



PROSIDING

SEMIRATA 2014

Bidang MIPA BKS-PTN-Barat

"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, reklamasi, dan lingkungan"

IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranangsiang, 9-11 Mei 2014

BUKU 6

**MATEMATIKA, FISIKA, KIMIA, BIOLOGI,
STATISTIKA, KOMPUTER, STEM,
GEOFISIKA DAN METEOROLOGI**

Diterbitkan oleh: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor



ISBN 978-602-70491-0-9



2014

Semirata

 Bidang MIPA

ISBN : 978-602-70491-0-9

PROSIDING

Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

"Integrasi Sains MIPA untuk Mengatasi Masalah Pangan, Energi, Kesehatan, Lingkungan, dan Reklamasi"

Diterbitkan Oleh :



**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor**

Copyright© 2014

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014, 9-11 Mei 2014

Diterbitkan oleh : FMIPA-IPB, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Telp/Fax: 0251-8625481/8625708

<http://fmipa.ipb.ac.id>

Terbit Oktober, 2014

ix + 631 halaman

ISBN: 978-602-70491-0-9

Editor dan Reviewer

PROSIDING

Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

Direktor Editor

- Drs. Ali Kusnanto, MSi.
- Dr. Heru Sukoco
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Auzi Asfarian, M.Kom
- Wulandari, S.Komp
- Dean Apriana Ramadhan, S.Komp

Editor Utama

- Dr. Rika Raffiudin
- Dr. Ence Darmo Jaya Supena
- Dr. Utut Widyastuti
- Prof. Dr. Purwantiningsih
- Dr. Tony Ibnu Sumaryada
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. drh. Sulistyani, MSc.
- Dr. Indahwati
- Dr. Sobri Effendi
- Drs. Ali Kusnanto, MSi.

Bidang Kimia

- Prof.Dr. Purwantiningsih, MS
- Sri Sugiarti, P.hD
- Dr. M Rafi
- Dr. Novriyandi Hanif
- Dr. Irmanida Batubara
- Dr. Deden Saprudin, M.Si
- Prof.Dr.Dra. Dyah Iswantini, M.Agr
- Budi Arifin, S.Si, M.Si
- Dr. Eti Rohaeti, MS
- Prof.Dr.Ir. Tun Tedja Irawadi, MS
- Dr. Sri Mulijani, MS
- Prof. Ir. Suminar S. Achmadi, MSc, PhD
- Dr. Henny Purwaningsih, SSi, MSi

Bidang Biokimia

- Dr. Sulistyani
- Dr. Suryani, M.Sc
- Dr. Syamsul Falah, S.Hut, M.S

Bidang Biologi

- Dr. Rika Raffiudin
- Prof.Dr.Ir. Alex Hartana
- Dr.Ir. Tatik Chikmawati, M.Si
- Prof.Dr. Aris Tri Wahyudi, M.Si
- Prof.Dr.Dra. Anja Meryandini, MS
- Dr.Ir. Nampiah

- Dr.Ir. Achmad Farajallah, M.Si
- Dr.Ir. RR Dyah Perwitasari, M.Sc
- Dr. Sulistijorini, M.Si
- Dr.Ir. Rita Megia
- Prof.Dr. Okky Setiawati
- Dr. Utut Widyastuti
- Dr. Ence Darmo Jaya Supena

Bidang Statistika

- Dr.Ir. Indahwati, M.Si
- Dr.Ir. I Made Sumertajaya, M.Si
- Dr. Farit M Afendi

Bidang Ilmu Komputer

- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si, M.Kom
- Dr. Irman Hermadi, S.Kom, MS
- Dr.Eng Heru Sukoco, S.Si, MT

Bidang Geofisika dan Meteorologi

- Dr. Sobri Effendi
- Dr. Perdinan
- Dr.Ir. Rini Hidayati, MS
- Prof. Dr. Hidayat Pawitan
- Idung Risdiyanto, S.Si, M.Sc.IT

Fisika

- Dr. Tony Ibnu Sumaryada, M.Si
- Dr.Ir. Irzaman, M.Si
- Drs. Mohammad Nur Indro, M.Sc
- Dr. Jajang Juansyah, M.Si
- Dr. Husin Alatas, M.Si
- Dr.Ir. Irmansyah, M.Si

Matematika

- Drs. Ali Kusnanto, M Si.
- Dr. Berlian Setiawaty, MS
- Dr.Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA
- Dr. Paian Sianturi
- Prof.Dr.Ir. I Wayan Mangku, M.Sc
- Dr. Toni Bakhtiar, M.Sc
- Dr. Jaharuddin, MS
- Dr.Ir. Hadi Sumarno, MS

KATA PENGANTAR

Kegiatan Seminar dan Rapat Tahunan Bidang MIPA tahun 2014 (Semirata-2014 Bidang MIPA) Badan Kerja Sama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (BKS-PTN Barat) yang diamanahkan kepada FMIPA-IPB sebagai penyelenggara telah dilaksanakan dengan sukses pada tanggal 9-11 Mei 2014 di IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranagsiang, Bogor. Salah satu program utama adalah Seminar Nasional Sains dan Pendidikan MIPA dengan tema: *"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, dan lingkungan"*.

Dalam sesi pleno seminar telah disampaikan pemaparan materi oleh satu pembicara utama dan empat pembicara undangan yang berasal dari beragam institusi dan profesi. Dari sesi pleno ini, diharapkan peserta dapat menambah wawasan dan pemahaman tentang pengembangan dan pemanfaatan IPTEK, khususnya Bidang MIPA, sehingga sains dan pendidikan MIPA terus berkembang dan dapat berkontribusi nyata untuk kemajuan dan kemakmuran bangsa Indonesia.

