



**MEMBRAN HIBRID POLISULFON TERSULFONASI / LEMPUNG
BENTONIT DAN KARAKTERISASINYA**

SKRIPSI

Oleh:

**Imam Safi'i
NIM 081810301035**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PENGESAHAN

Skripsi berjudul ”*Membran Hibrid Polisulfon Tersulfonasi / Lempung Bentonit dan Karakterisasinya*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Bambang Piluharto, S.Si, M.Si
NIP 197107031997021001

Tanti Haryati, S.Si, M.Si
NIP 198010292005012002

Anggota Tim Penguji

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Sudarko, Ph.D
NIP 196903121992031002

Dwi indarti, S.Si, M.Si
NIP 197409012000032004

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Membran Hibrid Polisulfon Tersulfonasi/ Lempung Bentonit dan Karakterisasinya; Imam Safi'i, 081810301035; 2013: 37 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Fuel cell merupakan salah satu energi alternatif yang menghasilkan energi listrik, air dan panas dengan cara mengoksidasi bahan bakar secara elektrokimia (Smith *et al.*, 2001). Tiga komponen penting yang terdapat *fuel cell* adalah bahan bakar, elektroda (anoda, katoda), dan membran polimer elektrolit (MPE). MPE sangat menarik perhatian karena merupakan komponen kunci dalam *Proton Exchange Membrane Fuel Cell* (PEMFC) (Costamanga, 2001). Sampai saat ini MPE yang banyak digunakan dalam *Direct Methanol Fuel Cell* (DMFC) adalah Nafion. Nafion masih memiliki kelemahan, salah satunya harga mahal dan permeabilitas metanol yang tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya usaha untuk memperbaikinya. Salah satu usaha yang dipilih adalah mengganti Nafion dengan PSf karena polisulfon (PSf) merupakan polimer termoplastik dan polimer PSf juga cukup mudah dalam proses sulfonasinya (Handayani dkk, 2008). Namun disisi lain, semakin besar derajat sulfonasi umumnya menyebabkan ketahanan mekanik yang semakin rendah (Piluharto dkk, 2011). Sehingga, diperlukan usaha untuk meningkatkan kinerja MPE yang berbasis polisulfon tersulfonasi (SPSf). Usaha yang dipilih untuk memperbaiki kelemahan ini dilakukan dengan cara hibrid dengan bentonit. Bentonit dipilih sebagai bahan hibrid karena harga, ketersediaannya, sifat fisik, ketahanan panas, dan kimianya (Linggawati *et al.*, 2004). Fokus penelitian ini adalah melihat pengaruh variasi konsentrasi bentonit yang dihibridkan pada SPSf terhadap perubahan karakteristik fisik dan kimia.

Mengacu pada hal di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi bentonit 0%, 2%, 4%, 6%, 8% sebagai bahan hibrid dengan SPSf terhadap karakteristik sifat kimia yang meliputi analisa gugus fungsi, kapasitas penukar ion (KPI) pada membran SPSf/ bentonit yang dihasilkan, (ii) mengetahui

pengaruh variasi bentonit 0%, 2%, 4%, 6%, 8% sebagai bahan hibrid dengan SPSf terhadap karakteristik fisik yang meliputi uji daya serap air (DSA) pada membran SPSf/ bentonit yang dihasilkan.

Penelitian diawali dengan melakukan proses sulfonasi Polisulfon (PSf), pembuatan membran PSf, SPSf, dan hibrida. Selanjutnya, keseluruhan membran yang telah terbentuk dikarakterisasi sifat fisiknya yang meliputi uji Daya Serap Air (DSA) dan sifat kimia yang meliputi analisa gugus fungsional dan kapasitas penukar ion (KPI).

Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan proses sulfonasi heterogen dengan H_2SO_4 5M sebagai agen pensulfonasi, keberhasilan ini ditunjukkan melalui hasil analisis gugus fungsi FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*). Adanya pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang $\sim 1025 \text{ cm}^{-1}$ (O=S=O) dari sulfonat dan serapan melebar pada $\sim 3700 \text{ cm}^{-1}$ (-OH) yang berasal dari gugus sulfonat yang masuk ke kerangka PSf. Proses sulfonasi juga berpengaruh pada perubahan karakteristik fisik dan kimia yang lain, meliputi Daya Serap Air (DSA) dan Kapasitas Penukar Ion (KPI). Hasil karakterisasi DSA dan KPI menunjukkan kecenderungan meningkat.

