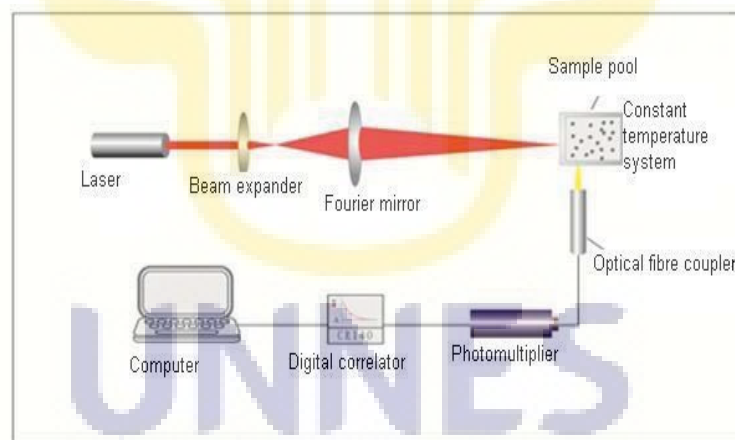
SEM adalah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menghasilkan gambar beresolusi dari sebuah permukaan sampel. Gambar yang dihasilkan oleh SEM memiliki karakteristik penampilan tiga dimensi dan dapat digunakan untuk menentukan struktur permukaan dari sampel. Hasil dari SEM hanya ditampilkan dalam warna hitam putih (Tovina, 2009). Dari Gambar 2.7 dapat dijelaskan prinsip kerja SEM yaitu menggunakan pemacu elektron (*electron gun*) sebagai pengganti sumber cahaya. Elektron – elektron akan diemisikan dengan membutuhkan kalor dari sumber elektron. Elektron diemisikan dari katoda (*electron gun*) melalui efek foto listrik dan dipercepat menuju anoda. Filamen yang digunakan biasanya adalah tungsten atau lanthanum hexaboride (LaB6). Pada SEM, sinyal yang diolah merupakan hasil deteksi dari secondary electron yang merupakan elektron yang berpindah dari permukaan sampel. SEM dipakai untuk mengetahui struktur mikro suatu material meliputi tekstur, morfologi, komposisi dan informasi kristalografi permukaan partikel (Rakhmatullah *et al.*, 2007). Skema kerja dalam analisis morfologi material menggunakan SEM yang dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Skema kerja Scanning Electron Microscope (SEM)

2.8.2 Particle Size Analyzer (PSA)

Particle Size Analyzer (PSA) dapat menganalisis partikel suatu sampel yang bertujuan menentukan ukuran partikel dan distribusinya dari sampel yang representatif. Distribusi ukuran partikel dapat diketahui melalui gambar yang dihasilkan. Ukuran tersebut dinyatakan dalam jari-jari untuk partikel yang berbentuk bola. Penentuan ukuran dan distribusi partikel menggunakan PSA dapat dilakukan dengan (1) difraksi sinar laser untuk partikel dari ukuran submikron sampai dengan milimeter, (2) counter principle untuk mengukur dan menghitung partikel yang berukuran mikron sampai dengan milimeter, dan (3) penghamburan sinar untuk mengukur partikel yang berukuran mikron sampai dengan nanometer (Etzler, 2004). Skema kerja dalam analisis ukuran partikel menggunakan PSA yang dapat dilihat pada Gambar 2.8.

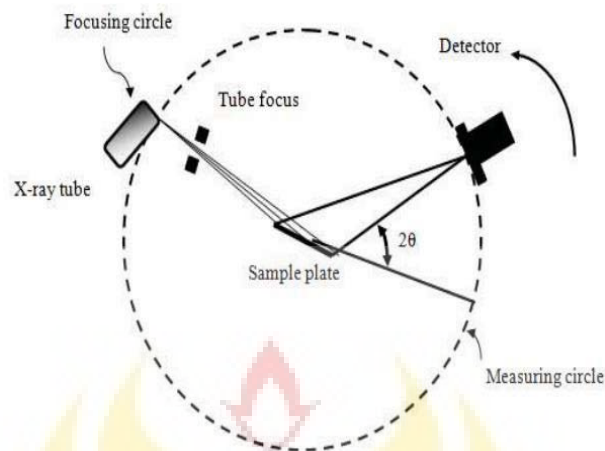


Gambar 2.8 Skema kerja Particle Size Analyzer (PSA)

