



**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN HIBRIDA BERBASIS
POLISULFON TERSULFONASI (SPSf)/ LEMPUNG BENTONIT**

SKRIPSI

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

Oleh:

**Rustin Nur Indahsari
NIM 081810301011**

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



**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN HIBRIDA BERBASIS
POLISULFON TERSULFONASI (SPSf)/ LEMPUNG**

SKRIPSI

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

Oleh:

**Rustin Nur Indahsari
NIM 081810301011**

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

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim...

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 Subaidah dan Ayahanda Mulyadi yang tercinta, terima kasih sebanyak-banyaknya atas semua doa, kasih sayang, dan motivasi tiada henti serta pengorbanan selama ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmad-Nya baik di dunia maupun di akhirat. Amin.;
2. adik-adikku tersayang, Nur Aida Mulyasari dan Nur Trias Anditasari, yang telah memberikan dorongan, semangat, dan perhatian selama ini.;
3. guru-guru di SDN Blindungan 1, SMP N 1 Bondowoso, SMA N 2 Bondowoso dan dosen-dosen di Jurusan Kimia FMIPA UNEJ;
4. Almameter tercinta Universitas Jember.

MOTTO

Kami tidak akan membebani seseorang melainkan menurut kesanggupannya, dan pada sisi Kami ada suatu kitab yang membicarakan kebenaran, dan mereka tidak dianiaya.

(terjemahan Surat *Al-Mu'minun* ayat 62)*

Sesungguhnya Kami benar-benar akan menguji kamu agar Kami mengetahui orang-orang yang berjihad dan bersabar diantara kamu; dan agar Kami menyatakan (baik buruknya) hal ihwalmu.

(terjemahan Surat *Muhammad* ayat 31)*

^{*)} 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 : Rustin Nur Indahsari

NIM : 081810301011

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul *Sintesis Dan Karakterisasi Membran Hibrida Berbasis Polisulfon Tersulfonasi (SPSf)/ Lempung* 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, 20 Juni 2013

Yang menyatakan,

Rustin Nur Indahsari

NIM 081810301011

SKRIPSI

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN HIBRIDA BERBASIS
POLISULFON TERSULFONASI (SPSf)/ LEMPUNG**

Oleh

Rustin Nur Indahsari

NIM. 081810301011

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Sintesis Dan Karakterisasi Membran Hibrida Berbasis Polisulfon Tersulfonasi (SPSf)/ Lempung* 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. Achmad Sjaifullah M.Sc, Ph.D
NIP 195910091986021001

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

Sintesis Dan Karakterisasi Membran Hibrida Berbasis Polisulfon Tersulfonasi (SPSf)/ Lempung; Rustin Nur Indahsari, 081810301011; 2013: 50 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. Salah satu tipe *fuel cell* yang banyak dikembangkan yaitu *Proton Exchange Membrane Fuel Cell* (PEMFC), dimana dalam PEMFC terdapat tiga komponen utama, yaitu anoda, *Polymer Electrolyte Membrane* (PEM) atau Membran Polimer Elektrolit (MPE), dan katoda. MPE merupakan komponen kunci dalam PEMFC. Salah satu jenis MPE yang banyak digunakan dalam PEMFC adalah nafion. Namun, nafion memiliki beberapa kelemahan sehingga diperlukan alternatif material lain sebagai MPE, yaitu polimer Polisulfon (PSf). PSf merupakan polimer termoplastik aromatik yang bersifat hidrofobik, sehingga dilakukan proses sulfonasi heterogen menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dalam penggunaannya sebagai MPE. Variasi konsentrasi H_2SO_4 yang digunakan akan menghasilkan derajat sulfonasi yang berbeda-beda. Semakin besar derajat sulfonasi umumnya dapat meningkatkan karakteristik membran yang dihasilkan, namun dapat mengakibatkan PSf tersulfonasi (SPSf) memiliki ketahanan mekanik yang semakin rendah, sehingga salah satu upaya yang dilakukan dalam memodifikasi membran SPSf yaitu secara hibrida. Sebagai bahan paduan dalam membran hibrida, dipilih material anorganik lempung karena dapat meningkatkan sifat mekanik dari SPSf.

Mengacu pada hal di atas maka penelitian ini bertujuan untuk (i) mengetahui pengaruh variasi konsentrasi H_2SO_4 sebagai bahan pensulfonasi terhadap karakteristik sifat fisik yang meliputi uji Daya Serap Air (DSA) dan sifat kimia yang meliputi analisa gugus fungsi, derajat sulfonasi (DS), kapasitas penukar ion (KPI), dan kapasitas hidrasi (KH) pada membran SPSf yang dihasilkan, (ii) mengetahui

karakteristik sifat fisik dan kimia membran hibrida berbasis polisulfon tersulfonasi (SPSf)/ lempung bentonit dengan komposisi SPSf/ lempung bentonit sebesar 3 %berat.

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 fungsi, pengukuran derajat sulfonasi (DS), kapasitas penukar ion (KPI), dan kapasitas hidrasi (KH).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses sulfonasi heterogen PSf dengan menggunakan konsentrasi H_2SO_4 yang berbeda, yaitu 0, 5, 10, dan 15M, secara fisik tidak memiliki perbedaan, namun dari hasil analisa gugus fungsi menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) terjadi perubahan struktur. Hasil analisa gugus fungsi menunjukkan adanya pita serapan yang muncul pada $\sim 1025\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan puncak O=S=O dari gugus sulfonat, yang tidak terjadi pada membran PSf. Selain itu, serapan melebar pada $\sim 3700\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan -OH yang berasal dari gugus sulfonat yang masuk ke kerangka PSf. Selanjutnya keseluruhan membran dikarakterisasi sifat fisik yang meliputi uji DSA dan sifat kimia yang meliputi analisa gugus fungsi, DS, KPI, dan KH. Hasil karakterisasi keseluruhan membran menunjukkan bahwa membran SPSf yang disulfonasi menggunakan H_2SO_4 5M memiliki karakteristik yang paling optimum, yaitu yang memiliki nilai KPI dan DS tertinggi. Selanjutnya, dari padatan SPSf yang disulfonasi menggunakan H_2SO_4 5M inilah yang akan dibuat membran hibrida.