Membran hibrid antara SPSf dengan bentonit dibuat dengan metode dispersi. Metode dispersi dilakukan dengan mendistribusikan bentonit kedalam larutan *dope*. Semakin banyak konsentrasi bentonit yang diberikan larutan *dope* SPSf/ bentonit semakin berwarna abu-abu kehitaman, hal ini karena partikel bentonit tidak bereaksi secara kimia dengan polimer yang dapat merubah struktur dasar SPSf menjadi struktur yang baru, melainkan bentonit hanya terdistribusi didalam matrik polimer dan hanya berinteraksi secara fisik melalui interaksi hidrogen (dibuktikan dengan hasil FTIR yang tidak mengalami perubahan antara membran SPSf dengan membran hibrid). Berdasarkan keseluruhan data yang diperoleh, dengan membandingkan sifat fisik (DSA) dan sifat kimia (KPI) membran hibrida memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan dengan membran PSf dan SPSf.



**MEMBRAN HIBRID POLISULFON TERSULFONASI / LEMPUNG
BENTONIT DAN KARAKTERISASINYA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh:

Imam Safi'i
NIM 081810301035

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013

PERSEMBAHAN

Ucapan syukur alhamdulillah atas segala limpahan rahmat dari Allah SWT yang telah memudahkan segala urusan hamba hingga terselesaikannya skripsi ini, dan semoga menjadi akhir yang indah dan awal yang baik bagi langkah saya di masa depan. Segala ketulusan dan rasa terima kasih yang tak terhingga, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ibunda Ramini dan Ayahanda Suprihadi yang tercinta, terima kasih sebanyak-banyaknya atas semua doa, kasih sayang, dan motivasi tiada henti serta pengorbanan selama ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat-Nya baik di dunia maupun di akhirat. Amin;
2. kakak-kakakku Robet Ansori, Abdul Wahab, dan Ida Yati yang telah memberikan dorongan, semangat, dan perhatian selama ini;
3. guru-guruku di TK Dhamawanita Lojejer Wuluhan, SDN 05 Lojejer Jember, SMP N 1 Puger Jember, SMA N 1 Balung Jember dan dosen-dosen di Jurusan Kimia FMIPA UNEJ;
4. Almamater tercinta Universitas Jember.

MOTTO

Jadikan sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.

(Al-Baqarah: 153)*

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan yang berilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Q. S. Al-Mujaadilah: 11)*

*) Departemen Agama Proyek Pengadaan Kitab Suci Al-Qur'an. 1975. *Al Quran dan Terjemahannya*. Jakarta: PT. Bumi Restu.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Imam Safi'i

NIM : 081810301035

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "*Membran Hibrid Polisulfon Tersulfonasi / Lempung Bentonit dan Karakterisasinya*" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, September 2013

Yang menyatakan,

Imam Safi'i

NIM 081810301035

SKRIPSI

**MEMBRAN HIBRID POLISULFON TERSULFONASI / LEMPUNG
BENTONIT DAN KARAKTERISASINYA**

Oleh

Imam Safi'i

NIM. 081810301035

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Bambang Piluharto, S.Si, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Tanti Haryati, S.Si, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul ”*Membran Hibrid Polisulfon Tersulfonasi / Lempung Bentonit dan Karakterisasinya*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Bambang Piluharto, S.Si, M.Si
NIP 197107031997021001

Tanti Haryati, S.Si, M.Si
NIP 198010292005012002

Anggota Tim Penguji

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Sudarko, Ph.D
NIP 196903121992031002

Dwi indarti, S.Si, M.Si
NIP 197409012000032004

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Membran Hibrid Polisulfon Tersulfonasi/ Lempung Bentonit dan Karakterisasinya; Imam Safi'i, 081810301035; 2013: 37 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Fuel cell merupakan salah satu energi alternatif yang menghasilkan energi listrik, air dan panas dengan cara mengoksidasi bahan bakar secara elektrokimia (Smith *et al.*, 2001). Tiga komponen penting yang terdapat *fuel cell* adalah bahan bakar, elektroda (anoda, katoda), dan membran polimer elektrolit (MPE). MPE sangat menarik perhatian karena merupakan komponen kunci dalam *Proton Exchange Membrane Fuel Cell* (PEMFC) (Costamanga, 2001). Sampai saat ini MPE yang banyak digunakan dalam *Direct Methanol Fuel Cell* (DMFC) adalah Nafion. Nafion masih memiliki kelemahan, salah satunya harga mahal dan permeabilitas metanol yang tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya usaha untuk memperbaikinya. Salah satu usaha yang dipilih adalah mengganti Nafion dengan PSf karena polisulfon (PSf) merupakan polimer termoplastik dan polimer PSf juga cukup mudah dalam proses sulfonasinya (Handayani dkk, 2008). Namun disisi lain, semakin besar derajat sulfonasi umumnya menyebabkan ketahanan mekanik yang semakin rendah (Piluharto dkk, 2011). Sehingga, diperlukan usaha untuk meningkatkan kinerja MPE yang berbasis polisulfon tersulfonasi (SPSf). Usaha yang dipilih untuk memperbaiki kelemahan ini dilakukan dengan cara hibrid dengan bentonit. Bentonit dipilih sebagai bahan hibrid karena harga, ketersediaannya, sifat fisik, ketahanan panas, dan kimianya (Linggawati *et al.*, 2004). Fokus penelitian ini adalah melihat pengaruh variasi konsentrasi bentonit yang dihibridkan pada SPSf terhadap perubahan karakteristik fisik dan kimia.

