OPTIMASI KOMPOSISI KERAMIK ZEOLIT BERPORI SEBAGAI FILTER AIR LIMBAH

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Fisika

Oleh

Niken Ayu Wulandari
4211414038

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2018

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi yang berjudul "Optimasi Komposisi Keramik Zeolit Berpori sebagai Filter Air Limbah" ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang ujian skripsi Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 20 September 2018

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Masturi, S.Pd., M.Si.	Drs. Sukiswo Supeni Edie, M.Si.
198103072006041002	195610291986011001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skrisi berjudul "Optimasi Komposisi Keramik Zeolit Berpori sebagai Filter Air Limbah" benar-benar asli dan bebas dari plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan perundang-undangan.

Semarang, 20 September 2018

Niken Ayu Wulandari
4211414038

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Optimasi Komposisi Keramik Zeolit Berpori sebagai Filter Air Limbah

disusun oleh

Niken Ayu Wulandari

4211414038

telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang pada 20 September 2018.

Panitia

Ketua

Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt.
NIP. 196412231988031001

Sekretaris

Dr. Suharto Linuwih, M.Si.
NIP. 196807141996031005

Ketua Penguji

Dr. Agus Yulianto, M.Si.
NIP. 196607051990031002

Anggota Penguji/
Pembimbing I

Dr. Masturi, S.Pd., M.Si.
NIP. 198103072006041002

Anggota Penguji/
Pembimbing II

Drs. Sukiswo Supeni Edie, M.Si.
NIP. 195610291986011001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya (Q.S. Al-Baqarah: 286)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan
(QS. Al Insyirah: 6)

Barangsiapa menempuh suatu jalan dalam rangka mencari ilmu maka Allah akan tunjukkan baginya salah satu jalan dari jalan-jalan menuju ke surga. Sesungguhnya malaikat meletakkan sayap-sayap mereka sebagai bentuk keridhaan terhadap penuntut ilmu
(HR. Abu Dawud)

PERSEMBAHAN

Untuk Bapakku Suramin, Ibuku Rebiyati

kakakku Lilis Setiyaningsih dan Suyadi

Keluarga Besarku

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Agung Muhammad SAW, sehingga atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan karya tulis berupa skripsi yang berjudul "Optimasi Komposisi Keramik Zeolit Berpori sebagai Filter Air Limbah" dengan lancar. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu Program Studi Fisika di Jurusann Fisika, Universitas Negeri Semarang dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Sains.

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada,

1. Dr. Masturi, S.Pd., M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dengan penuh kesabaran serta meluangkan waktu untuk selalu memberikan masukan, saran, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
2. Drs. Sukiswo Supeni Edie, M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dengan penuh kesabaran serta meluangkan waktu untuk selalu memberikan masukan, saran, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Suharto Linuwih, M.Si., seaku ketua Jurusan Fisika yng telah memberikan dukungan dan bantuannya selama penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si., selaku dosen wali yang senantiasa membimbing dan memberikan motivasi selama masa perkuliahan.

5. Teknisi dan analis Laboratorium Fisika, Roudhotul Muttaqin, S.Si., Natalia Erna S., S.Pd., & Wasi Sakti Wiwit P., S.Pd., yang telah membantu jalannya penelitian skripsi ini.
6. Bapak Suramin dan Ibu Rebiyati, orang tua tercinta yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun materiil, memberikan semangat terus menerus, serta do'a yang selalu dipanjatkan kepada-Nya demi terwujudnya cita-cita putri tercintanya, kalianlah motivasi dan semangat terbesarku.
7. Kakak dan Kakak Iparku tersayang, Lilis Setiyaningsih dan Suyadi yang selalu menjadi penyemangat dan penghibur dikala suka duka.
8. Keluarga besarku yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan do'a
9. Ahmad Febri Dewantoro, terimakasih atas dukungan, semangat dan perhatian yang selalu diberikan siang-malam untuk segera menyelesaiakan skripsi ini serta do'a yang selalu dipanjatkan.
10. Sahabat-sahabatku Mitha, Azizah, Winda, Indah, Marissa dan Shita, terimakasih telah memberikan semangat, dukungan dan tempat cerita selama penyusunan skripsi ini.
11. Sahabat dan teman pejuang skripsi, Helvi Rumiana, Aulia Risky Rahmawati dan Liska Dewi Rahayu, terimakasih atas dukungan dan canda tawa yang membangun semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
12. Teman-Teman Grup Riset Fisika material komposit, Siti, Alif, Ulul, Riska, Ina, Saras, Marathur, dan Faisal. Terimakasih atas dukungan yang luar biasa dan memberikan pencerahan serta pengetahuan dalam penelitian ini.

13. Teman-Teman Fisika Material, Nila, Anik, Intan, Ita, Pungki, Aldi, Nura, Lana, Ida, Rini, Gudel, Zakaria yang telah menemani penelitian dan memberikan keceriaan di laboratorium.
14. Teman-teman Fisika 2014, terimakasih atas kebersamaannya selama 4 tahun ini, semoga kekeluargaan kita tetap terjaga selamanya.
15. Teman-teman Kos Wisma Biber, Liska, Cici, Iim, Hilda, Elok, Risma, Sita, Mba Ani, Mba Dika terimakasih untuk kebersamaannya dan menjadi tempat keluh kesahku selama ini.
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah dengan tulus ikhlas memberikan doa dan dukungan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis memohon maaf apabila dalam penyusunan skripsi ini terdapat kesalahan dan kekurangan yang jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun dapat menyempurnakan skripsi ini sehingga dapat bermanfaat baik bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca sekalian.

Semarang, September 2018

Penulis

ABSTRAK

Wulandari, N.A. 2018. *Optimasi Komposisi Keramik Zeolit Berpori sebagai Filter Air Limbah*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Pembimbing Utama Dr. Masturi, M.Si, dan pembimbing pendamping Drs. Sukiswo Supeni Edie, M.Si.

Kata kunci: Membran keramik, zeolit, PEG, permeabilitas, metilen biru.

Aplikasi filter air limbah telah banyak digunakan. Teknologi membran merupakan aplikasi filter yang paling efektif untuk pemisahan polutan. Salah satu material anorganik yang digunakan untuk filter air limbah yaitu zeolit. Membran keramik zeolit berpori telah berhasil difabrikasi dari zeolit dengan polimer *polyethylene glycol* (PEG) menggunakan metode sol gel (pencampuran basah). PEG dan akuades dicampur dengan perbamdingan 1:1. Serbuk zeolit dicampur dengan PEG sampai homogen kemudian ditekan menggunakan press hidrolik dengan tekanan 330 kg/cm^2 selama 10 menit. Massa PEG divariasi 4%, 7%, 11%, 14%, 17% dan 19% untuk memperoleh komposisi yang optimum. Keramik zeolit dijadikan sebagai filter air limbah dengan diuji permeabilitas, spectrum absorbansi dan derajat keasaman. Hasil menunjukkan pada kondisi optimum membran terjadi pada fraksi PEG 4%, yang menghasilkan nilai permeabilitas $0{,}40 \times 10^{-12} m^2$. Spektrum absorbansi diukur dengan membandingan air metilen biru sebelum dan sesudah pengujian. Pengukuran spectrum absorbansi larutan menunjukkan nilai puncak serapan metilen biru semakin menurun. Air hasil uji kinerja membran keramik berpori memiliki derajat keasaman 7,66-8,14. Membran komposit dengan nilai permeabilitas, spektrum absorbansi dan derajat keasaman yang rendah dapat digunakan sebagai filter air limbah.

ABSTRACT

Wulandari, N.A. 2018. *Optimization of Porous Zeolite Ceramic Composition as a Waste Water Filter*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Pembimbing Utama Dr. Masturi, M.Si, dan pembimbing pendamping Drs. Sukiswo Supeni Edie, M.Si.

Keywords: membrane zeramic, zeolite, PEG, permeability, methylene blue.