2.8.4 X-Ray Diffraction (XRD)

XRD adalah alat karakterisasi penting dan definitif secara luas digunakan untuk menjelaskan struktur zeolit sintetis dan sampel kristal lainnya. XRD didasarkan pada prinsip fenomena hamburan dimana kristal melakukan fungsi kisi difraksi terhadap sinar-X. Atom dalam kristal menyebarkan sinar-X ke segala arah

(Clearfield *et al.*, 2008). Skema kerja dalam analisis kristalinitas, jenis material dan ukuran kristal menggunakan XRD dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Skema kerja *X-Ray Diffraction* (XRD)

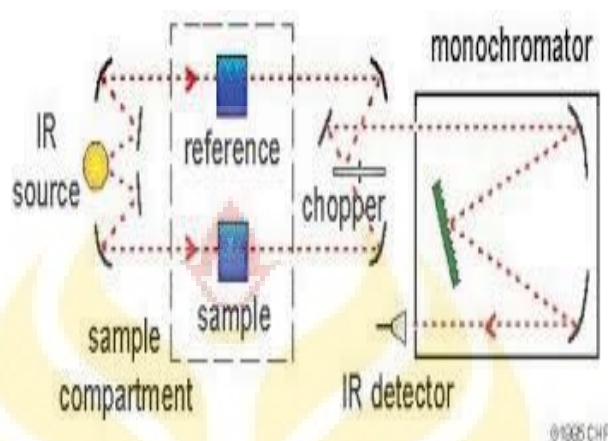
(Weller, 1994)

Difraksi sinar-X digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristal suatu padatan dengan cara membandingkan nilai jarak d (bidang kristal) dan intensitas puncak difraksi dengan data standar. Sinar X merupakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang sekitar 100 pm yang dihasilkan dari penembakan logam dengan elektron berenergi tinggi. Melalui analisis XRD diketahui dimensi kisi (d = jarak antar kisi) dalam struktur mineral (Tovina, 2009).

2.8.4 *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Karakterisasi dengan menggunakan instrumen *Fourier Transform Infrared* (FTIR) digunakan untuk mengidentifikasi molekul pada suatu sampel dan dianalisis secara kualitatif. Prinsip kerja *Fourier Transform Infrared* (FTIR) adalah serapan dari senyawa dengan tingkat energi vibrasi dan rotasi pada ikatan kovalen yang mengalami perubahan momen dipol dalam suatu molekul. Rotasi IR yang umumnya dipakai untuk analisis instrumen adalah daerah bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} . Bentuk dasar struktur molekul menjadi penentu terjadinya interaksi

radiasi IR dengan molekul. Hanya molekul diatomik tertentu misal H_2 , N_2 , dan O_2 yang tidak dapat mengadsorpsi IR karena vibrasi dan rotasinya tidak menghasilkan perubahan momen dipol (Smith, 2011). Skema kerja dalam analisis gugus fungsi menggunakan FTIR yang dapat dilihat pada Gambar 2.10.

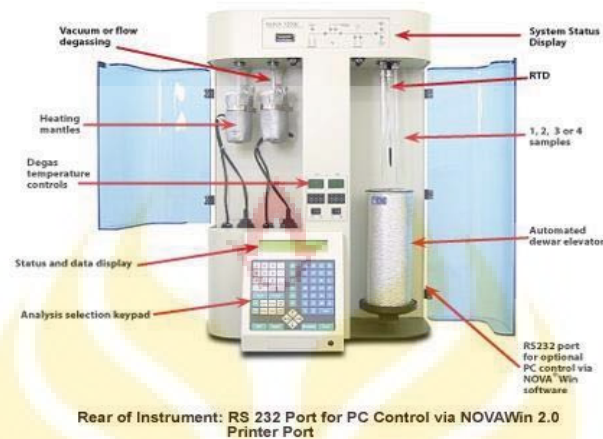


Gambar 2.10 Skema kerja *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

2.8.4 *Surface Area Analyzer* (SAA)