Mengacu pada hal di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi bentonit 0%, 2%, 4%, 6%, 8% sebagai bahan hibrid dengan SPSf terhadap karakteristik sifat kimia yang meliputi analisa gugus fungsi, kapasitas penukar ion (KPI) pada membran SPSf/ bentonit yang dihasilkan, (ii) mengetahui

pengaruh variasi bentonit 0%, 2%, 4%, 6%, 8% sebagai bahan hibrid dengan SPSf terhadap karakteristik fisik yang meliputi uji daya serap air (DSA) pada membran SPSf/ bentonit yang dihasilkan.

Penelitian diawali dengan melakukan proses sulfonasi Polisulfon (PSf), pembuatan membran PSf, SPSf, dan hibrida. Selanjutnya, keseluruhan membran yang telah terbentuk dikarakterisasi sifat fisiknya yang meliputi uji Daya Serap Air (DSA) dan sifat kimia yang meliputi analisa gugus fungsional dan kapasitas penukar ion (KPI).

Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan proses sulfonasi heterogen dengan H_2SO_4 5M sebagai agen pensulfonasi, keberhasilan ini ditunjukkan melalui hasil analisis gugus fungsi FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*). Adanya pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang $\sim 1025 \text{ cm}^{-1}$ (O=S=O) dari sulfonat dan serapan melebar pada $\sim 3700 \text{ cm}^{-1}$ (-OH) yang berasal dari gugus sulfonat yang masuk ke kerangka PSf. Proses sulfonasi juga berpengaruh pada perubahan karakteristik fisik dan kimia yang lain, meliputi Daya Serap Air (DSA) dan Kapasitas Penukar Ion (KPI). Hasil karakterisasi DSA dan KPI menunjukkan kecenderungan meningkat.

Membran hibrid antara SPSf dengan bentonit dibuat dengan metode dispersi. Metode dispersi dilakukan dengan mendistribusikan bentonit kedalam larutan *dope*. Semakin banyak konsentrasi bentonit yang diberikan larutan *dope* SPSf/ bentonit semakin berwarna abu-abu kehitaman, hal ini karena partikel bentonit tidak bereaksi secara kimia dengan polimer yang dapat merubah struktur dasar SPSf menjadi struktur yang baru, melainkan bentonit hanya terdistribusi didalam matrik polimer dan hanya berinteraksi secara fisik melalui interaksi hidrogen (dibuktikan dengan hasil FTIR yang tidak mengalami perubahan antara membran SPSf dengan membran hibrid). Berdasarkan keseluruhan data yang diperoleh, dengan membandingkan sifat fisik (DSA) dan sifat kimia (KPI) membran hibrida memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan dengan membran PSf dan SPSf.

PRAKATA

Puji syukur alhamdulillah ke hadirat Allah Yang Maha Segalanya atas segala rahmad dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Membran Hibrid Polisulfon Tersulfonasi/ Lempung Bentonit dan Karakterisasinya*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata 1 (S1) di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Kepala Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
4. Bapak Dr. Bambang Piluharto, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Ibu Tanti Haryti, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Bapak Drs. Sudarko, Ph.D., selaku Dosen penguji I, dan Ibu Dwi Indarti, S.Si. M.Si., selaku Dosen Penguji II.
5. Bapak Suwardianto S.Si, M.Si., dan Dr. Bambang Piluharto, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam sekaligus penyelesaian studi di Jurusan Kimia dan penyelesaian skripsi;
6. rekan kerja penelitian: Rustin Nur Indahsari yang telah menemani dan membantu selama penelitian, memberikan semangat dan motivasi sehingga penelitian dapat terselesaikan dengan baik;
7. sahabat-sahabati HIMAKI periode 2010/2011 dan Pengurus Eks jawa 7 yang telah mendukung dan selalu ada disaat saya membutuhkan motivasi;