Kegiatan yang tidak kalah pentingnya dalam seminar ini adalah sesi paralel karena telah memberi kesempatan kepada peserta untuk melakukan presentasi dan komunikasi ilmiah secara langsung dengan sesama kolega yang mempunyai minat yang sama dalam mengembangkan Sains dan atau Pendidikan MIPA. Dalam kegiatan sesi paralel ini dipresentasikan secara oral 592 judul makalah hasil penelitian yang disampaikan dalam 37 ruang seminar secara paralel, dan juga dipresentasikan 120 poster ilmiah. Dalam kegiatan komunikasi ilmiah secara langsung ini juga telah dimanfaatkan untuk menjalin jejaring agar lebih bersinergi dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA ke depannya. Supaya komunikasi ilmiah yang baik ini dapat juga tersampaikan ke komunitas ilmiah lain yang tidak dapat hadir pada kegiatan seminar, panitia memfasilitasi untuk menerbitkan makalah dalam bentuk **Prosiding**. Panitia juga tetap memberi kesempatan kepada peserta yang akan menerbitkan makalahnya di jurnal ilmiah, sehingga tidak seluruh materi yang disampaikan pada seminar diterbitkan dalam prosiding ini.

Dalam proses penerbitan prosiding ini, panitia telah banyak dibantu oleh Tim Reviewer dan Tim Editor yang dikoordinir oleh Ali Kusnanto yang telah dengan sangat intensif mencurahkan waktu, tenaga dan pikiran. Untuk itu, panitia menyampaikan terima kasih dan penghargaan. Panitia juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada seluruh penulis makalah yang telah merespon dengan baik hasil review artikelnya. Namun, panitia juga menyampaikan permohonan ma'af karena dengan sangat banyaknya makalah yang akan diterbitkan dalam prosiding ini, waktu yang dibutuhkan dalam proses penerbitan prosiding ini mencapai lebih dari empat bulan, dan penerbitan prosiding tidak dilakukan dalam satu buku tetapi dalam tujuh buku prosiding. Semoga penerbitan prosiding ini selain bermanfaat bagi para pemakalah dan penulis, juga dapat bermanfaat dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA.

Bogor, September 2014
Semirata-2014 Bidang MIPA BKS-PTN Barat

Dr. Ir. Sri Nurdiati, MSc.
Dekan FMIPA-IPB

Ence Darmo Jaya Supena
Ketua Panitia Pelaksana

Daftar Isi

Editor dan Reviewer	vii
KARAKTERISASI POLIFASIK ISOLAT BAKTERI PUPUK ORGANIK HAYATI “Beyonic-LIPI”	
Agustinus Joko Nugroho dan Achirul Nditasari.....	2
PERBANDINGAN STRUKTUR ANATOMI DAN KUALITAS KAYU BEBERAPA JENIS BUAH-BUAHAN DI SUMATERA BARAT	
Tesri Maideliza, Yulia Sandri, dan Syamsuardi	11
TAHAP PERKEMBANGAN EMBRIO IKAN BILIH (MYSTACOLEUCUS PADANGENSIS BLEEKER)	
Warnety munir.....	19
KAJIAN KEBUTUHAN NUTRIEN TERHADAP PERFORMA OPOSUM LAYANG (PETAURUS BREVICEPS WATERHOUSE 1839) DI PENANGKARAN	
Wartika Rosa Farida	26
TOTAL POPULASI DAN BIOMASSA MIKROBA SEBAGAI TINJAUAN MIKROBIOLOGIS FUNGSI DAN KUALITAS TANAH DI LAHAN GAMBUT DESA RIMBO PANJANG RIAU	
Bernadeta Leni Fibriarti, Rodesia M.Roza , Atria Martina, Delita Zul, Mei Ernawati	34
PENGARUH SELF-EFFICACY DAN MODEL PEMBELAJARAN TERHADAP HASIL BELAJAR KOGNITIF SISWA SMA DALAM BIDANG BIOLOGI	
Dian Lestari A. Situmorang dan Herbert Sipahutar	42
PENGARUH IMUNOMODULATOR EKSTRAK ETANOL DAUN BANGUNBANGUN (Plectranthus amboinicus Lour) TERHADAP PROFIL HEMATOLOGI, RATIO DAN HISTOLOGI LIMPA TIKUS PUTIH	
Melva Silitonga ¹⁾ , Syafruddin Ilyas ²⁾ , Salomo Hutahaeen ²⁾ , Herbert Sipahutar ³⁾	51
HUBUNGAN ANTARA LATERALITAS DENGAN MOTIVASI BELAJAR MAHASISWA PADA MATA KULIAH PERKEMBANGAN TUMBUHAN DI JURUSAN BIOLOGI FMIPA UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA	
Ratna Dewi Wulaningsih ¹	59
PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BERDASARKAN MASALAH DALAM PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH ATAS (PBM-BSM)	
Wan Syafii.....	67
UPAYA MEMPERBAIKI PROSES PEMBELAJARAN MELALUI ASESMEN AUTENTIK PADA MATA KULIAH TEKNIK DAN MANAJEMEN LABORATORIUM UNTUK MENINGKATKAN AKTIVITAS DAN HASIL BELAJAR MAHASISWA	
Arnentis dan Yuslim Fauziah Nur Chalida Sari.....	74
PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA BIOLOGI BERBASIS PROBLEM SOLVING BERDASARKAN GAMBAR UNTUK MATERI POKOK JAMUR DI SMA *	
Anizam Zein, Erni Novriyanti, Shinta Pspita	83
PERSEPSI MAHASISWA TERHADAP PENGELOLAAN LABORATORIUM PADA MATA KULIAH BIOLOGI DASAR UNTUK PENGEMBANGAN LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI FKIP UNIVERSITAS RIAU	
Darmawati.....	92
KUALITAS ISI LKS BIOLOGI YANG DIGUNAKAN DI SMP DAN SMA DI WILAYAH CIREBON	
Edy Chandra, Ahmad Sofyan, Anisah, Ayu Irmawati, Bunga Pertiwi, Khairul Aziz, Shofiatunnisa, Neneng Sariah.....	101
PENGARUH PEMBERIAN TUGAS MEMBUAT SLIDE POWER POINT UNTUK DIPRESENTASIKAN DALAM DISKUSI KELOMPOK TERHADAP HASIL BELAJAR MAHASISWA PADA MATA KULIAH STRUKTUR HEWAN DI JURUSAN BIOLOGI FMIPA UNIVERSITAS NEGERI PADANG	
Helendra	109
EVALUASI ADMINISTRASI ALAT DAN BAHAN PRAKTIKUM DI LABORATORIUM	

