



**PERAN ABU VULKANIK SEBAGAI *FILLER* DALAM SINTESIS
POLYMER ELECTROLYTE MEMBRANE (PEM) BERBAHAN DASAR
KITOSAN**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains Program Studi Kimia

oleh

Yhuni Karlina

4311411004

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2016**

PERNYATAAN

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

Semarang, Juni 2016



Yhuni Karlina
4311411004

PERSETUJUAN PEMBIMBING

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

Dosen Pembimbing I



Ella Kusumastuti, S.Si, M.Si
NIP. 198212142009122004

Sem
Dose

IMG_0004.jpg
Type: JPEG Image
Size: 593 KB
Dimension: 2496 x 3496
pixels



Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si
NIP. 196904041994021001

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

PERAN ABU VULKANIK SEBAGAI *FILLER* DALAM SINTESIS
POLYMER ELECTROLYTE MEMBRANE (PEM) BERBAHAN DASAR
KITOSAN

disusun oleh

Yhuni Karlina
4311411004

Telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES
pada

hari : Rabu
tanggal : 29 Juni 2016



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

Sekretaris Penguji

Dr. Nanik Wijayati, M.Si
NIP. 196910231996032002

Penguji I

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

Anggota Penguji/
Pembimbing I

Ella Kusumastuti, S.Si, M.Si
NIP. 198212142009122004

Anggota Penguji/
Pembimbing II

Agung Dji Prasetya, S.Si, M.Si
NIP. 196904041994021001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

“ Kita tidak akan mengetahui apa itu kesuksesan sebelum merasakan kegagalan ”

“ Hari ini berjuang, besok raih kemenangan ”

“ Orang-orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka menyukainya atau tidak.” (Aldus Huxley)

“ Hiduplah seperti pohon kayu yang lebat buahnya; hidup di tepi jalan dan dilempari orang dengan batu, tetapi dibalas dengan buah.” (Abu Bakar Sibli)

Persembahan :

1. Ayahku Haryanto dan Ibuku Sulistiyo Endah Iriani tercinta
2. Kakak-kakakku Feri Irianto, Andi Listianto dan Yhogi Prima Satriyo tersayang
3. Almamater dan teman-teman Kimia angkatan 2011

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan kemurahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **Peran Abu Vulkanik sebagai *Filler* dalam Sintesis *Polymer Electrolyte Membrane (PEM)* Berbahan Dasar Kitosan** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program studi Kimia.

Dalam kesempatan ini, Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penelitian maupun penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
2. Ketua Jurusan Kimia dan Ketua Program Studi Kimia.
3. Ibu Ella Kusumastuti, S.Si, M.Si dan Bapak Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang selalu dengan sabar menyediakan waktunya untuk bimbingan, memberikan arahan, dukungan dan semangat.
4. Ibu Dr. F. Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan arahnya.
5. Segenap Bapak dan Ibu dosen di Jurusan Kimia yang telah memberikan dukungan, dan ilmunya.
6. Mba Fithri, Mba Endang, Mas Dian, Mas Jamil, Mba Shabrina, Mba Uci dan seluruh mahasiswa pasca sarjana ITS yang telah membantu penulis dalam karakterisasi sampel di ITS.

7. Dwi Asti F, Endang Listiyanti dan Mas Taufik Aziz yang telah memberikan doa, kasih sayang, perhatian dan dukungan.
8. Kawan seperjuanganku, (Gembele'rs) Ari Vitri Wulandari, Rika Desita , Puji Lestari, Delia Ayunani H, teman-teman Kimia 2011 dan teman-teman kos Wisma Mulya atas masukan, bantuan, motivasi, dan doa yang diberikan kepada penulis selama menyusun skripsi.,
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis mengharap adanya kritik yang tentunya akan membuat skripsi ini menjadi lebih baik lagi.