Abstract. The application of waste water filter has been widely used in water purification process. Membrane technology is the most effective application for pollutant filtration. Zeolite is one of the inorganic materials that used in waste water filtration. Porous zeolite ceramic membranes have been successfully fabricated from zeolite with polyethylene glycol (PEG) polymer using the sol gel method (wet mixing). PEG and distilled water are mixed with 1: 1 ratio. Zeolite powder was mixed with PEG homogeneously and then be pressed using hydraulic presser with preassure of 330 kg/cm^2 for 10 minutes. The variations of PEG were 4%, 7%, 11%, 14%, 17% and to obtain the optimum composition. Keramik zeolit dijadikan sebagai filter air limbah dengan diuji permeabilitas, spectrum absorbansi dan derajat keasaman. The result showed that the optimum condition of the membrane occurred in 4% PEG which produced a permeability value of $0{,}40 \times 10^{-12} m^2$. The absorbance spectrum was measured by comparing both absorances of methylene blue solution in before and after testing. The measurement of solution absorbance spectrum showed the value of methylene blue absorption peak is decreased. Water as result of filtration using porous ceramic membrane have acidity degrees of 7,66-8,14. Composite membranes with permeability values, absorbance spectra as well as low acidity can be used as wastewater filters.

DAFTAR ISI

Halaman
HALAMAN JUDUL i
PERSETUJUAN PEMBIMBING ii
PERNYATAAN iii
PENGESAHAN iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN v
KATA PENGANTAR vi
ABSTRAK ix
ABSTRACT x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 5
1.4 Tujuan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 6
1.6 Sistematika Penulisan 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1 Komposit 8
2.2 Keramik Berpori 10
2.3 Zeolit Alam 13
2.4 Polyethylene Glycol (PEG) 16
2.5 Air Limbah 18
2.6 Metilen Biru 18
2.7 Membran 21
2. 8 Standar Mutu Air 24
BAB III METODE PENELITIAN 25

3.1 Alat dan Bahan 25
3.1.1 Alat 25
3.1.2 Bahan 26
3.2 Tahap Penelitian 27
3.2.1 Keramik Zeolit Berpori dengan Polimer PEG 27
3.2.2 Pembuatan Larutan Uji Metilen Biru 27
3.2.3 Pengujian Keramik 28
3.2.4 Karakterisasi Keramik 29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 34
4.1 Identifikasi Jenis Zeolit 36
4.2 Uji Kinerja Membran Keramik Berpori 37
4.3 Hasil Uji Kinerja Membran Keramik Berpori 41
4.4 Karakteristik Membran Keramik Berpori 44
4.4.1 Karakterisasi FTIR 44
4.4.2 Karakterisasi SEM-EDX 47
4.5 Analisis Standar Mutu Air 50
4.5.1 Tingkat Rejeksi Polutan 50
4.5.2 Derajat Keasaman (pH) 58
BAB V PENUTUP 61
5.1 KESIMPULAN 61
5.2 SARAN 61
DAFTAR PUSTAKA 63
LAMPIRAN 69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Keramik berpori (Aji, 2012)..... 10
Gambar 2.2. Zeolit alam..... 14
Gambar 2.3. Serbuk Polyethylene Glycol (PEG)..... 17
Gambar 2.4. Struktur kimia metilen biru (Sohrabnezhad & Pourahmad, 2010)... 19
Gambar 2.5. Bubuk metilen biru berwarna hijau tua berubah warna menjadi biru tua ketika dilarutkan dalam air. 20
Gambar 2. 6. Spektrum absorbansi metilen biru (Whang et al., 2009)..... 21
Gambar 3.1. Uji permebilitas filter 29
Gambar 3.2 Diagram alir proses penelitian..... 33
Gambar 4.1. Membran keramik zeolit berpori dengan variasi massa PEG keadaan (a) sebelum pembakaran dan (b) setelah pembakaran 34
Gambar 4.2. Pola difraksi x-ray zeolit 36
Gambar 4.3. Permeabilitas keramik berpori sebagai fungsi komposisi PEG. 39
Gambar 4. 4. Hasil uji kinerja membran keramik berpori larutan metilen biru 100 ppm dengan fraksi PEG 4%, 7%, 11%, 14%, 17% dan 19%..... 45
Gambar 4.5. Penyerapan metilen biru oleh membran keramik berpori 43
Gambar 4.6. Spektrum FTIR a. zeolit bubuk, b. keramik ebelum penyaringan dan c. keramik sesudah penyaringan..... 45
Gambar 4.7. Hasil karakterisasi membran kermaik zeolit berpori menggunakan SEM-EDX 49
Gambar 4.8. Kurva kalibrasi untuk konsentrasi metilen biru 51
Gambar 4.9. Spektrum absorbansi metilen biru. 52
Gambar 4.10. Spektrum absorbansi hasil uji kinerja membran keramik berpori dengan variasi massa PEG 53
Gambar 4.11. Nilai rejeksi larutan metilen biru hasil uji kinerja membran keramik berpori terhadap permeabilitas 55
Gambar 4.12. Peningkatan rasio konsentrasi larutan metilen biru..... 57
Gambar 4.13. Grafik hubungan permeabilitas teradap derajat keasaman..... 59

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Variasi % massa PEG 38

Tabel 4.2. Elemen kimia dalam membran keramik zeolit berpori..... 46

Tabel 4.3. Perbedaan daerah frekuensi spektrum FTIR pada membran keramik berpori sebelum dan sesudah penyaringan……48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keputusan Penetapan Dosen Pembimbing..... 69

Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan Penelitian 70

Lampiran 3. Hasil Pengukuran Spektrum Absorbansi Larutan Metilen Biru Hasil Uji Kinerja Membran Keramik Berpori 73

Lampiran 4. Hasil Karakterisasi FTIR zeolit bubuk, keramik sebelum penyaringan dan keramik setelah penyaringan 77

Lampiran 5. Hasil Karakterisasi XRD Zeolit…….84

Lampiran 6. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi……..88

Lampiran 7. Standar Kualitas Air di Perairan Umum ……...89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan penting bagi manusia misal untuk keperluan rumah tangga, rumah sakit dan industri. Air juga merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui karena jumlahnya melimpah di bumi, akan tetapi jumlah dan ketersediaan air bersih di Indonesia masih belum memenuhi kebutuhan air masyarakat di Indonesia. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia mencatat Indonesia menduduki peringkat terburuk dalam pelayanan ketersediaan air bersih dan layak konsumsi se-Asia Tenggara. Hal ini disebabkan karena terbatasnya sungai yang mengalirkan air bersih dan cadangan air tanah di Indonesia hanya tersisa di Papua dan Kalimantan (Utami, 2017).

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) melaporkan bahwa ketersediaan air bersih yang benar-benar layak untuk dikonsumsi masyarakat, diperkirakan cadangannya hanya tersisa tinggal 18 persen dari total keseluruhan persediaan. Berkurangnya jumlah ketersediaan air di Indonesia mengakibatkan kelangkaan akan kebutuhan air bersih. Kelangkaan air bersih berdampak besar bagi kesehatan, perekonomian dan kualitas sumber daya manusia. Ketersediaan air perlu diimbangi dengan kualitas air yang baik (Masturi *et al*., 2013).

Air yang baik yaitu air yang tidak mengandung zat-zat kimia seperti air limbah. Air limbah adalah buangan yang terdiri dari campuran padat dan cair dari

penggunaan air rumah tangga, industri dan perusahaan komersial (Hor *et al*., 2016). Air limbah biasanya berwujud cair atau yang lebih dikenal dengan limbah cair. Limbah cair harus mendapatkan penanganan yang baik karena limbah cair tersebut sering dibuang ke sungai yang airnya dimanfaatkan oleh masyarakat.

Sungai merupakan salah satu sumber air yang paling banyak berinteraksi dengan manusia dan memiliki banyak fungsi sebagai sumber air bagi petani, sarana transportasi, sumber air minum dan pembangkit listrik. Menurut Tarima (2016) sungai merupakan ekosistem yang mengalami pecemaran paling berat akibat pembuangan kegiatan rumah tangga, industri yang berakhir di sungai, sehingga mempengaruhi kualitas, manfaat dan fungsi dari sungai itu sendiri. Menurut Nurroisah (2014) penyebab utama pencemaran air yaitu pembuangan limbah cair yang mengandung zat tercemar. Secara umum limbah yang mencemari air dikelompokkan menjadi limbah domestik, industri, pertanian dan perkebunan.

Air limbah yang dialirkan di sungai paling banyak yaitu air limbah hasil industri. Industri tekstil merupakan industri yang menghasilkan air limbah. Proses pewarnaan pada industri tekstil menghasilkan limbah zat warna yang dapat menimbulkan masalah lingkungan yaitu masalah perairan. Zat warna yang sering digunakan dalam industri tekstil yaitu metilen biru. Metilen biru dapat menyebabkan iritasi pada kulit apabila tersentuh oleh kulit, iritasi pada saluran pencernaan apabila tertelan, dan menimbulkan sianosis apabila terhirup (Adelina *et al*., 2016).