PERBANDINGAN ALGORITMA SEQUENTIAL AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL NON-OVERLAPPING (SAHN) DAN ALGORITMA GREEDY DALAM PENENTUAN ZONA TRANSPORTASI PUBLIK	
Putra BJ Bangun, Sisca Octarina.....	477
PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK DAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KENTANG (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	
Upik Yelianti.....	485
SOLUBILISASI BADAN INKLUSI AMORFA-4,11-DIENA SINTASE REKOMBINAN DAN PEMURNIANNYA PADA KROMATOGRAFI KOLOM AFINITAS	
Laida Neti Mulyani, Elfahmi, Catur Riani.....	491
DESKRIPSI MINAT CALON MAHASISWA UNTUK MELANJUTKAN PENDIDIKAN PADA IAIN STS JAMBI MENGGUNAKAN REGRESI LOGISTIK BINER	
Try Susanti, Rini Warti.....	501
MEMBRAN POLIELEKTROLIT BERBASIS KOMPLES PASANGAN ASAM-BASA POLISTIREN TERSULFONASI DAN BENZOTRIAZOL	
Irfan Gustian, Ghufira, Winda Kencana Fajar.....	510
DISTRIBUSI LOGAM BERAT DI PERAIRAN KOTA BENGKULU	
M. Lutfi Firdaus.....	519
PATI BIJI CEMPEDAK (<i>Artocarpus champeden</i>) TERMODIFIKASI SEBAGAI BAHAN PENSUSPENSI PADA SUSPENSI	
Yusnaidar, Wilda Syahri, Muhaimin.....	526
PENGEMBANGAN PERANGKAT PENILAIAN BERBASIS KELAS PADA POKOK BAHASAN IKATAN KIMIA UNTUK PEMBELAJARAN KIMIA SEKOLAH MENENGAH ATAS	
Betty Holiwarni.....	535
PENENTUAN TRAYEK pH DARI EKSTRAK TANAMAN <i>Canna indica</i>, <i>Oryza sativa</i> Glutinosa, DAN <i>Curcuma longa</i> DAN INTEGRASINYA PADA POKOK BAHASAN ASAM BASA DI KELAS XI SMA/MA	
Elva Yasmi Amran, Johni Azmi, Susilawati, Muhammad Arief Hasibuan.....	541
PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IKATAN KIMIA BERBASIS CREATIVE MIND MAP DI KELAS X SMA NEGERI 10 KOTA JAMBI.	
Drs. Fuldiaratman, M.Pd, Poppy Sundari.....	547
PENGEMBANGAN BAHAN AJAR KIMIA BERORIENTASI KONSTRUKVISME PADA KONSEP BIOMOLEKUL UNTUK SISWA SMA	
Miharty, Rasmiwetti, Rini, Johni Azmi.....	554
DESAIN DAN PENGEMBANGAN CD (<i>COMPACT DISC</i>) PEMBELAJARAN INTERAKTIF KESETIMBANGAN FASA UNTUK CALON GURU KIMIA DI FKIP UNIVERSITAS JAMBI	
Wilda Syahri, Yusnaidar, Muhaimin, Abu Bakar.....	562
PENGUNAAN TiO₂-NiFe₂O₄, TiO₂-CuFe₂O₄, dan TiO₂-MnFe₂O₄ untuk DEGRADASI RHODAMIN-B SECARA FOTOLISIS DAN OZONOLISIS	
Safni, Deliza, Rahmayeni.....	571
PENGUNAAN TiO₂/ZEOLIT SEBAGAI PENDEGRADASI KARBARIL SECARA OZONOLISIS	
Zilfa, Hamzar Suyani, Prima Nuansa.....	577
ANALISIS LOGAM TEMBAGA (CU) DAN SENG (ZN) DALAM SAYURAN DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM	
Amrin.....	585
MODIFIKASI RANTAI ALILIK EUSIDERIN A DALAM MENINGKATKAN AKTIVITAS ANTIMAKAN TERHADAP HAMA TANAMAN HORTIKULTURA	
Syamsurizal, Afrida.....	594
METIL 3,4,5- TRIHIDROKSIBENZOAT SUATU SENYAWA FENOLIK DARI KULIT BATANG SHOREA SINGKAWANG (MIQ).MIQ DAN UJI SITOTOKSIK PADA SEL MURIN LEUKEMIA P-388	
Yusnelti, Yunazar Manjang, Abdi Dharma, Jaswir Darwis.....	599