Semarang, Juni 2016

Penulis

ABSTRAK

Karlina, Yhuni. 2016. Peran Abu Vulkanik sebagai *Filler* dalam Sintesis *Polymer Electrolyte Membrane* (PEM) Berbahan Dasar Kitosan. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Dosen Pembimbing: Ella Kusumastuti S.Si, M.Si dan Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si.

Telah dilakukan penelitian sintesis membran menggunakan kitosan sebagai matriks polimer dan abu vulkanik sebagai *filler* yang dimodifikasi dengan surfaktan kationik CTAB. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui waktu pengadukan optimum sintesis membran silika abu vulkanik/kitosan terbaik dan mengetahui komposisi silika abu vulkanik/kitosan (b/b) optimum yang menghasilkan sifat-sifat terbaik. Sintesis membran menggunakan metode inverse fasa dengan variasi komposisi silika. Variasi tersebut dilakukan dengan empat tahap pengerjaan yaitu preparasi silika abu vulkanik, modifikasi permukaan abu vulkanik, sintesis membran komposit, dan karakterisasi membran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi komposisi silika abu vulkanik dengan nilai kuat tarik membran meningkat seiring dengan penambahan silika yang dimodifikasi dengan CTAB, nilai kuat tarik membran terdapat pada membran kitosan/abu vulkanik-CTAB 2% sebesar $54,2 \text{ N/mm}^2$, persentase perpanjangan maksimum terjadi pada membran kitosan/abu vulkanik-CTAB 0% sebesar 3,27% dan *modulus young* yang paling tinggi yaitu 2% sebesar $22,39 \text{ N/mm}^2$. Nilai konduktivitas proton membran meningkat seiring dengan banyaknya silika abu vulkanik yang ditambahkan yaitu sebesar $1,258 \cdot 10^{-3} \text{ S/cm}$, sedangkan nilai permeabilitas metanol menurun seiring dengan banyaknya silika abu vulkanik yang ditambahkan sebesar $1,321 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$. Membran terbaik dihasilkan oleh membran dengan rasio massa kitosan-silika abu vulkanik 2% yang memiliki *modulus young* sebesar $22,39 \text{ N/mm}^2$ dengan selektivitas sebesar $7,769 \cdot 10^4 \text{ S s/cm}^3$. Hasil analisis FT-IR membran kitosan/abu vulkanik-CTAB 5% menunjukkan hanya terjadi interaksi fisik antara kitosan dengan silika abu vulkanik karena tidak terjadi perubahan *peak* yang signifikan di sekitar bilangan gelombang $1000\text{-}1093 \text{ cm}^{-1}$. Berdasarkan hasil analisis SEM yang diperoleh kesimpulan bahwa membran komposit kitosan abu vulkanik termodifikasi, memiliki morfologi antarmuka cukup baik antara matriks kitosan dengan abu vulkanik yang dimodifikasi dengan surfaktan kationik CTAB.

Kata Kunci: membran kitosan, silika abu vulkanik, surfaktan CTAB

ABSTRACT

Karlina, Yhuni. 2016. The Role of Volcanic Ash as a Filler in Polymer Electrolyte Membrane (PEM) Synthesis using Chitosan as the Basic Substance. Final Project, Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Sciences, State University of Semarang. Advisors : Ella Kusumastuti S.Si, M.Si and Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si.