Upaya untuk menanggulangi limbah cair telah banyak digunakan dengan berbagai metode yaitu klorinasi, adsorbsi, koagulasi menggunakan bahan kimia,

dan filtrasi menggunakan membran (Dyah *et al*., 2015). Upaya untuk menanggulangi limbah cair telah dilakukan oleh Said *et al*., (2014) yaitu dengan mengaplikasikan komposit berpori untuk filter air sungai. Untuk memenuhi ketersediaan air bersih bagi masyarakat diperlukan teknologi yang saat ini sedang berkembang, salah satunya yaitu filtrasi. Filtrasi merupakan proses pengolahan dengan cara mengalirkan air limbah melewati suatu media berpori yang digunakan sebagai filter, yang disusun dari bahan-bahan butiran dengan diameter dan tebal tertentu. Filter yang digunakan dalam proses filtrasi berfungsi sebagai penyaring yang menangkap atau menahan zat padat tersuspensi diantara media filter. Material yang biasanya digunakan yaitu filter karbon aktif, pasir silika, dan zeolit (Said *et al*., 2014; Rosyidatul *et al*., 2016).

Aplikasi filter air limbah telah banyak digunakan. Saat ini teknologi membran merupakan aplikasi filter yang berkembang pesat karena sangat efektif digunakan untuk pemisahan bahan padat, cair dan gas (Masturi, 2014). Teknologi membran yang paling banyak digunakan untuk mengatasi masalah limbah yaitu membran dengan pendorong tekanan. Keunggulan penggunaan membran yaitu tidak membutuhkan energi yang terlalu besar karena tidak melibatkan perubahan fase dan tidak terlalu mengunakan energi dalam bentuk panas sehingga komponen didalamnya dapat dipertahankan (Andriono *et al.*, 2014). Beberapa material membran terus dikembangkan untuk menghasilkan membran yang baik dalam proses filtrasi diantaranya membran keramik. Membran keramik atau keramik berpori memunyai kinerja yang baik salah satunya yaitu permeabilitas. Permeabilitas merupakan kemampuan cairan untuk bergerak atau berpindah dalam

pori. Aplikasi membran keramik telah mengalami peningkatan karena membran keramik memiliki kemampuan pemisahan, stabilitas termal dan mekanik yang baik (Dyah *et al*., 2015).

Material anorganik yang berpotensi digunakan dalam membran keramik yaitu zeolit alam. Zeolit alam telah banyak digunakan karena memiliki karakteristik kimia dan fisika yang unik. Zeolit alam memiliki rongga atau struktur pori yang selektif dalam proses filtrasi, tahan terhadap panas dan kekuatan mekanisme serapannya yang baik, serta tahan terhadap lingkungan kimia yang ekstrim. Struktur pori zeolit yang beragam membuat zeolit banyak digunakan untuk pemisahan berbagai molekul kecil (Nasir *et al*., 2013).

Beberapa filter anorganik telah banyak digunakan seperti, filter antara *cult* dan *polyethylene glycol* (PEG) (Said, 2014), filter *clay* dan PEG sebagai pembuat pori (Masturi 2012), membran padat silika dari sekam padi dan PEG (Rini, 2008), dan membran silika nanofiltrasi dengan PEG (Rachmawati, 2013).

Pada penelitian ini dibuat membran keramik dari bahan anorganik lain yaitu zeolit alam dengan tujuan agar media filter memiliki ketahanan terhadap panas dan dan tahan terhadap lingkungan kimia. Media keramik dibuat dengan tujuan filtrasi berlangsung cepat dengan cara pengoperasian yang sederhana, tidak memerlukan ruang yang besar, dan mendapatkan permeabilitas dengan kualitas yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, diperoleh rumusan masalah berikut:

1. Bagaimana fabrikasi membran keramik berpori dari zeolit dan *polyethylene glycol* (PEG) sebagai filter air limbah?
2. Bagaimana karakteristik membran keramik berpori dari zeolit dan PEG?
3. Bagaimana efektivitas filtrasi keramik zeolit berpori sebagai filter air limbah?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Keramik yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari zeolit alam yang diperoleh di toko kimia daerah Semarang.
2. Penelitian hanya pada pembuatan keramik dari zeolit menggunakan polimer *polyethylene glycol* (PEG).
3. Air limbah yang digunakan untuk pengujian dibuat dari limbah sintetik dari metilen biru.
4. Pengukuran membran keramik hanya dilakukan pada permeabilitas dan permukaan pori.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain:

1. Memahami proses fabrikasi keramik berpori dari zeolit dan *polyethylene glycol* (PEG) sebagai filter air limbah.
2. Mengetahui karakteristik membran keramik berpori dari zeolit dan PEG.
3. Mengetahui efektivitas penyaringan keramik zeolit berpori sebagai filter air limbah.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain:

1. Menambah wawasan dan kajian penelitian tentang komposit keramik berpori bagi penulis, peneliti, dan masyarakat umum.
2. Menjadi kajian ilmiah bahwa zeolit alam dapat dijadikan keramik berpori yang dapat memfiltasi air limbah.
3. Dapat dijadikan solusi untuk membangun industri keramik berpori sebagai filter air limbah untuk pemanfaatan bahan dari alam.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu bagian pendahuluan skripsi, bagian isi skripsi, dan bagian akhir skripsi.

1. Bagian pendahuluan skripsi, terdiri dari halaman judul, abstrak, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran.
2. Bagian isi skripsi, terdiri atas lima bab yang meliputi :

   BAB 1. Pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan permasalahan, batasan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistemaika skripsi.

   BAB 2. Kajian pustaka, berisi teori-teori pendukung penelitian.

   BAB 3. Metodologi penelitian, berisi tempat pelaksanaan penelitian, alat dan bahan yang digunakan, langkah kerja, pengujian, dan karakterisasi yang dilakukan dalam penelitian.

BAB 4. Hasil penelitian dan pembahasan, dalam bab ini dibahas tentang hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB 5. Penutup, yang berisi tentang simpulan hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang berkaitan dengan hasil penelitian.

3. Bagian akhir skripsi memuat referensi yang digunakan sebagai acuan dari penulisan skripsi dan lampiran-lampiran penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit adalah sebuah sistem material yang tersusun atas campuran atau kombinasi dari dua atau lebih papan partikel mikro maupun makro yang berbeda bentuk maupun komposisi kimianya yang terikat secara erat satu dengan yang lain. Material terebut dapat berupa partikel, fiber, laminar dan lain-lain. (Damayanti, 2015).

Menurut Setyawan *et al.* (2012), komposit merupakan sejumlah sistem *multifasa* sifat gabungan, yaitu gabungan antara bahan matrik atau pengikat dengan penguat unsur utama. Bahan komposit menggabungkan keunggulan kekuatan dan kekakuan serat dengan massa jenis yang rendah. Serat berfungsi untuk menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja pada bahan komposit. Matriks bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Matriks harus bisa meneruskan beban dari luar ke serat. Hasilnya suatu bahan yang ringan tetapi kuat dan kaku.

Komposit terdiri dari material kombinasi dari dua atau lebih material yang berbeda. Matrik yang digunakan dalam pembuatan komposit biasanya polimer. Polimer digunakan sebagai matrik dikarenakan dalam proses pembuatannya mudah dan mempunyai kerapatan yang rendah. Polimer yang sering digunakan yaitu

polietilen (PE), polivinil klorida (PVC), polipropilen (PP), polistirena (PS), dan sebagainya (Siregar, 2015).