MEMBRAN POLIELEKTROLIT BERBASISKAN KOMPLEKS PASANGAN ASAM-BASA POLISTIREN TERSULFONASI DAN BENZOTRIAZOL

POLYELECTROLYTE MEMBRANES BASED ON ACID-BASE COMPLEX PAIR SULFONATED POLYSTYRENE AND BENZOTRIAZOLE

Irfan Gustian^{1*}, Ghufira¹, Winda Kencana Fajar¹

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Bengkulu, Bengkulu^{1*}
Email: unibfan@yahoo.com
Jalan Raya Kandang Limun 38371 Bengkulu, Telp. 0736-20919

ABSTRACT

In this study, polyelectrolyte membranes based on acid-base complex pair sulfonated polystyrene (PSS) and benzotriazole (BTri) have been performed. Polystyrene has been sulfonated using chlorosulfonic trimethylsilyl (TMSCS) as sulfonation agent through homogeneous phase with 64% degree of sulfonation. Polyelectrolyte membranes prepared by mixing sulfonated polystyrene with benzotriazole until homogeneous at the mole ratio of 0.05, 0.1, and 0.15. Transfer of proton from benzotriazole to sulfonated polystyrene were identified using FTIR. Water up to take maximum occurs at the membrane mole ratio of 0,1. Methanol permeability of membranes in all mole ratio are on the order of 10^{-7} . The maximum proton conductivity was found to be $1,53 \times 10^{-6} \text{ Scm}^{-1}$ at room temperature.

Keywords: Sulfonated polystyrene, benzotriazole, Acid-base complex pair, Degree of sulfonation, Proton conductivity.

ABSTRAK

Pada penelitian ini, membran polielektrolit berbasis kompleks pasangan asam-basa polistiren tersulfonasi (PSS) dan benzotriazol (BTri) telah dilakukan. Polistiren telah disulfonasi menggunakan agen sulfonasi trimetilsilil klorosulfonat (TMSCS) melalui metode fasa homogen dengan derajat sulfonasi 64%. Membran polielektrolit dibuat dengan cara mencampurkan polistiren tersulfonasi dengan benzotriazol hingga homogen pada perbandingan mol 0,05, 0,1, dan 0,15. Gejala perpindahan proton dari benzotriazol terhadap polistiren tersulfonasi diidentifikasi menggunakan FTIR. Water up take maksimum terjadi untuk membran pada rasio mol 0,1. Permeabilitas metanol membran pada semua perbandingan berada pada orde 10^{-7} . Konduktivitas proton maksimum diperoleh $1,53 \times 10^{-6} \text{ S cm}^{-1}$ pada temperatur kamar.

Kata kunci: Polistiren tersulfonasi, Benzotriazol, Komplek asam-basa, Derajat sulfonasi, Konduktivitas proton.

PENDAHULUAN

Penelitian polimer saat ini telah terjadi pergeseran penekanan yaitu dari aspek kimia ke aspek-aspek fisika dan perekayasaan sistem polimer, misalnya hubungan antara struktur dan sifat polimer yang merupakan bidang kunci dan sifat listrik polimer. Berbagai penelitian baru ini penting sekali peranannya untuk memecahkan aneka masalah dalam penciptaan polimer dengan sifat-sifat yang tertentu yang sesuai dengan yang dikehendaki. Salah satu polimer yang menjadi pusat perhatian adalah polistiren.

Polistiren merupakan material thermoplastis yang diperoleh dari stiren melalui polimerisasi radikal. Polistiren secara umum memiliki sifat mekanik thermal yang baik dan

electric resistance serta kerapatan yang rendah. Dari alasan sifat inilah maka polistiren digunakan sebagai material bahan baku untuk produk yang dapat dibuang seperti contoh cangkir gelas dan pengemas makanan serta packing alat-alat elektronik [1,2].

Makowski et al [3] telah mematenkan tentang sulfonasi polimer polistiren secara homogen, dimana polistiren dilarutkan kedalam dikloroetana kemudian ditambahkan asetil sulfat. Asetil sulfat sebagai *sulfonating agent* dibuat dengan mereaksikan asam sulfat pekat dan asam asetat anhidrid dalam larutan dikloroetana pada temperatur rendah [3]. Pada saat yang bersamaan juga telah dilaporkan tentang sintesis dan sifat keasaman kationik yang kuat dari kopolimer stiren dengan diisopropenildipenil, diisopropenikdipenilmetan serta diisopropenildipenil oksida [4]. Sintesis dalam skala *pilot plant* serta karakterisasi sifat fisik dari polistiren tersulfonasi telah dilaporkan [5]. Kemudian penelitian tentang pemanfaatan limbah polistiren dan sintesis polistiren tersulfonasi dan penggunaannya dalam pengurangan kesadahan air juga telah dilaporkan [6].

Banyak peneliti telah melaporkan penelitian tentang sulfonasi polimer, hal ini di karenakan polimer tersulfonasi memiliki sifat kimia dan mekanik yang sangat baik dimana dalam penggunaannya sangat luas seperti sebagai material polimer *nonmisible*, material polielektrolit untuk *ion exchange*, sebagai material membran osmosis balik dan ultrafiltrasi, plastisizer dan *proton exchange membrane* (PEM) pada sel bahan bakar dapat juga digunakan sebagai membran konduktor komposit.