8. teman-teman seperjuangan kimia 2008 tanpa terkecuali yang telah banyak memberikan motivasi sehingga skripsi dan studi penulis terselesaikan dengan baik, khususnya teman-teman “Lab fisik yang ngelab di Lab kimia Organik” yaitu Jannah, Rima, Karlina dan Rustin;
9. Fiqa anissa rahmatika, yang selalu memberi motivasi dan membarikan semangat dalam mengerjakan skripsi;
10. Hairuddin, Ahmad Turidi, Agung Andreanto, Malakatus, dan Sahabat-sahabat kontrakan jawa VII nomor 133 yang selalu ada membari motivasi dan sebagai tempat curhat skripsi;
11. teknisi dan staf di Jurusan kimia terimakasih atas pelayanannya;
12. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Amiin.

Jember, September 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sel Bahan Bakar (<i>Fuel Cell</i>)	5
2.1.1 Jenis-Jenis <i>Fuel Cell</i>	6
2.1.2 <i>Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell</i> (PEMFC).....	6
2.2 Membran	8

2.2.1 Pembuatan Membran	8
2.2.2 Material Membran.....	10
a. Nafion.....	10
b. Polisulfon	11
c. Sulfonasi Polisulfon (SPSf)	12
d. Bentonit	13
2.3 Membran Hibrid.....	14
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat penelitian	16
3.3 Bahan penelitian.....	16
3.4 Diagram Alir Penelitian	17
3.4 Prosedur Penelitian.....	17
3.4.1 Sintesis Polisulfon Tersulfonasi (SPSf)	17
a. Sulfonasi Polisulfon	17
b. Pembuatan Membran SPSf	18
c. Pembuatan Membran Hibrida	18
3.4.2 Karakterisasi Membran	19
a. Analisis Gugus Fungsi	19
b. Pengukuran Kapasitas Penukar Ion (KPI)	19
c. Daya Serap Air (DSA)	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Sintesis Polisulfon Tersulfonasi (SPSf)	21
4.2 Membran SPSf dan Membran Hibrid	24
4.2.1 Membran PSf dan SPSf (Polisulfon Tersulfonasi).....	24
4.2.2 Membran Hibrid SPSf/ bentonit 2%, 4%, 6%, dan 8%	26
4.4 Karakterisasi Sifat Kimia.....	28
4.4.1 Karakterisas Kapasitas Penukar Ion (KPI).....	28
4.3.2 Karaterisasi Daya Serap Air (DSA) Membran PSF, SPSf	

dan SPSf Hibrid Bentonit	30
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Perbandingan Teknologi Sel Bahan Bakar	7
3.1 Komposisi membran hibrida SPSf / bentonit.....	19
4.1 Puncak Absorbansi PSf , SPSf dan Membran bentonit.....	23

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Diagram kerja <i>fuel cell</i> jenis DMFC	6
2.2 Struktur Nafion	10
3.2 Struktur Polisulfon	12
3.2 Reaksi Sulfonasi Polisulfon	12
3.3 Struktur <i>Montmorillonite</i> 2-D	14
4.1 Proses Sulfonasi PSf	21
4.2 Hasil analisis gugus fungsi PSf, SPSf, dan Membran Hibrid	22
4.3 Mekanisme substitusi elektrofilik pada PSf	23
4.4 Ilustrasi pelarutan polimer.....	24
4.5 Interaksi molekul SPSf dengan DMAc	25
4.6 Larutan <i>dope</i> PSf dan membran PSf	26
4.7 Larutan <i>dope</i> SPSf/ bentonit	27
4.8 Nilai KPI pada membran PSf, SPSf, dan Membran Hibrid	28
4.9 Pola Interaksi Eksfoliasi.....	29
4.10 Perbandingan nilai DSA pada membran PSf, SPSf, dan Membran Hibrid ..	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Prosedur preparasi bahan	38
B. Standarisasi NaOH dan H ₂ SO ₄	42
C. Perhitungan DSA, KPI dan Nilai DSA dan KPI pada membran PSf, SPSf, dan membran Hibrid.....	44
D. Hasil FTIR Membran PSf, SPSf, dan Membran Hibrid.....	48
E. Perhitungan Luas Permukaan Polimer SPSf.....	54