Surface Area Analyzer memiliki beberapa metode dengan salah satu berupa *Gases Surface Analyzer* yang metode ini menggunakan gas untuk menganalisis luas permukaan suatu material berpori dengan teknik adsorpsi desorpsi dengan adsorbat berupa gas yang bersifat inert seperti nitrogen atau helium dan adsorben berupa material berpori yaitu zeolit dikatakan sebagai adsorpsi fisika (fisorpsi) yang hanya terjadi interaksi antara molekul adsorben dengan adsorbat. *Surface Area Analyzer* akan didapatkan beberapa data-data yang bisa diubah dalam berbagai hal mulai dari bentuk material berpori seperti monolayer atau multilayer dan jenis material berpori seperti mikropori, mesopori, dan makropori (Yateman, 2009). Data Gases Area Analyzer untuk menganalisis material berpori seperti zeolit umumnya yaitu BET yang menghasilkan data berupa luas permukaan, rerata pori, dan total pori yang berguna untuk mengetahui kemampuan adsorpsi dari material berpori yang

mendapatkan perlakuan sehingga mengalami penambahan luas permukaan meningkatkan kemampuan adsorpsi (Rina, 2012). Skema kerja dalam analisis luas permukaan, volume pori dan jari-jari pori menggunakan SAA dapat dilihat pada Gambar 2.11.

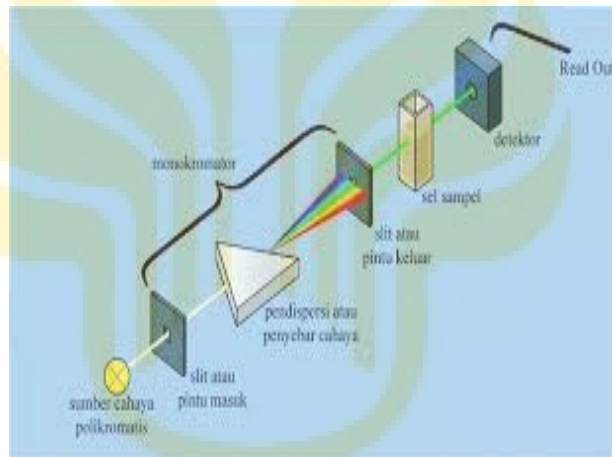


Gambar 2.11 Skema kerja *Surface Analyzer Area* (SAA)

2.8.5 Spektrofotometer UV - Visible

Metode spektrofotometer UV-Vis merupakan salah satu metode kimia untuk menentukan kandungan unsur logam dalam suatu bahan secara kualitatif maupun kuantitatif. Prinsip pengukuran spektrofotometer UV-Vis berdasarkan penyerapan cahaya ultra violet (180-350 nm) dan tampak (350-800 nm) oleh suatu senyawa. Penyerapan sinar ultra violet (UV) dan tampak (visibel) oleh suatu senyawa dibatasi pada sejumlah gugus fungsi yang mengandung elektron valensi dengan tingkat eksitasi yang rendah dengan melibatkan 3 jenis elektron yaitu sigma, phi, dan non bonding elektron. Bagian molekul yang dapat menyerap sinar disebut sebagai gugus kromofor. Kromofor organik yang mampu menyerap sinar ultraviolet dan sinar tampak antara lain yaitu karbonil, alken, azo, nitrat, dan karboksil (Dian *et al.*, 2012).

Spektrofotometer UV-Vis bekerja berdasarkan Hukum Lambert-Beer. Sumber cahaya yang memancarkan sederetan panjang gelombang dipancarkan pada monokromator yang menyeleksi satu atau sederetan panjang gelombang yang sangat kecil dan menyebabkan berkas cahaya monokromatik tersebut melalui sampel di dalam tabung yang panjangnya diketahui dengan tepat. Berkas cahaya yang datang diserap oleh sampel dan cahaya diteruskan (cahaya yang panjang gelombangnya sama dengan cahaya yang masuk). Spektrofotometer UV-Vis memiliki lima bagian penting yang terdapat pada Gambar 2.12, yang merupakan skema kerja analisis Spektrofotometer UV-Vis (Willard, 1988).