Suatu teknik yang dapat digunakan dalam sintesis material polimer elektrolit komposit, yaitu dengan melakukan *doping* proton ke dalam matriks polimer. Telah dilaporkan tentang sintesis pembuatan polimer elektrolit anhidrat dari bahan poli asam akrilat dengan *doping* imidazol; diperoleh konduktivitas proton sebesar $10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ pada suhu 120°C [7]. Selain itu, telah dilaporkan tentang sintesis polimer elektrolit penghantar proton berbasis polistiren tersulfonasi dan benzimidazol [8].

Sintesis tentang membran polimer elektrolit menggunakan polistiren tersulfonasi yang didoping dengan polibenzimidazol pada perbandingan beberapa mol juga telah dilaporkan, interaksi yang terjadi antara polimer dianalisa dengan menggunakan spektroskopi FTIR dan daya hantar proton dari membran polimer elektrolit menggunakan spektroskopi impedansi [9].

Pada laporan penelitian ini telah dilakukan sulfonasi polistiren, dimana polistiren yang digunakan adalah limbah polistiren (*styrofoam*) yang sudah tidak terpakai lagi. Sulfonasi dilakukan dengan metode homogeny, dengan agen sulfonasi trimetilsilil klorosulfonat kemudian didoping dengan benzotriazol untuk menghasilkan membran polielektrolit berbasis pasangan kompleks asam-basa. Interaksi kompleks asam-basa yang terjadi dipelajari menggunakan spectrum FTIR, *water up take*, permeabilitas metanol dan konduktivitas proton.

METODE PENELITIAN

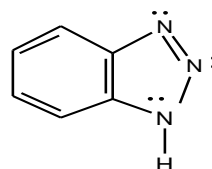
2.1 Bahan dan metode

Bahan yang digunakan antara lain; limbah polistiren (PS; *styrofoam*) sisa packing alat elektronik, Benzen (Merck), Trimetilsilil klorosulfonat (TMSCS; Sigma Aldrich), metanol (Merck), Dimetil formamid (Merck), Sodium hidroksida (Merck), aseton (Merck), Sodium klorida (Merck), dan Benzotriazol (BTri; Alfa Aesar).

Polistiren (*styrofoam*) terlebih dahulu direndam dalam aseton selama 24 jam kemudian dikeringkan untuk menguapkan pelarut yang mungkin tersisa. Polistiren

selanjutnya dilarutkan dengan pelarut benzen dengan perbandingan massa polistiren dan volume pelarut yaitu 1:5 di dalam labu alas bulat leher tiga kemudian diaduk menggunakan magnetik *stirrer* pada suhu ruang hingga homogen. Pada larutan polimer yang telah homogen tersebut ditambahkan TMSCS sebagai agen sulfonasi. Perbandingan mol TMSCS dan mol polistiren yang digunakan yaitu 0,2 : 1. Proses sulfonasi dilakukan selama 3 jam di bawah aliran gas nitrogen. Proses sulfonasi dihentikan dan dilakukan presipitasi dengan menambahkan metanol pada polistiren tersulfonasi (PSS), lalu diuapkan pada suhu 65°C hingga semua metanol habis. PSS yang telah diuapkan kemudian dioven pada suhu 105°C hingga didapatkan PSS dalam bentuk padatan kering. Derajat sulfonasi ditentukan dengan metode titrasi.

Membran polielektrolit berbasiskan pasangan kompleks asam-basa dilakukan dengan melarutkan PSS kedalam pelarut dimetil formamid hingga homogen. Selanjutnya ditambahkan benzotriazol secara stoikiometri dengan perbandingan mol PSS;BTri; 1:0,05; 1:0,1; dan 1:0,15. Pengadukan dilakukan pada suhu kamar hingga homogen, kemudian membran dibuat dengan cara dicetak pada cawan petridish. Pelarut diuapkan secara perlahan pada suhu 50°C, membran yang diperoleh selanjutnya disimpan dalam desikator.



Gambar 1 Struktur molekul benzotriazol

2.2 Karakterisasi

Derajat sulfonasi PSS dan kapasitas pertukran ion ditentukan dengan metode titrasi, analisis gugus fungsi direkam pada FTIR spectrometer (Shimadzu IR PRESTIGE-21) dalam rentang bilangan gelombang 4000 cm^{-1} hingga 400 cm^{-1} .

Water up take ditentukan dengan cara membran dipotong kemudian ditimbang untuk mengetahui massanya, selanjutnya direndam di dalam akuades dan ditimbang setiap 24 jam hingga massanya konstan. Permeabilitas metanol membran sebagai fluks ditentukan dengan cara, metanol dimasukkan ke dalam suatu sel yang telah ditimbang massanya. Kemudian sel diisi metanol kemudian ditimbang kembali. Membran yang telah diketahui ketebalannya diletakkan di atas sel yang berisi metanol tersebut dan ditutup rapat. Setelah 24 jam sel yang berisi metanol ditimbang kembali untuk mengetahui massa metanol yang tersisa. Konduktivitas proton membran diukur pada temperatur kamar menggunakan LCZ meter.