Menurut bentuk material dan penyusunnya, komposit dapat dibedakan menjadi lima jenis yaitu (Karno *et al*., 2014) :

1. Komposit serat (*fibrous composite*). Unsur utama komposit adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat tediri dari serat-serat yang diikat oleh matriks yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continuos fiber*) dan serat pendek (*short fiber* atau *whisker*). Pengunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat
2. Komposit partikel (*particulate composite*), merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.
3. Komposit serpih (*Flake Composites)* adalah komposit dengan penambahan material berupa serpih kedalam matriksnya. *Flake* dapat berupa serpihan mika dan metal
4. Komposit sketal (*Filled composites)* adalah komposit dengan penambahan material ke dalam matriks dengan struktur tiga dimensi

5. Komposit lapisan (*laminate composite*), merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.

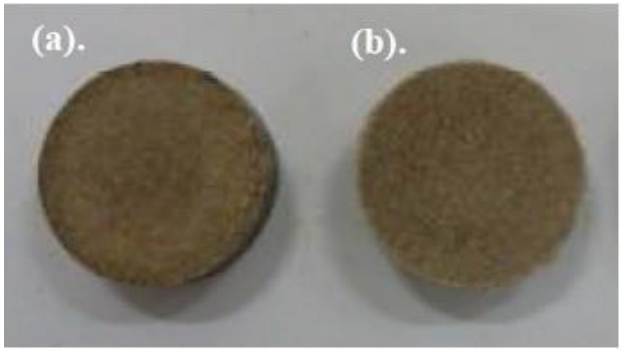
Komposit mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan komposit terletak pada sifat mekanik dan fisik yaitu bahan komposit mempunyai densitas yang lebih rendah dengan bahan konvensional, massa jenis rendah (ringan), lebih kuat, ulet, tidak getas, mempunyai kefisien pemuaian yang rendah, tahan terhada cuaca, korosi, dan mudah dibentuk. Kekurangan bahan komposit yaitu tidak tahan terhadap beban berat dibandingan dengan metal, kurang elastis, dan lebih disulit dibentuk secara plastis (Atmoko, 2015).

2.2 Keramik Berpori

Keramik dapat didefinisikan sebagai sebuah senyawa padatan yang terbentuk melalui panas, atau kombinasi panas dan tekanan yang tersusun setidaknya dari dua unsur yang salah satu diantara unsur pennyusunnya adalah unsur padatan non logam. Selain itu keramik didefinisikan sebagai semua bahan baku logam dan anorganik yang berbentuk padat yang merupakan campuran logam dan non logam dan terikat secara ionik atau kovalen (Furqoni *et al.*, 2016; Ilcham, 2013).

Menurut Tambunan (2008) Keramik mempunyai sifat rapuh, keras dan kaku. Sifat keramik bergantung pada ikatan kimia keramik tersebut. Keramik memiliki kekuatan tekan lebih baik dibandingkan dengan kekuatan tariknya. Salah satu jenis keramik yaitu keramik berpori. Keramik berpori terdapat pada substrat mikroba pada sistem penjernihan air, media katalis pada industri yang menggunakan proses kimia, saringan dan pemisah pada sistem pengecoran logam, filter gas pada

cerobong gas buang (Ramlan, 2009). Menurut Afida (2014) Keramik berpori memiliki ukuran porositas dan luas permukaan lebih besar dibandingkan dengan jenis keramik yang lain, sehingga keramik berpori dapat dijadikan sebagai filter atau katalis.



Gambar 2.1. Keramik berpori (Aji, 2012)

Menurut Kamilan (2016) ada 5 cara pembuatan keramik yaitu:

1. Die Pressing

Metode ini dilakukan dengan cara mencampurkan bahan keramik yang sudah dihaluskan menjadi serbuk dengan pengikat (binder) organik kemudian dimasukkan kedalam cetakan dan ditekan dengan kuat tekan tertentu sehingga membentuk padatan yang cukup kuat. Umumnya metode ini digunakan dalam pembuatan ubin atau keramik elektronik karena menggunakan biaya yang cukup murah.

2. Rubber Mold Pressing

Pada proses ini dilakukan untuk menghasilkan bubuk padat yang tidak homogen. Dalam pembuatannya menggunakan sarung yang terbuat dari karet. Bubuk dimasukkan kedalam sarung karet kemudian dicetak menggunakan cetakan *hidrostatis*.

3. Extrusion Molding

Pembuatan keramik menggunakn lubang cetakan. Metode ini biasanya digunakan dalam pembuatan pipa saluran atau material yang memiliki suhu normal untuk penampang lintang tetap.

4. Slip Casting

Metode ini dilakukan dengan tujuan memperkeras suspensi dengan air atau cairan lainnya, kemudian dituang kedalam plester berpori, air akan diserap dari daerah kontak ke dalam cetakan dan kemudian terbentuk lapiran keramik yang kuat.

5. Injection Molding

Metode ini menggunakan bahan yang bersifat *plastis* diinjeksikan dan dicampur dengan bubuk ke dalam cetakan. Metode ini digunakan untuk memproduksi benda yang mempunyai bentuk beragam atau kompleks.

Keramik berpori telah banyak dikembangkan diantaranya keramik berpori sebagai aplikasi filter gas buang skala laboratorium dengan material lempung dan senyawa oksida seperti alumina, silika, titanium, dan zirconia. Selain itu telah dikembangkan filter keramik berbahan dasar *clay* dilapis titania dengan penambahan pasir sebagai penguat filter yang dikenal sebagai media berpori. Keramik berpori yang digunakan sebagai filter atau membran menggunakan material alumina yang tinggi dikarenakan alumina mempunyai keunggulan pada kekuatan, kekerasan, dan ketahanan terhadap tekanan, panas, maupun bahan kimia (Masturi *et al.*, 2013; Kamilan, 2016).

2.3 Zeolit Alam

Zeolit merupakan mineral kristal alumina silika tetrahidrat berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terbentuk oleh tetrahedral $[SiO_4]^{4-}$ dan $[AlO_4]^{5-}$ yang saling terhubungkan oleh atom-atom oksigen sehingga membentuk kerangka tiga dimensi terbuka yang mengandung kanal-kanal dan rongga-rongga yang di dalamnya terisi oleh ion-ion logam, biasanya adalah logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas (Dewi, 2010).

Karakteristik zeolit yaitu mempunyai struktur kristal tiga dimensi, mempunyai kemampuan untuk menangkap dan menghilangkan air secara bolak-balik dan untuk menukarkan beberapa unsur tertentu tanpa merubah strukturnya secara nyata. Dalam bidang industri, zeolit dimanfaatkan sebagai penukar ion, bahan pengisi dalam detergen, katalis industri pertanian dan peternakan, serta adsorben. Dalam bidang teknologi pengolahan lingkungan, zeolit telah dikenal luas sebagai bahan adsorben yang handal (Arfan *et al.*, 2009).

Zeolit mempunyai kerangka yang bersifat anionik yang disebabkan oleh adanya perbedaan elektronegatifitas alumina dan silika dapat diseimbangkan oleh adanya kation-kation seperti ion natrium, kalium, kalsium, magnesium, serta kation golongan alkali dan alkali tanah lainnya. Zeolit mempunyai struktur yang berongga dapat diisi oleh air dan memiliki ukuran pori tertentu. Oleh karena itu zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekul, penukar ion, adsorben, dan katalisator (Wicaksono, 2012).

Zeolit alam adalah zeolit yang terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika kompleks dari batu-batuan yang mengalami berbagai maca perubahan di alam.

Gambar 2.2. Zeolit alam

Jenis zeolit alam dibedakan menjadi 2 yaitu:

a. Zeolit yang terdapat diantara celah-celah batuan atau diantara lapisan batuan. Zeolit ini terdiri dari beberapa jenis mineral zeolit yang bergabung dengan mineral lain seperti kalsit, kwarsa, renit, klorit, fluorit dan mineral sulfida.

b. Zeolit yang berupa batuan seperti klinoptilolit, analsim, laumontit, modernit, filipsit, erionit, kabasit dan heulandite.

Mineral zeolit telah diketahui sejak tahun 1756 oleh ahli mineralogi berkebangsaan Swedia bernama F.A.F Constedt. Di alam banyak dijumpai zeolit dalam lubang-lubang batuan lava dan dalam batuan sedimen terutama sedimen piroklastik halus. Telah diketahui lebih dari 40 jenis mineral zeolit di alam, dari jumlah tersebut hanya 20 jenis yang terdapat dalam batuan sedimen terutama sedimen piroklastik.

Sifat-sifat zeolit (Said *et al*., 2008) yaitu :

1. Dehidrasi

Sifat dehidrasi dari zeolit akan berpengaruh terhadap sifat adsorpsinya. Zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif berinteraksi dengan molekul yang akan diadsorpsi.

2. Adsorpsi

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila mineral zeolit dipanaskan pada suhu $300°C$ hingga $400°C$ maka air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Selain mampu menyerap gas atau cairan, zeolit juga mampu memisahkan molekul dan kepolarannya, meskipun ada 2 molekul atau lebih yang dapat melintas tetapi hanya sebuah saja yang dapat lolos. Hal ini dikarenakan faktor selektivitas dari mineral zeolit tersebut yang tidak ditemukan pada adsorben padat lainnya.