A membrane synthesis had been conducted research using chitosan as the matrix polymer and volcanic ash as the filler which was modified using cationic surfactant CTAB. This study aimed to find the best mixing time of the membrane synthesis volcanic ash silica/ chitosan and to find the optimum composition of volcanic ash/chitosan silica (b/b) that could produce the best characteristics. Membrane synthesis used inverse method, with variation of silica composition. The variations have done with four phase: preparation of silica volcanic ash, the modification surface of volcanic ash, synthesis of membrane composite, and characterize of membrane. The result of the research showed in a composition variation of volcanic ash silica with value of the membrane tensile strength values increased along with the addition of silica modified with CTAB, optimum value of the membrane tensile strength values placed in the chitosan/volcanic ash-CTAB membrane 2% is 54.2 N/mm^2 , percentage of maximum elongation occurs at the membrane of chitosan/ash-CTAB 0% is 3.27%, and young modulus highest of 2% is 22.39 N/mm^2 . The proton membrane conductivity value increased along with the amount of volcanic ash that is equal to $1.258 \cdot 10^{-3} \text{ S/cm}$, while the methanol permeability value decreased along with the amount of volcanic ash added to the volcanic ash that is equal to $1.321 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$. Best membrane produced by the membrane with a mass ratio of chitosan/ash-CTAB 2% which has a young modulus of 22.39 N/mm^2 with a selectivity of 7.769 S s/cm^3 . The FT-IR chitosan/volcanic ash 5% membrane analysis result showed that only physical interaction happened between chitosan and volcanic ash silica because no peak change happened significantly around the wave number $1000\text{-}1093 \text{ cm}^{-1}$. Based on the SEM analysis obtained, it can be concluded that modified volcanic ash chitosan composite membrane, had a good enough interface morphology between chitosan matrix and volcanic ash modified with cationic surfactant CTAB.

Key words: membrane chitosan, volcanic ash, surfactant CTAB

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB	
1. PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	6
1.3 TUJUAN.....	7
1.4 MANFAAT	7
2. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 <i>FUEL CELL</i>	8
2.2 <i>PROTON EXCHANGE MEMBRANE</i>	9
2.3 KITOSAN.....	12
2.4 SILIKA ABU VULKANIK	13
2.5 SURFAKTAN KATIONIK CTAB	14
2.6 KARAKTERISASI	18
2.6.1 Fluoresensi Sinar-X (XRF)	18
2.6.2 Membran Komposit	19
2.6.2.1 Kekuatan Tarik.....	19
2.6.2.2 Konduktivitas Proton dengan EIS-meter	20
2.6.2.3 Permeabilitas Metanol dengan Difusi Sel	22
2.6.2.4 Selektivitas Membran	24
2.6.2.5 Analisis Gugus Fungsi dengan FT-IR.....	25
2.6.2.6 Analisis Morfologi membran dengan SEM	27
2.7 PENELITIAN TERKAIT	28