Gambar 2.12 Skema kerja Spektrofotometer UV-Visible

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Karakteristik zeolit alam nanopartikel (ZAN) memiliki ukuran partikel 188,3 nm. Hasil tersebut sudah sesuai dengan nanopartikel pada umumnya dengan metode *Top-down*. ZAN memiliki ukuran kristal rata – rata yaitu 32 nm, dengan luas permukaan sebesar 18,980 m²/g dan ukuran pori 132,878 Å. Morfologi ZAN berbentuk bulat – bulat kecil, terbentuknya aglomerasi dengan ukuran partikel berkisar 63,7 nm.
2. Efektifitas Zeolit Alam (ZA) sebagai aspirin *carrier* mengikuti mekanisme *controlled release* dengan waktu optimum release pada 30 menit sebesar 43,80%. Pada Zeolit Alam Aktivasi (ZAA) mengikuti mekanisme *controlled release* dengan waktu optimum release pada 30 menit sebesar 57,35%. Pada Zeolit Alam Nanopartikel (ZAN) mengikuti mekanisme *sustained release* dengan waktu optimum pada 60 menit sebesar 91,48%. *Release* yang terjadi secara difusi dan osmosis.

5.2 Saran

1. Pada aplikasi adsorpsi dan dsorpsi perlu ditambahkan variasi pH untuk mengetahui kestabilan senyawa obat.
2. Dalam menentukan senyawa obat lebih baik yang stabil dan kesetimbanganya dapat mudah terjaga dalam *drugs delivery*.

3. Pada preparasi zeolit lebih baik dilakukan impregnasi dengan surfaktan kationik untuk meningkatkan daya adsorpsi dan *release* yang baik.
4. Pada analisis kadar sampel dengan menggunakan Spektro Uv-Visible lebih baik dilakukan optimasi pH terlebih dahulu pada Spektro Uv-Visible.



DAFTAR PUSTAKA

- Agusetiani, L. Pardoyo., dan Agus, S. 2012. Pembuatan Nanozeolit dari Zeolit Alam Secara Top-down Menggunakan High Energy Milling dan Aplikasinya untuk Penyerapan Ion Fe^{3+} . *Jurnal Kimia Universitas Diponegoro*. Semarang
- Aidha. N. N. 2013. Aktivasi Zeolit Secara Fisika dan Kimia untuk Menurunkan Kadar Kesadahan (Ca dan Mg) dalam Air Tanah. *Jurnal Kimia Kemasan*. Vol. 35. No. 1.
- Amedola, V., Moreno, M., Gaetano, G., Stefano, A., Stefano, P., Pietro, R., Anita, B., Cristina, A., Giulio, F., Marco, C., dan Claudia, I. 2011. Top-down Synthesis of Multifunctional Iron Oxide Nanoparticles for Macrophage Labelling and Manipulation. *J. Mater. Chem.* 21, 3803–3813.
- Amelia, R., Surjani, W., dan Ridwan, J. 2013. Preparasi Silika, Alumina untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Cd^{2+} dan Pb^{2+} sebagai Co-Ion dalam Campuran. *Jurnal Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang*. Malang
- Anggara, A.P, Wahyuni, S., dan Prasetya, A.T. 2013. Optimalisasi Zeolit Alam Wonosari dengan Proses Aktivasi secara Fisika dan Kimia. *Jurnal Indo. J.Chem.Seri.*, 2(1), 72-77
- Astatina, S.W., Praswasti, P.D.K, Wulan, dan Syarifudin. 2012. Penghilangan Kesadahan Air Ca^{2+} dan Mg^{2+} dengan Zeolit Alam Lampung sebagai Penukar Kation. *Jurnal Teknik Gas dan Petrokimia*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Atkins. 1990. *Kimia Fisik jilid 1 Edisi keempat*. Diterjemahkan oleh Irma I. Kartohadiprojo. Erlangga: Jakarta.
- Bambang, S.W dan Thabah. 2014. Pengaruh Lama Penggilingan dengan Metode Ball Mill Terhadap Rendemen dan Kemampuan Hidrasi Tepung Porong (*Amorphophallus muelleri blume*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* .Vol: 2 No 1.
- Barrer, R.M. 1987. *Hydrothermal Chemistry of Zeolite*. Academic Press, London
- Bekum, H.V., Flanigen, E.M., dan Jansen, J.C. 1991. *Introduction to zeolite Science and Practice*, Elsevier Science Publisher. B.V Amsterdam
- Billah, M. 2010. Kemampuan Batubara dalam Menurunkan Kadar Logam Cr^{2+} dan Fe^{2+} dalam Limbah Industri Baja. *Jurnal Teknik Kimia*, 10(1): 48-56.
- Breck, D.W. 1974. *Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry, and Use*. John Wiley & Sons. New York.