3. Penukar Ion

Ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya.

4. Katalis

Ciri paling khusus dari zeolit yaitu adanya ruang kosong yang akan membentuk saluran didalam struktur zeolit sehingga dapat digunakan untuk menentukan sifat mineral zeolit. Apabila zeolit digunakan pada proses penyerapan atau katalis maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas diantara kristal.

Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori yang besar dengan permukaan yang maksimum.

5. Penyaring atau Pemisah

Media berpori yang dapat digunakan sebagai penyaring atau pemisah campuran uap atau cairan sangat banyak, tetapi distribusi diameter dari pori-pori media tersebut tidak cukup efektif, seperti halnya penyaring molekular zeolit yang mampu memisahkan campuran berdasarkan perbedaan ukuran, bentuk dan polaritas dari molekul yang disaring. Contohnya pori-pori zeolit A berbentuk silinder dapat memisahkan n-parafin dari campuran hidrokarbon.

Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari suatu campuran tertentu karena mempunyai ruang hampa yang cukup besar dengan garis tengah yang bermacam-macam berkisar antara 2Å hingga 8Å, tergantung dari jenis zeolit. Zeolit alam telah digunakan sebagai adsorben yang efektif untuk menghilangkan berbagai logam berat dan zat warna (Wang *et al.*, 2011).

2.4 Polyethylene Glycol (PEG)

Polyethylene Glycol (PEG) termasuk dalam polimer thermoplastik yaitu jenis polimer yang memiliki struktur rantai linier *(linear)*, bercabang *(branched)* atau sedikit menyambung *(cross linked).* Polimer ini bersifat lunak dan kental *(viscous)* pada saat dipanaskan dan menjadi keras serta kaku *(rigid)* pada saat didinginkan (Saputro, 2012). Polimer secara umum dikenal sebagai materi yang bersifat non-konduktif atau isolator (Damayanti, 2015). Ada beberapa keuntungan penggunaan polimer sebagai matriks, antara lain sifatnya yang ringan, kuat, ulet, tidak reaktif secara kimia, tahan terhadap kelembaban, menyekat secara baik

terhadap panas dan listrik, mudah untuk dibentuk dan murah dari sisi harganya. (Masturi *et al*, 2010).

Polyethylene Glycol (PEG) merupakan polimer dari etilen oksida dan air yang dibuat dengan panjang rantai berbeda. Berbagai jenis PEG yaitu PEG 200, 400, 600, 1000, 1500, 3350, 4000, dan 6000. Nomor pada PEG menunjukkan berat molekul rata-rata dari masing-masing polimernya. PEG dengan bobot molekul 200-600 (PEG 200-600) berbentuk cair, PEG dengan berat molekul rata-rata lebih dari 1000 berupa lilin putih, padat. PEG banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti bidang farmasi dan industri tekstil. Berbagai produk yang menggunakan PEG yaitu keramik dan kosmetik seperti lotion dan deodoran (Norvisari, 2008).

Gambar 2.3. Serbuk *Polyethylene Glycol* (PEG)

PEG merupakan zat yang dipakai untuk membentuk dan mengontrol ukuran dan struktur pori yang memiliki karakteristik dapat larut dalam air, methanol, benzene dan dichlorometan. PEG merupakan polimer yang fleksibel (Nuzully *et al.*, 2013). Keuntungan dari penggunaan PEG yaitu secara fisiologi inert, tidak terhidrolisis, dan mempunyai beberapa macam molekul (Astuti, 2008).

2.5 Air Limbah

Air limbah adalah hasil buangan dari penggunaan air yang terdiri dari gabungan material padat dan cair yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, industri dan perusahaan komersial. Air limbah yang dibuang secara langsung ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat mencemari dan menurunkan kualitas air sungai dan mempegaruhi ekosistem perairan dan kesehatan manusia. Air limbah biasanya dihasilkan dari berbagai industri seperti tekstil, kosmetik, plastik dan industri kertas yang diketahui banyak menggunakan pewarna sisntesis dalam produksinya. Air limbah yang dihasilkan oleh pabrik menjadi permasalahan dimasyarakat karena limbah cair yang dibuang ke perairan sekitar pemukiman penduduk tidak melalui proses pengolahan limbah yang baik sehingga mencemari lingkungan sekitar karena belum memenuhi standar baku mutu air limbah yang telah ditetapkan oleh pemerintah (Hor *et al.*, 2016; Sumarli *et al.*, 2016).

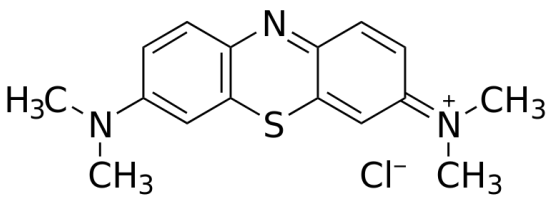
Berbagai metode pengolahan air limbah yang ada untuk mengatasi limbah yang tepat dan menghilankan pewarna sintesis dari sumber air yaitu pencernaan anaerobik, pemisahan mambran, adsorpsi, sedimentasi, filtrasi dan fotokatalis. Adsorpsi merupakan proses pemisahan yang efektif untuk brbagai macam aplikasi, terutama untuk menghilangkan polutan *non-biodegradable* (termasuk perwarna) dari air limbah (Wan *et al.*, 2011; Hor *et al.*, 2016).

2.6 Metilen Biru

Metilen biru merupakan zat warna yang digunakan pada industri tekstil. Metilen biru digunakan sekitar 5% dalam pewarnaan sedangkan sisanya 95% dibuang ke saluran air, sehingga dapat merusak keseimbangan ekosistem

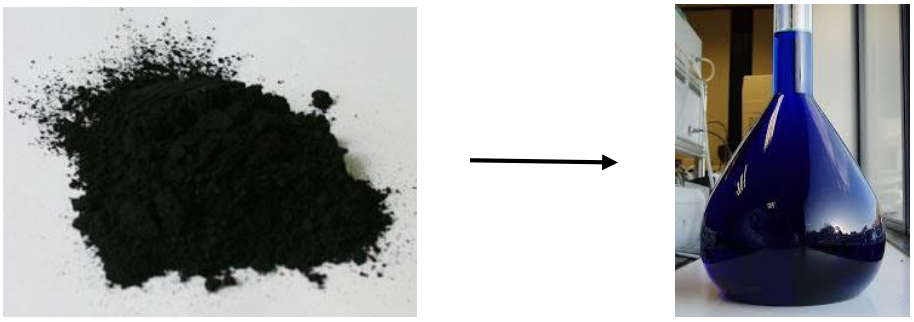
lingkungan. Metilen biru merupakan senyawa yang sangat stabil sehingga sulit terdegradasi di alam dan berbahaya apabila dalam konsentrasi yang sangat besar (Ramadhani, 2015).

Metilen biru memiliki rumus kimia $C_{16}H_{18}N_3SCl$ yang merupakan senyawa hidrokarbon yang beracun. Metilen biru termasuk zat warna kationik yang mempunyai daya adsorpsi yang sangat kuat. Metilen biru berwarna hijau gelap dan berbentuk serbuk. Ketika dilarutkan dalam air, metilen biru berubah warna menjadi biru. Metilen biru memiliki beratmolekul 319,86 gr/mol, dan mempunyai titik lebur 105°C dan daya larut sebesar $4{,}36\times10^4$ mg/L. Metilen biru mempunyai konsentrasi yang berbeda-beda sehingga dapat dianalisis menggunakan sepektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 664 nm untuk mengetahui tingkat absorbansi dari metilen biru (Hong *et al.*, 2009; Gao *et al.*, 2013; Hussin *et al.*, 2015).



Gambar 2.4. Struktur kimia metilen biru (Sohrabnezhad & Pourahmad, 2010)

Senyawa metilen biru pada suhu ruangan berbentuk padatan (kristal), tak berbau, dan berwarna *dark blue-green* (Miclescu & Wiklund, 2010). Ketika dilarutkan dalam air, metilen biru berubah warna menjadi larutan biru tua seperti yang ditunjukkan Gambar 2.4.