3. METODE PENELITIAN	31
3.1 LOKASI PENELITIAN	31
3.2 SAMPEL	31
3.3 VARIABEL PENELITIAN.....	31
3.3.1 Variabel Bebas	31
3.3.2 Variabel Terikat	32
3.3.3 Variabel Terkendali.....	32
3.4 Alat dan Bahan	32
3.4.1 Alat	32
3.4.2 Bahan	33
3.5 Prosedur Kerja.....	34
3.5.1 Preparasi Abu Vulkanik	34
3.5.2 Modifikasi Permukaan Silika Abu Vulkanik	34
3.5.3 Sintesis Membran Silika-Kitosan Abu Vulkanik Termodifikasi CTAB	35
3.5.4 Karakterisasi Membran Kitosan-Silika Abu Vulkanik	36
3.5.4.1 Kuat Tarik	36
3.5.4.2 Uji Konduktivitas Proton	37
3.5.4.3 Uji Permeabilitas Metanol	38
3.5.4.4 Selektivitas membran.....	39
3.5.4.5 Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FT-IR	39
3.5.4.6 Analisis Morfologi membran dengan SEM	39
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Preparasi Abu Vulkanik	40
4.2 Modifikasi Permukaan Silika Abu Vulkanik	42
4.3 Sintesis Membran Kitosan-Silika Abu Vulkanik	46
4.4 Karakterisasi Membran Kitosan-Silika Abu Vulkanik.....	48
4.4.1 Penelitian Pendahuluan dengan menggunakan variasi waktu pengadukan	48
4.4.2 Variasi Komposisi Silika	53
4.2.1 Kekuatan Tarik.....	53
4.2.2 Uji Konduktifitas Proton	57
4.2.3 Uji Permeabilitas Metanol	60
4.2.4 Selektifitas Membran.....	62
4.2.5 Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FT-IR	63
4.2.6 Analisis Morfologi Membran Menggunakan SEM	65
5. PENUTUP.....	66
5.1 Simpulan.....	66
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Komponen Dasar dari PEM Sel Bahan Bakar	9
2.2 Komposisi Kimia Abu Vulkanik Merapi	13
2.3 Daftar Spektrum Inframerah	27
3.1 Variasi Komposisi Membran Silika Abu Vulkanik-Kitosan	36
4.1 Data Hasil Analisis Kandungan Kimia Silika Abu Vulkanik Menggunakan <i>X-Ray Fluoresence</i> (XRF).....	41
4.2 Perbandingan Nilai Konduktivitas Membran	55
4.3 Perbandingan Nilai Permeabilitas Metanol.....	58
4.4 Nilai Selektivitas Membran Variasi Silika.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Skematika Sistem PEMFC	8
2.2 Struktur Kimia Kitin dan Kitosan	12
2.3 Surfaktan CTAB ($C_{19}H_{42}NBr$)	14
2.4 Pembentukan Silikat	15
2.5 Skema Interaksi Antarmuka Organik-Anorganik	16
2.6 Interaksi surfaktan CTAB dengan silika	16
2.7 Skema kuat tarik	19
2.8 Dua wadah sel difusi	22
2.9 Perbandingan hasil FT-IR	26
2.10 Mikrograf SEM dari Monmorilonit	27
3.1 Membran yang sudah dicetak untuk uji kuat tarik	36
3.2 Alat Untuk Uji Kuat Tarik	37
3.3 Alat Uji Konduktivitas EIS meter	38
3.4. Alat uji permeabilitas metanol	38
4.1 Filtrat hasil preparasi menggunakan HNO_3	42
4.2 (a) Silika abu vulkanik setelah dimodifikasi dan (b) Sebelum Dimodifikasi.....	43
4.3 Morfologi Permukaan Silika Abu Vulkanik Sebelum dan Sesudah dimodifikasi	43
4.4 Interaksi silika abu vulkanik dengan CTAB membentuk bilayer.....	45
4.5 Larutan dope dan Membran Kering dalam Cetakan	46
4.6 Pengadukan Silika Abu Vulkanik, Pengadukan Kitosan, dan Pengadukan Campuran Silika dan Kitosan.....	48
4.7 Hubungan kuat tarik membran vs variasi penambahan silika.....	48
4.8 Hubungan Persentase Perpanjangan Membran vs variasi Penambahan silika	50
4.9 Hubungan <i>Modulus young</i> membran vs Variasi Silika.....	51

4.10 Preparasi Sampel untuk Uji EIS meter	52
4.11 Hubungan Rasio Massa Kitosan-Silika Abu Vulkanik Terhadap Konduktivitas Proton Membran Kitosan-Silika Abu Vulkanik.....	53
4.12 Ilustrasi Transport Proton Mekanisme <i>Vehicle</i> dan Mekanisme <i>Grotthus</i>	54
4.13 Hubungan Rasio Massa Kitosan-Silika Abu Vulkanik Terhadap Permeabilitas Metanol Membran Kitosan-Silika Abu Vulkanik Variasi Silika.....	56
4.14 Ilustrasi Transportasi Proton dan Transportasi Masa dalam Membran	57
4.15 Spektra FTIR Membran Kitosan-Silika Abu Vulkanik dengan Rasio Massa 0% dan 5%	59
4.16 Morfologi Permukaan Membran Silika/Kitosan 0% dan 5%	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian	73
2. Perhitungan Pembuatan Larutan	76
3. Data Hasil Analisis Kandungan Kimia Silika Abu Vulkanik Menggunakan <i>X-Ray Fluoresence</i> (XRF).....	78
4. Data dan Perhitungan Hasil Uji Konduktivitas Proton Menggunakan EIS Autolab (Variasi Waktu Pengadukan)	79
5. Data dan Perhitungan Hasil Uji Permeabilitas Metanol	80
6. Perhitungan Selektivitas Membran	83
7. Data dan Perhitungan Hasil Uji Konduktivitas Proton Menggunakan EIS Autolab (Variasi Silika)	84
8. Data dan Perhitungan Hasil Uji Permeabilitas Metanol (Variasi Silika)	86
9. Perhitungan Selektivitas Membran (Variasi Silika).....	89
10. Data Hasil Analisis Gugus Fungsi Membran Silika Abu Vulkanik– Kitosan 0% Menggunakan <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).	90
11. Data Hasil Analisis Gugus Fungsi Membran Silika Abu Vulkanik- Kitosan 5% Menggunakan <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).	91
12. Dokumentasi Penelitian	92