- Bruno, G., Lilia, C., Piergiulio, C., Alessio, L., Mariano, M., Carla, S., Marco, B., dan Laura, M. 2015. Surface Modified Natural Zeolite as a Carrier for Sustained Diclofenac Release: a Preliminary Study. *Journal of Colloids and Surfaces : Biointerfaces*. University of Napoli Federico.
- Buchori, L., dan Budiyono. 2003. Aktivasi Zeolit dengan Menggunakan Perlakuan Asam dan Kalsinasi. *Jurnal Kimia Universitas Diponegoro*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Budi, T.W., Suryadi, dan Nurul, T.R. 2013. Pembuatan Partikel Nano Fe₂O₃ dengan Kombinasi Ball-milling dan Ultrasonic-Milling. *Jurnal Pusat Penelitian Fisika – LIPI*. Jakarta
- Cafilisch, R.E. 1998. *Monte Carlo and quasi-Monte Carlo methods*. Acta Numerica, 7, 1–49.
- Chandrasekhar, S., Satyanarayana. K. G., Pramada, P.N., dan Raghavan, P. 2003. Properties and Applications of Reactive Silica from Rice Husk-An Overview', *Journal of Materials Science*. Vol. 38, pp. 3159 – 3168.
- Clearfield, A., Reibenspies, J. dan Bhuvanesh, N., 2008. *Principle and application of powder diffraction*. New York: Chichester Wiley.
- Dannhardt, G., dan Laufer, S. 2000. Structural Approach to Explain the Selectivity of COX-2 Inhibitors. *Common Pharmacophore. Curr. Med. Chem.* 7. 1101–1112.
- Datt, A., Daryl, F., dan Sarah, C.L. 2012. An Experimental and Conseputorial Study of the Loading and Release of Aspirin From Zeolit HY. *Journal of Physical Chemistry*. University of Iowa. Iowa City.
- Dian, A., Yanlinastuti, Noviarty, dan Masrukan. 2012. Analisis Zr Dalam Paduan UZR (6%) Melalui Pengukuran Senyawa Zr-Arsenazo III Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis. *Urania*, 18(2): 59-68.
- Distamban Jawa Barat. 2002. *Sebaran Zeolit di Jawa Barat*. Data Statistik.
- Etzler, F.M. 2004. *Particle Size Analysis: A Comparison of Methods*. American Pharmaceutical Review. American.
- Fahlefi, N.D. 2010. *Simulasi Dengan Metode Monte Carlo Untuk Proses Pembuatan Nanomaterial Menggunakan Ball Mill*. Skripsi prodi fisika FMIPA UI. Jakarta.
- Farias, T., Louis, C.M., Jerzy, Z., dan Aramis, R. 2010. Adsolubilization of Drug Onto Natural Clinoptilotit Modified by Adsorption of Cationic Surfactants. *Journal of Colloids and Surfaces: Biointerfaces*. University Of Havana.