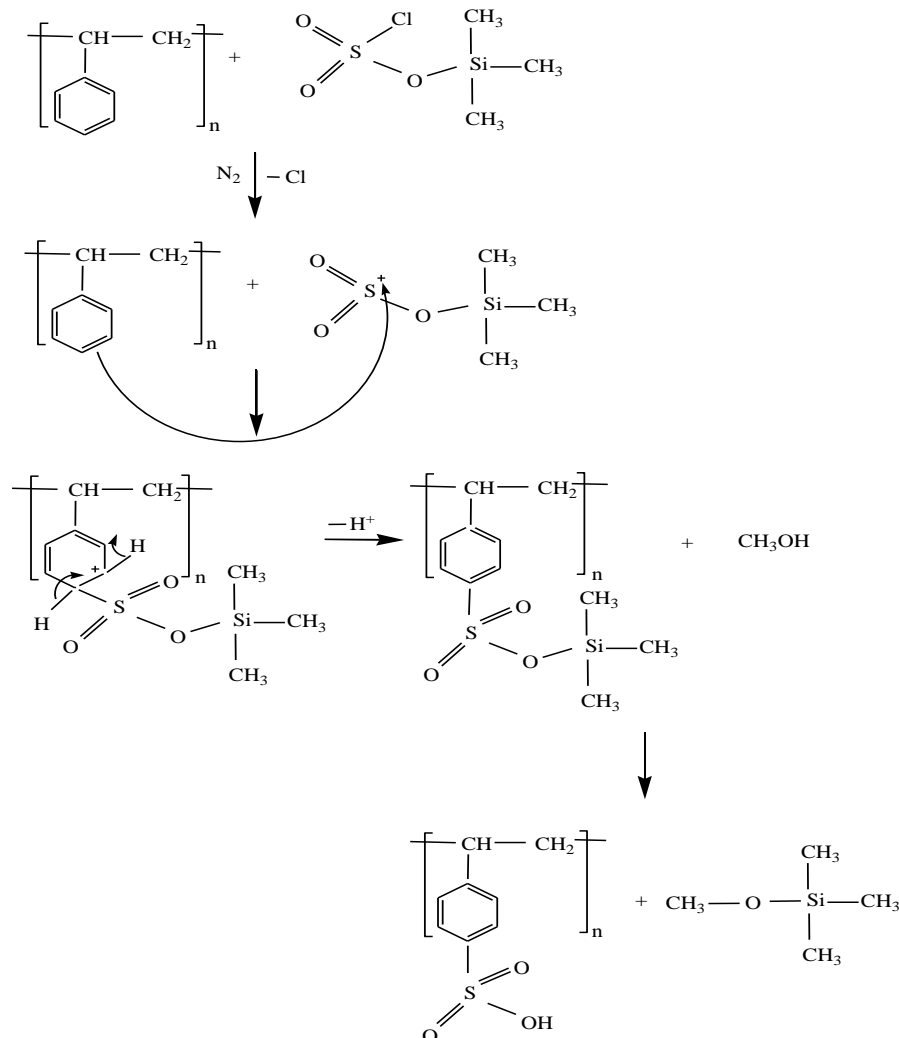
HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sulfonasi

Polistiren hasil perendaman dalam aseton memperlihatkan sifat fisik yang berbeda dengan polistiren awal (*styrofoam*). Polistiren setelah perendaman n-heksan mempunyai sifat kaku, lebih rapat dan keras serta lebih kompak. Secara struktural, perendaman dalam aseton tidak merubah sifat kimianya. Perendaman dalam aseton bertujuan untuk menghilangkan aditif, filler yang mungkin terkandung. Pelarut yang digunakan ketika sulfonasi adalah pelarut benzen, ini berbeda dengan laporan-laporan penelitian sebelumnya seperti dikloroetana [3]

dan sikloheksan [8]. Bila ditinjau dari sifat dielektriknya benzen dengan konstanta dielektrik (2,27) berada diatas konstanta dielektrik sikloheksan (2,02) dan dibawah dikloroetana (10,36), artinya polistiren dapat larut dalam benzen.

Sulfonasi terhadap polistiren dilakukan menggunakan agen sulfonasi trimetilsilil klorosulfonat (TMSCS) (Gambar 2). Agen sulfonasi yang digunakan berbeda dengan laporan penelitian sebelumnya yang menggunakan asam sulfat [1,2,3,8], asetil sulfat [5]. Penggunaan agen sulfonasi TMSCS, penanganannya lebih mudah dimana reaksi sulfonasi dapat dilakukan pada temperatur kamar. Sedangkan penggunaan asam sulfat pekat ataupun asetil sulfat penanganannya lebih rumit, karena temperatur harus di jaga dibawah -10°C untuk asetil sulfat dan suhu 40°C untuk asam sulfat. Disamping itu juga penggunaan asetil sulfat sebagai agen sulfonasi terlebih dahulu harus dibuat dengan mereaksikan asam asetat anhidrid dan asam sulfat pekat, sedangkan TMSCS secara langsung dapat digunakan.