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan semakin meningkatnya kebutuhan manusia, semakin meningkat pula kebutuhan akan energi terbarukan dan ramah lingkungan. Salah satu sumber energi menjanjikan yang dapat menjadi solusi untuk mengatasi krisis energi di masa depan adalah sel bahan bakar (Li *et al.*, 2003).

Fuel cell (sel bahan bakar) adalah suatu piranti pembangkit energi yang menghasilkan listrik langsung melalui proses elektrokimia dengan gas hidrogen (H_2) sebagai bahan bakar dan oksigen sebagai oksidator. Penggunaan *fuel cell* diharapkan dapat menekan ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar minyak dan akan mengurangi rusaknya lapisan atmosfer akibat emisi (Hartanto *et al.*, 2007).

Keuntungan utama sel bahan bakar adalah berpotensi untuk bekerja pada efisiensi tinggi (50-70%) dan tidak menimbulkan emisi rumah kaca. Kedua, sel bahan bakar dapat bekerja dengan baik dan tidak menimbulkan getaran saat beroperasi. Ketiga, sistem sel bahan bakar memiliki desain yang fleksibel. Terakhir, sel bahan bakar juga memiliki banyak pilihan umpan bahan bakar, dari etanol yang dapat diperbarui sampai biomassa (Li *et al.*, 2003). Dalam sel bahan bakar, membran elektrolit merupakan komponen utama yang berperan untuk memisahkan reaktan dan menjadi sarana transportasi ion hidrogen yang dihasilkan oleh reaksi anoda menuju katoda sehingga reaksi pada katoda menghasilkan

energi listrik (Suka *et al.*, 2010). Membran ini disebut *Proton exchange membrane*, atau *polymer electrolyte membrane* (PEM)

PEM adalah salah satu komponen yang sangat penting digunakan pada *fuel cell*. Sel bahan bakar PEM menggunakan polimer sebagai elektrolit dan elektroda karbon yang mengandung katalis platinum (Juwirianto, 2012). Salah satu komponen yang penting dalam PEMFC adalah membran elektrolit. Membran elektrolit berfungsi sebagai sarana transportasi ion hidrogen (H^+) yang dihasilkan dari reaksi oksidasi di anoda, dan juga sebagai pembatas antara kedua elektroda tersebut. Sifat utama yang dimiliki oleh membran ini adalah kemampuannya untuk menukarkan ion. Dalam aplikasi sel bahan bakar, membran elektrolit harus memiliki kapasitas tukar kation dan stabilitas termal yang tinggi (Pramono *et al.*, 2012). Sejumlah usaha telah dilakukan untuk mengembangkan kinerja membran elektrolit. Membran yang paling banyak digunakan adalah membran nafion.