- Fessenden, Ralph J, dan Fessenden, Jon S. 1982. *Kimia Organik Edisi Ke Tiga, Jilid :2*. Jakarta: Erlangga.
- Heraldy, E., Hisyam S.W., dan Sulistiyono. 2003. *Characterization and Activation of Natural Zeolite from Ponorogo Indonesian J. Chem* 3 (2)
- Huda, V. 2014. *Pengaruh Aktivasi Asam Pada Sintesis Zeolit Dari Abu Sekam Padi Dan Aplikasinya Untuk Penurunan Ion Logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} Pada Air Sumur*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Irnawati, D., Purwanto, A., dan Endi, H. W. 2010. Pengaruh Konsentrasi Cu dalam Cu-Zeolit Terhadap Daya Antibakteri Pada *Streptococcus Mutans*. *Jurnal Zeolit Indonesia*. Vol : 9. ISSN: 1411-6723.
- Jestyssa, A., H, dan Maygasari, D., A. 2010. Optimasi Proses Aktivasi Katalis Zeolit Alam dengan Uji Proses Dehidrasi Etanol. *Jurusan Teknik Kimia*. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kanani, R. dan Rajarajan, S. 2011. Development and Characterization of Antibiotic Orodispersible Tablets. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*. 3(3). 27-32.
- Kauffman, J. M., 2000. Should you take aspirin to prevent heart attack . *Journal of Scientific Exploration*, Vol. 14, No. 4, pp. 623-641.
- Kesuma, R., F., Berlian, S., dan Adhitiyawarman. 2013. Karakterisasi Pori Adsorben Berbahan Baku Kaolin dan Zeolit Dealuminasi. *Jurnal JKK ISSN 2303-1077*
- Khodaverdi, E., Reza, H., Mona, A., Roxana, R. B., Farzin, H., dan Zohuri. 2014. Evaluation of Synthetic Zeolite as Oral Delivery Vehicle For Anti-inflammatory Drugs. *Journal of Iranian*. Iran.
- Khomairatul, A. L. 2016. *Uji Aktivitas Antikanker Payudara (T4&D) Ekstrak Etanol Daun Sirsak (Annona Muricata Linn) yang Diimbangkan pada Zeolit NaX*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Malik Ibrahim. Malang.
- Kurniasari, L., M. Djaeni dan Apriliana, P. 2011. Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Adsorben Pada Alat Pengering Bersuhu Rendah. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Wahid Hasyim*. Vol – 13.
- Krido, S.W. 2008. Pemanfaatan Zeolit Lokal Gunungkidul – Yogyakarta untuk Optimasi Sistem Biogas. *Jurnal Jurusan Teknik Kimia ITS*. Surabaya.

- Kusmiyati, P.A.L., dan K. Pratiwi. 2012. *Pemanfaatan Karbon Aktif Arang Batubara (Kaab) Untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Berat Cu^{2+} dan Ag^+ pada Limbah Cair Industri*. Reaktor, 14(1): 51-60.
- Lesley, Smart, dan Moore, E. 2001. *Solid State Chemistry*. Cheltenham; Nelson Thornes Ltd
- Lowell. S., dan Joan. E. S. 1982. *Powder Surface Area and Porosity*. Long Island University. USA.
- Lukman. 2011. *Manfaat Kulit Salak (Salacca edulis) Sebagai Obat Diabetes*. Seminar Literatur Universitas Jambi. Jambi.
- Manikadan, A., dan K.S Subramanian. 2014. Fabrication and Karakterisation of Nanoporous Zeolite Based N Fertilizer. *African Journal of Agriculturar*. Vol – 9(2). ISSN 1991 – 637
- Marrs. P. S. 2004. *Physical Organic Chemistry will Have A Selection On Catalysis*. E-Book Chemistry USA.
- Mavrodinova, V., Margarita, P., Krassimira, Y., Judith, M., dan Agnes, S. 2015. Solid-state Encapsulation of Ag and Sulfadiazine on Zeolite Y Carrier. *Journal of Colloid and Interface Science* 458 (2015) 32–38
- Melgardt, M.V., Pornanong, A., dan Glen, S.K. 2009. *Nano Tecnology in Drug Delivery System*. Springer
- Motan, G., dan Aurela, P. 2014. Studies of Different Types of Aspirin by spectrophotometric methods. University Iasi. *Journal Acta Chemica Iasi*.
- Muchtar. N. Z. F., M. Z. Borhan., M. Rusop., dan S. Abdullah. 2013. Effect of Milling Time on Particle Size and Surface Morphology of Commercial Zeolite by Planetary Ball Mill. *Journal of Advanced Materials Research Vol. 795*. University Teknologi MARA Malaysia.
- Muhriz, M., Agus, S., dan Pradoyo. 2011. Pembuatan Zeolit Nanopartikel dengan Metode High Energy Milling (Zeolite Nanoparticle Fabrication using High Energy Milling Method. *Jurnal Sains dan Matematika*. Vol. 19.
- Murni, D., dan Helmawati. 2006. *Studi Pemanfaatan Abu Sabut Sawit sebagai Sumber Silika pada Sintesis Zeolit 4A*. Laporan Penelitian. Riau: Teknik Kimia Universitas Riau.
- Mursi, S. 1994. *Zeolit : Tinjauan Literatur*. Jakarta
- Mustafa, S. 2015. Pengecilan Ukuran Metode Ball Milling dan Pemurnian Kimia Terhadap Kemurnian Tepung Porong (Amorphophallus muelleri blume). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol-3 No 2.