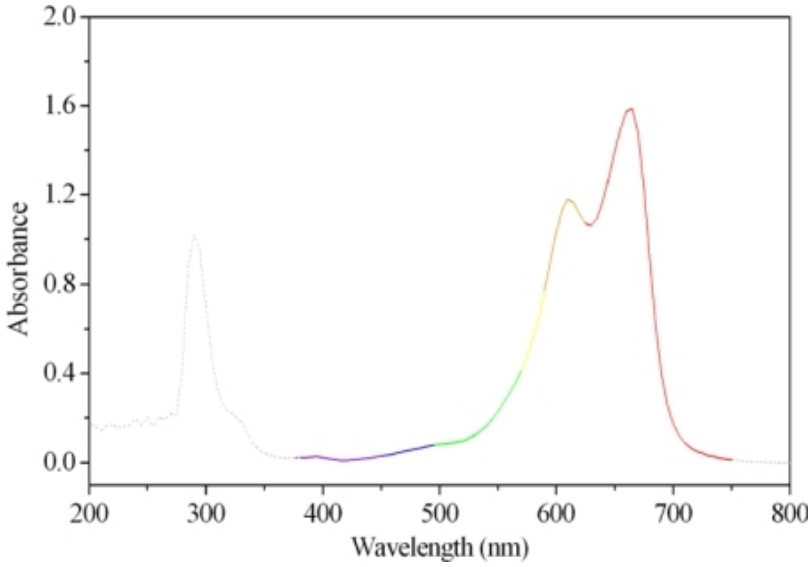


Gambar 2.5. Bubuk metilen biru berwarna hijau tua berubah warna menjadi biru tua ketika dilarutkan dalam air.

Metilen biru memiliki daya serap tidak besar terhadap serat, sehingga zat warna yang tidak bereaksi dengan serat mudah dihilangkan. Gugus penghubung dapat mempengaruhi daya serap dan ketahanan zat warna terhadap asam atau basa. Gugus-gugus reaktif merupakan bagian-bagian dari zat warna yang mudah lepas. Lepasnya gugus reaktif tersebut membuat zat warna menjadi lebih mudah bereaksi dengan serat. Diperlukan penambahan alkali atau asam agar reaksi dapat berjalan dengan baik sehingga mencapai pH tertentu (Wiguna, 2012)

Metilen biru merupakan salah satu zat warna yang digunakan dalam dunia industri. Metilen biru dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan jika tertelan, menimbulkan sianosis jika terhirup, dan iritasi pada kulit jika tersentuh mengenai kulit. Industri tekstil yang berkembang saat ini menimbulkan dapak negative berupa limbah cair dari hasil proses pewarnaan. Salah satu pewarna yang yang digunakan dan menghasilkan limbah yaitu metilen biru. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup yaitu Kep51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair, konsentrasi maksimum metilen biru yang diperbolehkan yaitu 5-10 mg/L mengingat dampak dari metilen biru sangat berbahaya. Upaya yang dilakukan

untuk mengurangi limbah pewarna metilen biru yaitu dengan metode adsorbs karena adsorbennya mudah dipisahkan setelah digunakan (Hadayani, 2015).



Gambar 2.6. Spektrum absorbansi metilen biru (Whang et al., 2009)

Puncak spektrum absorbansi metilen biru terletak pada panjang gelombang 668 nm. Metilen biru banyak digunakan sebagai indikator redoks dalam analisa kimia, hal ini dikarenakan metilen biru mempunyai spesifik penyerapan yang bergantung pada beberapa factor diantaranya protonasi, adsorpsi dengan bahan lain, konsentrasi dan interaksi lainnya (Wiguna, 2012).

2.7 Membran

Membran merupakan alat pemisah yang selektif berbentuk penghalang yang dapat memisahkan dua fase dari berbagai campuran yaitu campuran homogen maupun heterogen yang berwujud cairan, padatan maupun gas. Berdasarkan bahan pembuatnya, membran dibagi menjadi membran bahan alami dan membran bahan sintesis. Membran bahan alami erbuat dari bahan alam seperti kapas, sedangkan

membran bahan sintesis terbuat dari bahan buatan seperti polimer. Membran berfungsi memisahkan zat berdasarkan ukuran dan bentuk molekul yang akan menahan umpan masuk yang memiliki ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan akan melewatkan komponen yang memiliki ukuran lebih kecil (Dahlan *et al*., 2016).

Mambran diklasifikasikan menjadi 6 jenis yaitu berdasarkan morfologi, kerapatan pori, fungsi, struktur dan bentuknya (Eviani, 2016). Salah satu jenis membran berdasarkan kerapatan pori yaitu membran berpori. Membrane berpori yaitu membran yang mempunyai ukuran lebih besar dari 0.001 μm dan kerapatan pori yang lebih tinggi. Membran ini sering digunakan untuk proses ultrafiltrasi, mikrofiltrasi dan hyperfiltrasi. Membran ini mempunyai selektifitas yang ditentukan oleh ukuran pori dan pengaruh bahan polimer.

Membran dapat didefinisikan sebagai suatu media ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang memiliki ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil, sedangkan keramik dapat didefinisikan sebagai sebuah senyawa padatan yang terbentuk melalui panas, atau kombinasi panas dan tekanan, yang tersusun setidaknya dari dua unsur yang salah satu diantara unsur penyusunnya adalah unsur padatan non logam. Unsur lainnya dapat berupa logam atau unsur non logam lainnya (Furqoni *et al.*, 2016).

Membran keramik memiliki kelebihan yaitu mempunyai stabilitas termal yang baik, memeiliki ketahanan terhadap senyawa kimia dan degradasi biologis ataupun mikroba, dan relatif mudah untuk dibersihkan. Banyak aplikasi dari

membran keramik yaitu dalam industri kimia digunakan untuk pemisahan produk dan pembersihan, industri logam digunakan untuk daur ulang minyak dan lemak, recovery logam berat, industri tekstil digunakan untuk penghilangan zat warna, makanan dan minuman digunakan untuk penjernihan jus dan bir, sterilisasi susu dan whey (Nowak, 2010).

Keuntungan dari teknologi membran yaitu membran dapat bekerja tanpa penambahan bahan kimia, dengan kebutuhan energi yang lebih rendah, mudah untuk ditangani, dan memiliki proses konduksi yang teratur dengan baik. Pemisahan pada membran terjadi ketika mambran bertindak sebagai lapisan semipermeable anata dua fasa dan mambran mengatur transportasi antara kedua fasa tersebut. Filter mambran akan membiarkan air untuk melewati mambran, sedangkan membran akan menangkap padatan tersuspensi dan zat lainnya. Prinsip pemisahan pada mambran ada 3 yaitu adsorpsi, penyaringan dan fenomena elektrostatik. Keuntungan dari membran keramik yaitu:

1. Distribusi ukuran pori sempit, sehingga dapat mencapai tingkat produktivitas yang tinggi serta memiliki selektivitas tingi dalam pemurnian air limbah
2. Mempunyai stabilitas termal yang tinggi
3. Mempunyai stabilitas kinerja yang tinggi.

Membran berbasis zeolit digunakan sebagai membran penyaringan (filter) berfungsi untuk meminimalisasi limbah dan recovery pelarut pemisahan pada suhu tinggi (Nasir *et al.*, 2013).

2.8 Standar Mutu Air

Air merupakan kebutuhan penting untuk semua makhluk hidup seperti manusia, baik untuk keperluan rumah tangga, rumah sakit, tempat umum bahkan industri. Air juga merupakan salah satu sumber daya alam yang keberadaannya tidak dapat digantikan oleh zat lain. Permasalahan krisis air bersih akan berdampak pada kesehatan, perekonomian dan kualitas sumber daya manusia (Masturi *et al.*, 2013). Air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari harus memiliki kualitas air yang baik. Air yang baik yaitu air yang tidak mengandung bahan racun dan zat-zat kimia penyebab penyakit. Pada kondisi normal, air memiliki sifat tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa.