Nafion adalah membran yang terbuat dari fluoro polimer dengan menambahkan rantai cabang yang mengandung gugus sulfonat. Nafion memiliki ketebalan sekitar 50-500 μm . Menurut Duhita (2010), jenis Nafion yang paling banyak digunakan adalah Nafion tipe 112. Nafion ini memiliki kemampuan untuk memisahkan reaktan dan merupakan penghantar proton yang baik dengan konduktivitas sekitar $1,2 \times 10^{-2}$ S/cm. Nafion merupakan salah satu membran yang banyak digunakan dalam sel bahan bakar karena memiliki keunggulan, yaitu memiliki selektifitas yang tinggi (penghalang hidrogen/metanol, oksigen dan konduktivitas proton tinggi), ketahanan termal dan ketahanan mekanik yang baik. Akan tetapi, membran nafion juga mempunyai kelemahan di antaranya adalah

temperatur kerja yang terbatas hanya mencapai temperatur 80°C, tidak ekonomis, dan belum dapat mencegah *methanol crossover* secara baik (Zulfikar *et al.*, 2009). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut guna mendapatkan membran alternatif yang di satu sisi mempunyai efisiensi pemisahan yang tinggi dan di sisi lain lebih ekonomis.

Permasalahan yang terjadi pada PEMFC adalah adanya permeasi metanol melalui membran yang sering dihindari atau sering disebut dengan *Methanol crossover*. *Methanol crossover* ialah proses difusi molekular metanol dari anode menuju katode melalui membran (Putro, 2013). *Methanol crossover* dari anoda ke katoda merupakan masalah yang utama karena hal ini sama saja membuang bahan bakar dan menyebabkan katoda tergenang yang berakibat laju reaksi di katoda menjadi lebih lambat sehingga menurunkan kinerja sel voltase secara keseluruhan (Dhuhita & Arti, 2010). Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan ini maka diperlukan suatu polimer lain yang dapat menggantikan peran Nafion.

Polimer alam seperti kitosan cukup berpotensi dalam aplikasi membran sel bahan bakar. Kitosan mudah didapat dan memiliki stabilitas termal yang tinggi, namun modifikasi pada kitosan perlu dilakukan agar menghasilkan material yang bermuatan sehingga dapat digunakan sebagai membran polimer elektrolit. Kitosan memiliki gugus amino dan gugus hidroksil yang memungkinkan untuk dimodifikasi (Pramono *et al.*, 2012). Kitosan telah digunakan sebagai suatu matriks polimer yang menjanjikan untuk aplikasi DMFC, dengan pertimbangan harga murah, dapat merintang alkohol, dan memiliki konduktivitas proton yang sebaik stabilitas termalnya (Vaghari *et al.*, 2013).

Berdasarkan sifat ini, kitosan dapat diaplikasikan pada PEMFC. Untuk mendapatkan membran kitosan dengan sifat mekanik yang cocok maka ditambahkan silika pada membran tersebut. Silika berfungsi sebagai *filler* anorganik yang bersifat hidrofobik. Hidrofobitas suatu senyawa dapat menurunkan laju difusi metanol melewati membran (Wang, 2008). Silika yang cukup tinggi diperoleh dari abu vulkanik yaitu sebesar 45,70% (Kusumastuti, 2012). Oleh karena itu, abu vulkanik memiliki potensi sebagai sumber silika. Silika dapat menutup pori pada membran sehingga perpindahan metanol melalui membran dapat dicegah (Suka *et al.*, 2010).

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai membran untuk sistem PEMFC dari kitosan. Dalam rangka menurunkan permeabilitas metanol khususnya mencegah terjadinya metanol *crossover* melalui membran, pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi terhadap membran kitosan. Modifikasi yang dilakukan adalah menambahkan silika termodifikasi dengan *Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide* (CTAB). CTAB merupakan surfaktan kationik yang dapat digunakan sebagai agen untuk modifikasi permukaan silika. Penurunan ukuran partikel silika disebabkan karena panjangnya rantai kationik surfaktan (Singh *et al.*, 2011). Penambahan CTAB bertujuan untuk memodifikasi permukaan silika sehingga kinerja silika sebagai media transport proton tinggi. Diharapkan modifikasi permukaan silika dapat memperkecil ukuran partikel sehingga dapat memperkuat interaksinya dengan matriks membran melalui ikatan hidrogen. Kuatnya ikatan hidrogen antara partikel abu vulkanik dan kitosan, diharapkan dapat mempercepat pertumbuhan

rantai polimer khitosan, sehingga dapat menurunkan volume bebas yang berlebih. Dengan penurunan volume bebas, maka membran mampu menahan pergerakan metanol.