- Neves. I. C., Natalia. V., dan Joao. R. 2015. Micro and Mesoporous Structures as Drug Delivery Carriers for Salicylic Acid. *Journal of Physical Chemistry*. Selcuk University.
- Nibou, D., Khemaissia, S., Amokrane, S., dan Barkat, M., 2011. Removal of UO_2^{2+} onto synthetic NaA zeolite. Characterization, equilibrium and kinetic studies. *Chemical Engineering Journal*, 172: 296-305.
- Novastyano. A. 2012. *Analisis Parameter Proses pada Pembuatan Serbuk Menggunakan Ball Milling*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin dan Industri. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nuraini, Dindarti. 2007. Pengaruh Pemberian Aspirin Dosis Toksik Peroral Terhadap Gambaran Histopatologi Gaster, Duodenum, dan Jejunum Tikus Wistar. *Jurnal Fakultas Kedokteran*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Nurhayati, I. 2011. Filtrasi dengan Media Zeolit Teraktivasi Untuk Menurunkan Kedasahan. *Jurnal Teknik Lingkungan FTSP Wahana*. Vol-57. ISSN : 0853-4403.
- Nur, N.A. 2013. Aktivasi Zeolit Secara Fisika dan Kimia untuk Menurunkan Kadar Kedasahan (Ca dan Mg) dalam Air Tanah. *Jurnal Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian*. Jakarta.
- Pardoyo, Listiana, dan Adi. D. 2009. Pengaruh perlakuan HCl pada Kristalinitas dan Kemampuan Adsorpsi Zeolit Alam Terhadap Ion Ca^{2+} . *Jurnal Sains & Matematika (JSM)*. ISSN 0854-06. Volume 17.
- Perry, R.H. dan Green, D.W., 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. McGraw-Hill.
- Putra, A. S. P., Tri, W., dan Persaoran, S. 2013. Kitin Sebagai Bahan Dasar *Drug Delivery*: Studi Interaksi Molekul Kitin dengan Vitamin C secara *Ab Initio*. *Jurnal Kimia FSM*. Universitas Diponegoro. Vol:1, Hal 18-26
- Pratidina, G. W. P. 2012. Pengaruh Pemberian Susu Kedelai Putih *Ultra Hight Temperature* (UHT) Terhadap Gambaran Histologi Lambung Mencit yang diInduksi Aspirin. *Jurnal Fakultas Kedokteran*. UNS
- Prihandoko, D. 2014. Penggunaan Zeolit sebagai Bahan Matrik Sediaan Tablet Lepas Lambat Teofilin. *Tugas Akhir*. UNS. Surakarta.
- Rahimi. M., Hamid. M., Aliasghar. B., Alireza. N. B., Houri. M., dan Esmaeil. B. 2012. Fat-Soluble Vitamins Release Based on Clinoptilolite Zeolite as an Oral Drug Delivery System. *Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*.