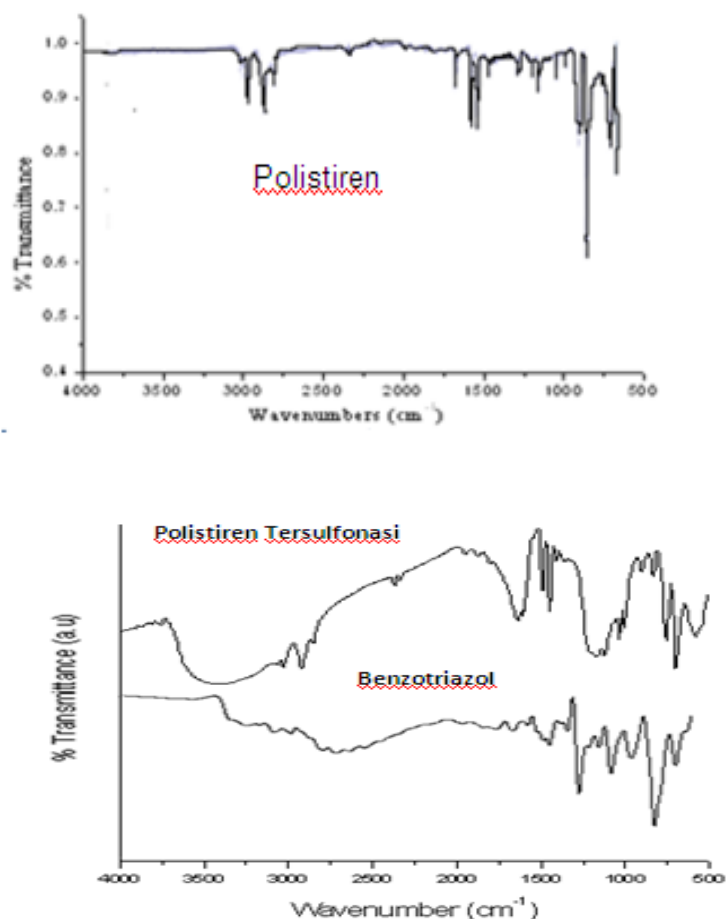


Gambar 2 Reaksi sulfonasi polistiren menggunakan agen sulfonasi TMSCS.

Keunggulan penggunaan agen sulfonasi TMSCS lain adalah derajat sulfonasi yang diperoleh mencapai 64% terhadap monomer sebagai unit ulang polistiren. Agen sulfonasi asetil sulfat dan asam sulfat memperlihatkan derajat sulfonasi yang masih rendah dibawah 50% seperti yang dilaporkan sebelumnya [5].

Dari pengujian nilai kapasitas pertukaran ion (Kpi) diperoleh untuk PSS 0,95 mek/g, hasil ini hampir mendekati nilai Kpi yang PSS dari limbah cangkir sebesar 0,22 mek/g hingga 0,93 mek/g [6]. Adanya perbedaan ini diduga dari pertukaran ion yang berlangsung belum sempurna, ada sebagian proton dari gugus sulfonat yang belum mengalami pertukaran dengan Na^+ . Kapasitas pertukaran ion (Kpi) digunakan untuk menentukan kuantitas gugus ion dari PSS, menggambarkan kuantitas jumlah dari gugus *ion exchange* per unit massa PSS. Derajat sulfonasi berkaitan langsung terhadap kapasitas pertukaran ion. Kpi yang diperoleh ini mendekati dengan Kpi membran Nafion 117 yaitu sebesar 0,91 mek/g [12].

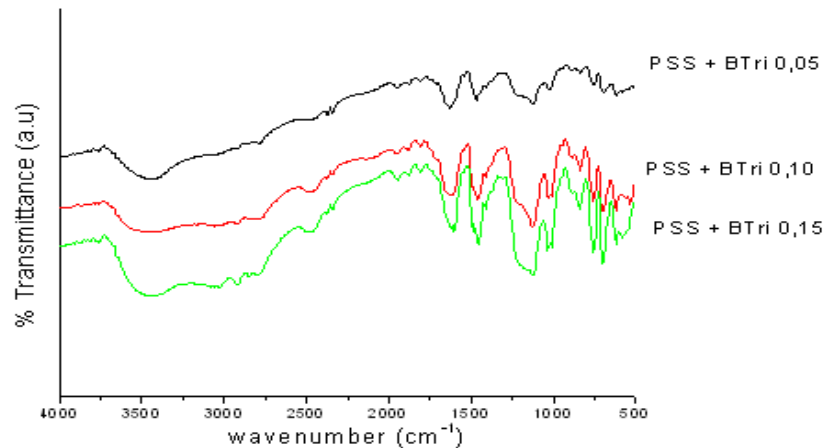
3.2 FTIR



Gambar 3. Spektrum FTIR polistiren, polistiren tersulfonasi, dan benzotriazol.

Pada Gambar 3 diperlihatkan adanya perbedaan antara spektrum FTIR polistiren (PS) dan polistiren tersulfonasi (PSS). Untuk analisis gugus fungsi sulfonat dapat dilihat pada rentang bilangan gelombang antara 800 cm^{-1} hingga 1500 cm^{-1} . Pita vibrasi gugus fungsi sulfonat dilaporkan disekitar daerah 1040 hingga 1180 cm^{-1} . Karakteristik serapan inframerah untuk polistiren tersulfonasi (PS- SO_3H) sebagai ikatan sulfonat terhadap cincin aromatik yang mengalami substitusi ditemui disekitar daerah 830 hingga 850 cm^{-1} . Absorpsi pada daerah

1040 cm^{-1} merupakan vibrasi regang dari gugus SO_3H . Vibrasi S-O diperlihatkan pada daerah 1100 hingga 1250 cm^{-1} . Spektra PSS yang dihasilkan ini mempunyai pola yang mirip dengan laporan penelitian sebelumnya [2,5,6,8]. Pada daerah sekitar 3500 cm^{-1} untuk spektra FTIR PSS memperlihatkan pita yang melebar dengan bahu yang sempurna berhubungan dengan gugus OH dari gugus sulfonat. Data Spektra FTIR PSS juga didukung dengan derajat sulfonasi yang diperoleh yaitu 64%. Untuk spektra benzotriazol (BTri), memperlihatkan pita regang C-N pada 1430-1650 cm^{-1} dan regang N-N pada 1270 cm^{-1} sedangkan pita regang N-H diperlihatkan pada daerah bilangan gelombang 1629-3380 cm^{-1} [10].