Membran hibrida dibuat dengan menggunakan metode dispersi, yaitu lempung bentonit didispersikan ke dalam larutan *dope* sehingga menghasilkan larutan *dope* berwarna abu-abu kehitaman. Selanjutnya membran hibrida yang dihasilkan dikarakterisasi. Berdasarkan keseluruhan data yang diperoleh, dengan membandingkan sifat fisik dan sifat kimia dari membran PSf sebelum sulfonasi, sesudah sulfonasi (SPSf) dengan membran hibrida, maka 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 *Sintesis Dan Karakterisasi Membran Hibrida Berbasis Polisulfon Tersulfonasi (SPSf)/ Lempung*. 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. Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
2. Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc, Ph.D selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Kepala Laboratorium Kimia Organik dan Kimia Fisik 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 Haryati, S.Si, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota, Bapak Drs. Achmad Sjaifullah M.Sc, Ph.D, selaku Dosen penguji I, dan Ibu Dwi Indarti, S.Si, M.Si, selaku Dosen Penguji II.
5. Ibu Asnawati, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam penyelesaian studi di Jurusan Kimia dan penyelesaian skripsi;
6. dosen-dosen FMIPA umumnya, dan dosen-dosen Jurusan Kimia khususnya yang telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan;

7. rekan kerja penelitian: Imam Safi'i yang telah memberikan semangat dan motivasi sehingga penelitian dapat terselesaikan dengan baik;
8. teman-teman seperjuangan kimia 2008 tanpa terkecuali yang telah banyak memberikan motivasi sehingga skripsi dan studi penulis terselesaikan dengan baik, khususnya sahabat-sahabatku, Titis, Lisa, Karisma, Aisyah, Anik, Mazia, Khilda, Aini, Ima serta tim membran angkatan 2008 (Rima, Jannah, dan Karlina);
9. saudara dan sahabat di kosan Bangka 1 nomor 10, khususnya Titis, yang telah banyak membantu, memberikan semangat dan motivasi selama ini, semoga rasa persaudaraan akan selalu terjalin di antara kita;
10. Muhammad Saefullah yang sudah memberikan kasih sayang dan perhatian yang tulus selama ini; dan
11. 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, Juni 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	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sel Bahan bakar (<i>Fuel Cell</i>)	6
2.1.1 Jenis-Jenis <i>Fuel Cell</i>	8
2.2 <i>Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell (PEMFC)</i>	10
2.2.1 Nafion	10

2.3 Polisulfon (PSf)	12
2.3.1 Sulfonasi Polisulfon (SPSf)	13
2.4 Membran Hibrida	15
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Alat	18
3.3 Bahan	18
3.4 Diagram Alir Penelitian	19
3.5 Prosedur Penelitian	20
3.5.1 Sintesis Polisulfon Tersulfonasi (SPSf).....	20
3.5.2 Pembuatan Membran.....	20
3.5.3 Karakterisasi Membran SPSf dan Membran Hibrida.....	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Sintesis Polisulfon Tersulfonasi (SPSf)	24
4.2 Membran SPSf	28
4.2.1 Sifat Fisik dan kimia membran SPSf.....	31
4.3 Membran Hibrida	36
4.3.1 Sifat Fisik dan Kimia Membran Hibrida	37
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Perbandingan Teknologi Sel Bahan Bakar	9
2.2 Karakterisasi Membran Nafion 112	12
4.1 Puncak Serapan Membran PSf dan Turunan Sulfonasinya.....	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Diagram Kerja <i>Fuel Cell</i>	7
2.2 Struktur Nafion	11
2.3 Struktur Polisulfon	13
2.4 Reaksi Sulfonasi Polisulfon	14
2.5 Sketsa Diagramatik Struktur Monmorilonit 2-D	16
4.1 Proses Sulfonasi PSf	24
4.2 Hasil analisa gugus fungsi.....	25
4.3 Mekanisme Reaksi Terbentuknya SO ₃	26
4.4 Mekanisme Reaksi Terbentuknya Senyawa Antara.....	27
4.5 Mekanisme reaksi Pengembalian Ikatan phi pada Rantai Polisulfon	28
4.6 Proses Perubahan Menjadi Membran SPSf	29
4.7 Ilustrasi Pelarutan Polimer	30
4.8 Interaksi Molekul SPSf dengan DMAc.....	30
4.9 Pengaruh Konsentrasi H ₂ SO ₄ Terhadap DSA.....	32
4.10 Pengaruh Konsentrasi H ₂ SO ₄ Terhadap KPI	33
4.11 Pengaruh Konsentrasi H ₂ SO ₄ Terhadap DS.....	34
4.12 Kapasitas Hidrasi Sebagai Fungsi dari Konsentrasi H ₂ SO ₄	35
4.13 Pembuatan Membran Hibrida	36
4.14 Perbandingan nilai DSA pada membran PSf, SPSf, dan hibrida	37
4.15 Perbandingan nilai KPI dan DS pada membran PSf, SPSf, dan hibrida..	38
4.16 Perbandingan nilai KH pada membran PSf, SPSf, dan hibrida	39