- Rakhmatullah, Dwi, K., Gitandra, W., dan Nugroho, P.A. 2007. *Pembuatan Adsorben dari Zeolit Alam dengan Karakteristik Adsorption Properties Untuk Kemurnian Bioetanol*. Bandung: Program Study teknik Fisika. Fakultas Teknologi Industri. ITB
- Ramdja, A.F., M. Halim, dan J. Handi. 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa (*Cocus nucifera*). *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2): 1-8.
- Rina, U. 2012. *Modifikasi Zeolit Alam Dengan Nanokitosan Sebagai Adsorben Ion Logam Berat dan Studi Kinetika Terhadap Ion Pb(II)*, Skripsi, FMIPA UI. Jakarta.
- Rizal, Irvanda. 2007. Pengaruh Pemberian Aspirin Berbagai Dosis Peroral Terhadap Gambaran Histopatologi Hepar Tikus Wistar. *Jurnal Fakultas Kedokteran*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ruiz-Baltazar, A., dan Ramiro, P. 2015. Kinetic Adsorption Study Of Silver nanoparticles on Natural Zeolite: Experimental and Theoretical Models. *Jurnal Applied Sciences* ISSN: 2076-3417.
- Sanja, J., Svetlana, G., Jasna, H., dan Navenka, R. 2012. Surfactant-modified Clinoptilolit as a Salicylate Carrier, Salicylate Kinetic Release and its Antibacterial Activity. *Jurnal of Microporous and Mesoporous Materials*. University of Zagreb.
- Shevla. G. 1985. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro Bagian I Edisi ke Lima*. Jakarta: PT: Kalman Media Pustaka.
- Sirait, M., Nurdin, B., dan Usler, S. 2014. Sintesis Nanozeolit Alam Menggunakan Metode Ball Milling. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. ISSN: 1411-1098.
- Smallman, R. E. dan R. J. Bishop. 1991. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Edisi keenam. Terjemahan Sriati Djaprie. Jakarta : Erlangga.
- Smith, B.C. 2011. *Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. CRC press UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
- Sonia, T.A., dan Chandra, P.S. 2011. Chitosan and Its Derivatives For Drug Delivery Perspective. *Jurnal Springer-Verlag*. Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-642-23113-1
- Sukmasari Antaria, Merri Slitung, Muh Shalleh Pala dan Mukhsan Putra Hatta. 2015. Test of Raw Water Processing Model Using Natural Zeolite from South Sulawesi as Filtration for Heavy Metal Lead (Pb). *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)*-ISSN 2349-2163. Vol-2

- Tondar, M., Mohammad, J.P., Yaser, Y. Ali, M.S., dan Sayed, V.S. 2014. Feasibility of Clinoptilolite Application as a Microporous carrier for pH-Controlled Oral Delivery of Aspirin. *Jurnal Scientific Paper*. Georgetown University. Washington D.C., USA.
- Tondar, M., Bahram, J. N., Seyed, F. S. B., dan Seyed, V. S. B. 2014. Feasibility of Clinoptilolite Application as a Microporous Carrier for pH-Controlled Oral Delivery of Metronidazole. *Jurnal Scientific Paper*. Georgetown University. Washington D.C., USA.
- Tovina, H. 2009. Sintesis Nanozeolit Type Faujasite dengan teknik Seeding yang Ditumbuhkan pada Permukaan Glassy Carbon. *Jurnal Departement Kimia FMIPA UI*. Jakarta.
- Treacy, M.M.J., dan Higgins, J.B., 2007. *Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites*. 5th ed. Amsterdam: Elsevier.
- Ulfah, E.M., F.A. Yasnur, dan Istadi. 2006. Optimasi Pembuatan Katalis Zeolit X dari Tawas, NaOH dan Water Glass Dengan Response Surface Methodology. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 1, 26-32.
- Wang, Y.F., dan F. Lin, W. Q. Pang. 2007. Ammonium Exchange in Aqueous Solution Using Chinese Natural Clinoptilolite and Modified Zeolite. *Journal of Hazardous Materials*. 142, 160-164.
- Weller, M.T. 1994. *Inorganic Materials Chemistry*. Oxford University Press.
- Weitkamp, L., dan Puppe, L. 1999. *Catalysis and Zeolite*. Springer, New York.
- Willard, H.H., 1988. *Instrumental Methods of Analysis*. 7th ed. Publish Company.
- Yateman, A. 2009. Material canggih: Rekayasa Material Berbasis Sumber Daya Alam Silika-Alumina. *Jurnal Jurusan Kimia FMIPA UGM*, Yogyakarta.
- Yolanda, A.W., dan Ardian, P. 2013. Pengaruh Ukuran Partikel Batu Apung Terhadap Kemampuan Serapan Cairan Limbah Logam Berat. *Jurnal Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas*.
- Zendelska, A., Mirjana, G., Krsto, B., Boris, K., Blagoj, G., dan Aleksandar, K. 2015. Adsorption of Copper Ions from Aqueous solutions on Natural Zeolite. *Jurnal of Environment Protection Engineering*. Vol – 41.
- Zhang, F.L., Zhu, M., & Wang C.Y. 2007. Parameter Optimization in The Planetary Ball Milling of Nanostuctured Tungsten Carbide/Cobalt Powder. *International Journal of Refractory Metal & Hard Material* vol 26 pp 329333.