Singh *et al.*, (2011) telah melakukan penelitian mengenai surfaktan yang ditambahkan pada silika TEOS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran partikel silika yang dimodifikasi dengan CTAB mempunyai ukuran ~55 nm dimana ukuran partikel silika ini lebih kecil daripada ukuran partikel silika yang dimodifikasi dengan surfaktan TTAB dan DTAB yang berturut-turut mempunyai ukuran partikel sebesar ~ 95 nm dan ~ 140 nm.

Penambahan abu vulkanik termodifikasi dalam matriks membran kitosan dilakukan dengan berbagai variasi, yaitu 0, 0,5, 1, 2, 3, dan 5% berat. Variasi ini dilakukan untuk mengetahui nilai optimum dan karakteristik membran kitosan-abu vulkanik termodifikasi CTAB. Pada titik optimum inilah membran hasil perpaduan antara kitosan dengan abu vulkanik memiliki kinerja yang baik, yang diindikasikan dengan tingginya konduktivitas proton dan rendahnya nilai permeabilitas metanol. Tingginya nilai konduktivitas menunjukkan besarnya mobilitas proton melalui membran kitosan-abu vulkanik termodifikasi. Begitu pula dengan rendahnya permeabilitas metanol merupakan kemampuan membran untuk menahan *methanol crossover*, yang merupakan syarat membran untuk aplikasi sel bahan bakar. Sifat-sifat kimia dan fisika membran kitosan-abu vulkanik termodifikasi CTAB akan dikarakterisasi dengan alat uji kuat tarik membran, instrumen EIS (*Electrochemical Impedance Spectroscopy*), untuk mengetahui konduktivitas proton dan permeabilitas metanol membran kitosan-abu

vulkanik termodifikasi CTAB menggunakan metode difusi sel. Analisis kadar kimia silika abu vulkanik dilakukan dengan XRF (*X Ray Fluorescence*), sedangkan membran optimum yang dihasilkan akan dianalisis gugus fungsinya menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) dan morfologi membran menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh waktu pengadukan dalam sintesis membran silika abu vulkanik/kitosan ditinjau dari : konduktifitas proton, permeabilitas metanol, dan selektifitas untuk aplikasi PEM?
2. Bagaimana pengaruh komposisi silika abu vulkanik/kitosan (b/b) dalam sintesis membran silika abu vulkanik/kitosan (b/b) dilihat karakteristik antaralain : konduktifitas proton; permeabilitas metanol; kuat tarik untuk aplikasi PEM?
3. Bagaimana karakteristik membran silika abu vulkanik/kitosan secara kualitatif dilihat dari : gugus fungsi dan morfologinya.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan pada pertanyaan-pertanyaan rumusan masalah yang akan diteliti diatas, maka akan dipaparkan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh waktu pengadukan dalam sintesis membran silika abu vulkanik/kitosan ditinjau dari : konduktifitas proton, permeabilitas metanol, dan selektifitas untuk aplikasi PEM.
2. Mengetahui pengaruh komposisi silika abu vulkanik/kitosan (b/b) dalam sintesis membran silika abu vulkanik/kitosan dilihat dari karakteristik antaralain : konduktifitas proton; permeabilitas metanol; kuat tarik untuk aplikasi PEM.
3. Mengetahui karakteristik membran silika abu vulkanik/kitosan secara kualitatif dilihat dari: analisis gugus fungsi dan analisis morfologinya

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan teknologi bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.
2. Menghasilkan produk membran komposit untuk aplikasi PEM yang murah, berkualitas dan ramah lingkungan.
3. Menambah nilai ekonomis abu vulkanik.