Kualitas air merupakan gambaran secara umum kondisi air dalam keadaan tertentu, sedangkan kuantitas air merupakan jumlah air yang dibutuhkan manusia dalam keadaan tertentu. Kualitas air dapat diketahui dari standar mutu air. Standar mutu air yaitu batas kadar zat yang diperbolehkan di dalam sumber air. Standar mutu air dapat dilihat dari parameter fisika, kimia dan biologis. Dari parameter fisika dapat dilihat dari warna, bau dan rasa, sedangkan untuk paramemter kimia dapat dilihat dari kadar pH, kesadahan dan sebagainya. Untuk parameter bilogi dapat dilihat dari jumlah mikroorganisme penyebab penyakit yang terdapat dalam sumber air tersebut. Kelangsungan hidup manusia dapat berjalan dengan baik dan lancar jika ketersediaan air bersih memadai sesuai dengan aktivitas manusia dalam kurun waktu tertentu. Standar air yang digunakan masyarakat harus memenuhi syarat kesehatan agar masyarakat dapat terhindar dari gangguan kesehatan yang disebabkan oleh air.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan :

1. Proses fabrikasi keramik berpori dari zeolit dan PEG menggunakan metode sol gel (pencampuran basah) dengan mencampurkan zeolit dan PEG, kemudian dicetak menggunakan press hidrolik pada tekanan 330 kg/cm^2 selama 10 menit, selanjutnya dibakar dalam furnace pada suhu 900°C selama 8 jam.
2. Karakteristik dari membran keramik berpori zeolit dan PEG yaitu mempunyai nilai permeabilitas antara $0{,}40 \times 10^{-12} m^2 - 1{,}95 \times 10^{-12} m^2$ dan ukuran pori permukaan dari membran keramik yaitu 0,55 μm.
3. Membran keramik berpori efektif digunakan sebagai filter air limbah dengan persen penyerapan antara $88{,}71\% - 96{,}53\%$ dan air hasil filtrasi layak digunakan kembali untuk kegiatan perairan umum dan pertanian.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan perlu adanya penyempurnaan diantaranya:

1. Perlu adanya alat pengujian membran keramik berpori yang sesui dengan ukuran membran tersebut.
2. Perlu adanya karakterisasi dan pengujian lain seperti karakterisasi menggunakan XRD dan pengujian porositas untuk mengetahui nilai porositas membran.
3. Perlu dilakukan analisis standar mutu air mengenai kadar oksigen yang merupakan parameter yang penting untuk mengetahui kualitas air.

DAFTAR PUSTAKA

Afida, L.N., Rachmat, T.T., Anna, R., 2014. Sintesis Keramik Berpori Berbahan Dasar Lumpur Lapindo Menggunakan Cetakan Nata De Coco. *Kimia Student Journal*. 1(1):57-63.

Aji, M.P., P.A. Wiguna., S.A. Suciningtyas., Susanto., N. Rosita., & Sulhadi. 2016. Carbon Nanodots from Frying Oil as Catalyst for Photocatalytic Degradation of Methylene Blue Assisted Solar Light Irradiation. *American Journal of Applied Sciences.* 13(4): 432-438.

Aji, MP. 2012. Komparasi Kuat Tekan Komposit Berbahan Dasar Serbuk Limbah Kaca dengan Perekat Polimer Polyurethane dan Polyvinyl Acetate. *Jurnal MIPA*. 35(2):140-144.

Aliah, H., Aji, M.P., Masturi, Sustini, E., Budiman, M., dan Abdullah, M., 2012. TiO_2 Nanoparticles-Coated Polypropylene Copolymer as Photocatalyst on Methylene Blue Photodegradation under Solar Exposure. *American Journal of Environmental Sciences,* 8(3): 280-290.

Amin, M., & Subri, M., 2017. Pengembangan Material Komposit Keramik Berpori dari Bahan Clay yang diperkuat Bahan Kuningan dengan Menggunakan Metode Ekstrusi. *Prosiding Seminar Nasional Publikasi Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat.* Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.

Arulmozhi, K.T. & N. Mythili. 2013. Studies on the Chemical Synthesis and Characterization of Lead Oxide Nanoparticles with Different Organic Capping Agents. *AIP ADVANCES*. 122122(3): 1-9.

Astuti, Fitri. 2008. *Pengaruh Kombinasi Basis Polietilenglikol 1000 dan Polietilenglikol 6000 terhadap Sifat Fisik dan Pelepasan Asam Mefenamat pada Sediaan Supositoria.* Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Atmoko, Riyan. 2015. *Pengaruh Fraksi Volume terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenuat Serat Rami dengan Matrik Polyester*. Skripsi. Lampung: Teknik Universitas Lampung.

Choiriyah, D., E. Riandini, A. Wulandari, O.D. Indah, A. H. Rachma, & E. Pramono. 2015. Pembuatan dan Krakterisasi Membran Keramik Micro-Filtrasi dari Zeolit Alam untuk Filtrasi Zat Warna Procion Red MX8B dan Metilen Biru. *Jurnal Penelitian Kimia*. 11(1):8-14.

Dahlan, M.H., E.R.J. Pratama, & M. Odina. 2016. Pengaruh Penggunaan Membran Keramik Berbasis Zeolit dan Gypsum terhadap Emisi Gas CO, NOX Kendaraan Bermotor. *Jurnal Teknik Kimia*. 22(2): 10-18.

Damayanti, H., Masturi, Yulianti, I., 2015. Pemanfaatan Limbah Daun Jambu dan Polimer Alami Getah Karet sebagai Bahan Alternatif Furniture. *Jurnal Fisika*. 5(1):23-30.

Dewi, A.R.C., Maturi, I. Yulianti, & A. U. Nuha. 2016. Pemanfaatan Arang dari Batang Pohon dengan Perekat PVAC untuk Degradasi Limbah Methylene Blue. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Elvani, L. 2016. *Preparasi dan Karakterisasi Membran Keramik Berbasis Tanah Liat, Zeolit, Natrium Karbonat (Na_2CO_3), dan Asam Borik (H_3BO_3), terhadap Pengolahan Limbah Pome*. Lapoan Akhir. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.

Fatimah, D. 2006. Pembuatan Zeolit Alam sebagai Keramik Batu pada Suhu Bakar di Bawah 1000℃. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 5(2): 69-75.

Fatimah, D. 2009. Modifikasi Zeolit Alam Melalui Penanaman Inhibitor Cu dengan Metode Batch sebagai Bahan Baku Obat Anti-Septik. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 8(2): 66-75.

Furqoni, R.A., M.P. Aji., Sulhadi. 2016. Pengembangan Filter Air dengan Bahan Keramik untuk Peningkatan Kualitas Air Sungai. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Gao, J.J., Y.B. Qin., T. Zhou., D.D. Cao. 2013. Adsorption of Methylene Blue Onto Activated Carbon Produced from Tea (Camelia sinensis L.) Seed Shells: Kinetics, Equilibrium, and Thermodynamics Studies. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnologi).* 14(7):650-658.

Gislon, E.S., L. Simao., K. Coelho., N.M. Fortes., M.D.D.M. Innocentini., & O.R.K. Montedo. 2016. Permeability of Porous Ceramic Membrans Obtained from Waste of the Coal Extraction Process. *Material Science Forum*. 881: 357-361.

Hadayani, L.W., Indah, R., Rita, D.R., 2015. Adsorpsi Pewarna Metilen Biru Menggunakan Senyawa Xanthat Pulpa Kopi. *Momentum*. 11(1):19-23.

Hong, S., C. Wen., J. He., F. Gan., Y.S. Ho. 2009. Adsorption Thermodynamics of Methylene Blue Onto Bentonite. *Journal of Hazardous Materials*. 167:630-633.

Hor, K.Y., J.M.C. Chee., M.N. Chong., B. Jin., C. Sint., P.E. Poh., & R. Aryal. 2016. Evaluation of Physicochemical Methods in Enhancing the Adsorption Performance of Natural Zeolit as Low-Cost Adsorbent of Methylene Blue Dye from Wastewater. *Journal of Cleaner Production*. 1(13):1-13.

Hussin, Z.M., N. Talib, N.M. Hussin. 2015. Methylene Blue Adsorption onto NaOH Modified Durian Leaf Powder: Isotherm and Kinetic Studies. *American Journal of Environmental Engineering*. 5(3A):38-43.

Ilcham, A. 2013. Pengaruh Oli SLUDGE Pertamina Surabaya terhadap Kuat Tekan Keramik Tradisional. *Eksergi*. 11(1): 1-6.

Isernia, L.F. 2013. FTIR Study of the Relation, between Extra-framework Aluminum Species and the Adsorbed Molecular Water, and its Effect on the Acidity in ZSM-5 Steamed Zeolit. *Material Reseacrh*. 16(4): 792-802.

Kamilan, T.Y., 2016. Uji Performa Catalytic Converter Keramik Berpori Paduan Clay Banjarnegara dan Cu untuk Mereduksi Gas Carbon Monoksida. Skripsi. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.

Karno, I.P., Y. Estriyanto, & D.S. Wijayanto. 2014. Pengaruh Jumlah Lapisan terhadap Ketahanan Bakar Komposit Serat Kaca Bermatriks Ripoxy R-802 EX. *Jurnal Nosel*. 2(4): 1-6.

Kristianingrum, Susula. 2015. *Handout Spektroskopi Infra Merah.* Yogyakarta: UNY-press.

Masturi, Silvia, M.P Aji, E. Sustini., Khairurrijal, & M. Abdullah. 2012. Permeability, Strength and Filtration Performance for Uncoated and Titania-Coated Clay Wastewater Filter. *American Journal of Environmental Sciences*. 8(2): 79-94.

Masturi, Silvia, M.P. Aji, H. Aliah, O. Arutanti, E. Sustini, Khairurrijal, & M. Abdullah. 2012. Keramik Berpori dari Clay dan Poly(ethylene-glycol) yang Dilapis Fotokatalis Titania untuk Aplikasi Filter Air. *Prosiding Seminar Nasional Material.* Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Masturi, W. Lestari., H. Aliah., 2013. Pabrikasi dan Karakterisasi Keramik Berpori Berbahan Clay, Polietilen Glikol (PEG) dan Pasir Kuarsa Dilapis Titania untuk Aplikasi Filter Air Limbah. *Seminar Nasional Fisika*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Masturi. E. Sustini. Khairurrijal, & M. Abdullah. 2014. Titania Coated Ceramic Membran from Clay and Muntilan Sand for Wastewater Filter Application. *Advanced Materials Research*. 896:70-73.

Masturi, Mikrajuddin, Khairurrijal. 2010. Efektivitas Polyvinyl Acetate (PVAc) sebagai Matriks pada Komposit Sampah. *Berkala Fisika*. 13(2):61-66.

Matyka, M., Khalili, A., Koza, Z. 2008. Tortuosity-Porosity Relation in Porous Media Flow. *Physical Review E*. 78(026306): 1-8.

Miclescu, A., & Wiklund, L. 2010. Methylene Blue an Old Drug with New Indications. *J. Rom. Anest. Terap. Int.* 17: 35-41.

Messakh, J.J., A. Sabar., I.K. Hadihardaja., & A.A. Chalik. 2015. Kajian Pemenuhan Kebutuhan Air Minum Unuk Masyarakat di Kawasan Semi-Arid Indonesia. *J.Manusia dan Lingkungan*. 22(3): 271-280.

Nasir, S., Budi T.S.A., Silviaty I. 2013. Aplikasi Filter Keramik Berbasis Tanah Liat Alam dan Zeolit pada Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry. *Jurnal Bumi Lestari*. 13(1): 45-51.

Norvisari, mery. 2008. *Pengaruh Penambahan PEG terhadap Sifat Fisik dan Pelepasan Asam Mefenamat pada Sediaan Supositoria.* Fakultas Frmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta.

Nugroho, A. S., & Damayanti, A. 2014. Uji Kinerja Membran Nanofiltrasi Zeolit untuk Menapis Nitrat dan Amonium Air Limbah Produksi Tahu. *Jurnal Purifikasi*. 14(2): 106-117.

Nurroisah, E., Sofyan. I., Anik S.W. 2014. Keefektifan Aerasi Sistem Tray dan Fultrasi sebagai Penurun Chemical Oxigen Demand dan Padatan Tersuspensi pada Limbah Cair Batik. *Unnes Journal of Public Helath*. 3(4): 56-64.

Purwasasmita, B.S., Kurnia, A., Wibowo, A. 2010. Sintesis Material Nanopori Zeolit (ZSM-5) dari Coal Fly Ash. *Jurnal Zeolit Indonesia.* 9(1): 40-45.

Ramadhani, A., Muhdarina, Amilia, K., 2015. Kapasitas Adsorpsi Metilen Biru oleh Lempung Cengar Teraktivasi Asam Sulfat. *JOM FMIPAI.* 2(1): 232-238.

Ramlan. 2009. Pemanfaatan Karet Busa (Spons) sebagai Model Cetakan pada Pembuatan Keramik Berpori. *Jurnal Penelitian Sains*. 12(2): 12206.1-12206.4.

Rondon, W., D. Freire., Z.D. Benzo., A.B. Sifontes., Y. Gonzalez., M. Valero., & J.L. Brito. 2013. Application of 3A Zeolit Prepared from Venezuelan Kaolin for Removal of Pb (II) from Wastewater and Its Determination by Flame Atomic Absorption Spectrometry. *American Journal of Analytical Chemistry*. 4:584-593.

Saputra, O.A., M.D. Prameswari., V.T.D. Kinanti., O.D. Mayasari., Y.D. Sutarni., K. Apriany., & W.W. Lestari. 2017. Preparation, Characterization and Methylene Blue Dye Adsorption Ability of Acid Activated-Natural Zeolit. *Materials Science and Engineering*. 172: 1-10.

Saputro, Dwi. 2012. *Pembuatan dan Karakterisasi Plastik Ramah Lingkungan dari Campuran Polistirena-Poli Asam Laktat.* Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung.

Said, M.A.N., Sulhadi, M.P.Aji. 2014. Uji Kinerja Komposit Berpori dengan Bahan Dasar Limbah Kaca (Cult) sebagai Filter Air Limbah. *Unnes Physics Journal*. 3(1):47-49.

Said, M., Prawati, A.W., Murenda, E. 2008. Aktifasi Zeolit Alam sebagai Adsorbent pada Adsorpsi Larutan Iodium. *Jurnal Teknik Kimia*. 4(15):50-56.

Saraswati, I. 2015. Zeolit-A Synthesis from Glass. *Jurnal Sains dan Matematika*. *23*(4):112–115.

Savitri, MI., Sulhadi, Aji, MP., 2014. Porositas dan Permeabilitas Komposit Berpori dengan Bahan Dasar Limbah Kaca (Cult). *Jurnal MIPA.* 37(1):41-45.

Setyawan, P.D., N.H. Sari, & D.G.P. Putra. 2012. Pengaruh Orientasi dan Fraksi Volume Serat Daun Nanas (Ananas Comosus) terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Tak Jenuh (up). *Dinamika Teknik Mesin.* 2(1): 28-32.

Siregar, T. & Bambang, A.W., Pembuaan Material Komposit Polietilen dengan Bahan Pengisi Zeolit Alam. *Jurnal Matematika &Sains*. 20(1):18-26.

Sohrabnezhad, Sh., & A. Pourahmad. 2010. Comparison Absorption of New Methylene Blue in Zeolit and Nanocrystal Zeolit. *Desalination*. 256: 84-89.

Sulistyani E., A.S. Budi, & E. Budi. 2014. Membran Keramik Berpori Berbahan Dasar Zeolit dan Clay dengan Penambahan Zat Aditif. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Sumarli, I. Yulianti., Masturi., & R. Munawaroh. 2016. Pengaruh Variasi Massa Zeolit pada Pengolahan Air Limbah Pabrik Pakan Ternak melalui Media Filtrasi. *Prosiding Seminar Nasional Fisika.* Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Tarima, G.C., Jemmy, A., Harry, S.J.K., 2016. Analisis Kualitas Air Sungai Sario Kecamatan Sario Manado Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*. 16(1):19-23.

Treacy, M.M.J., & J.B. Higgins. 2001. *Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites.*Amsterdam: Elsevier.

Utami, S., M. Toha, I. Winarni, & N. Pangaribuan. 2017. *Optimalisasi Peran Sains & Teknologi untuk Mewujudkan Smart City.* Banten: Universitas Terbuka.

Wahono, S.K., Hernawan, A. Kristiani., S. Tursiloadi., & H. Abimanyu. 2014. Characterization and Utilization of Gunungkidul Natural Zeolite for Bioethanol Dehydration. *Energy Procedia*. 47: 263-267.

Wang, Y., P. Han, J. Yang, Y. Liu, & R. Han. 2011. Reuse of Spent Natural Zeolit for Methylene Blue Adsorption by Microwave Irradiation. *Advanced Materials Research*. 233(235):2019-2022.

Wardani, L., Massijaya, M.Y., Machdie, M.F. 2013. Pemanfaatan Limbah Pelepah Sampah Plastik Daur Ulang (RPP) sebagai Papan Komposit Plastik. *Jurnal Hutan Tropis*. 1(1):46-53.

Zahro, A., S. Amalia., T.K. Adi., & N. Aini. 2014. Sintesis dan Karakterisasi Zeolit dari Abu Ampas Tebu Variasi Rasio Molar SiO_2/Al_2O_3 dengan Metode Sol Gel Hidrotermal. *Alchemy*. 3(2):108-117.