Gambar 4 Spektrum FTIR membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa.

Pada Gambar 4 memperlihatkan spektrum FTIR membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa dari ketiga variasi. Setelah penambahan BTri, intensitas pita pada daerah 1430-1650 cm^{-1} mengalami perubahan, hal ini berhubungan dengan regangan cincin azol dari BTri. Spektrum PSS-BTri pada daerah 3380 cm^{-1} menunjukkan adanya regang N-H. Pada daerah 3000 hingga 2000 cm^{-1} menghasilkan pita yang melebar, ini berkaitan dengan pembentukan ikatan hidrogen N-H antara PSS dan Btri [9,10]. Dari Gambar 4 terlihat, bahwa semakin banyak perbandingan mol BTri yang ditambahkan, maka pada pita-pita daerah bilangan gelombang membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa intensitas serapannya semakin meningkat pula. Puncak pada daerah 979 hingga 1100 cm^{-1} merupakan serapan pembentukan anion BTri [10].

3.3 Water Up take

Water up take merupakan parameter penting yang dapat mempengaruhi konduktivitas proton, sifat mekanik dan stabilitas dari membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa [9]. Water up take membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa terlihat Tabel 1. Dari tabel menunjukkan bahwa water up take terjadi peningkatan dari penambahan Btri $x=0,05$ hingga $x=0,10$, tetapi pada penambahan $x=0,15$ terjadi penurunan. Water up take optimum sebesar 21,96 diperoleh dari $x=0,10$. Diketahui bahwa membrane PSS dengan derajat sulfonasi 64% bersifat higroskopis dan hidrofil. Dengan penambahan Btri, diduga gugus hidroksil dari PSS akan berinteraksi dengan Btri membentuk *cross link* sehingga air sukar berinteraksi dengan membran. Interaksi air terhadap membran dapat terjadi diduga pada bagian-bagian gugus hidroksil yang belum terdapat BTri. Hal ini dikarenakan perbandingan mol PSS dan BTri yang berbeda seperti yang diperlihatkan pada $x=0,15$ terjadi penurunan water up take. Laporan penelitian sebelumnya, membran polielektrolit

berdasarkan polistiren tersulfonasi dan polibenzimidazol pada perbandingan rasio 1:2, 1:1 dan 2:1 water up take yang diperoleh adalah 50%, 200% dan 350% [9].

Tabel 1. Water up take membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa

Membran polielektrolit	Water up take (%)
PSS + BTri 0,05	13,95
PSS + BTri 0.10	21,96
PSS + BTri 0,15	15,89

3.4 Permeabilitas Metanol

Dari penelitian ini, dipertimbangkan juga pengaruh transport metanol melalui membran polielektrolit. Banyak laporan penelitian yang membahas sel bahan bakar berbasis metanol, sehingga permeabilitas metanol merupakan salah satu faktor penting untuk diperhatikan. Permeabilitas metanol yang ditentukan adalah permeabilitas metanol sebagai fluks. Sehingga massa awal metanol yang ditempatkan dalam sel ditentukan terlebih dahulu, selain itu ketebalan membrane juga akan mempengaruhi transport methanol melalui membran elektrolit. Permeabilitas metanol diuji menurut Unal, et al., (2008) menggunakan persamaan

$$J = (W \cdot l) / (Mw \cdot A \cdot t)$$

J = permeabilitas metanol sebagai fluks (mol/cm.s)

W = massa yang hilang (gr)

L = ketebalan membran (cm)

A = luas membrane (cm²)

T = waktu (s).

Dari Tabel 2 terlihat permeabilitas metanol membrane polielektrolit kompleks pasangan asam-basa polistiren tersulfonasi dan benzotriazol.

Tabel 2. Permeabilitas metanol membran polielektrolit

Membran polielektrolit	Permeabilitas metanol (mol/cm.s)
PSS + BTri 0,05	4,75 x10 ⁻⁸
PSS + BTri 0.10	3,86x10 ⁻⁸
PSS + BTri 0,15	1,91x10 ⁻⁸

Permeabilitas metanol dari ketiga membran polielektrolit memperlihatkan masih dalam satu orde dengan kecenderungan makin besar Btri yang ditambahkan, permeabilitas metanol menurun. Gejala ini, seperti yang telah sebutkan sebelumnya bahwa dengan penambahan Btri, diduga gugus hidroksil dari PSS akan berinteraksi dengan Btri membentuk *cross link*. *Cross link* yang terbentuk berupa jembatan antara serat-serat PSS sehingga kerapatan membrane menjadi meningkat, hal inilah diduga yang dapat mengakibatkan terjadinya penurunan permeabilitas methanol. Dibandingkan dengan permeabilitas metanol membrane komersil nafion 112 yaitu 1,89 x10⁻⁹ mol/cm.s [13], permeabilitas methanol membrane polielektrolit kompleks pasangan asam-basa polistiren tersulfonasi dan benzotriazol ini lebih besar satu orde.

3.5 Konduktivitas

Konduktivitas ditentukan menggunakan LCZ meter pada temperatur kamar, perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = \rho \times \frac{L}{A}$$

R = slope = hambatan

A = luas penampang = 1 cm²

L = jarak elektroda = 1 cm

ρ = hambatan jenis

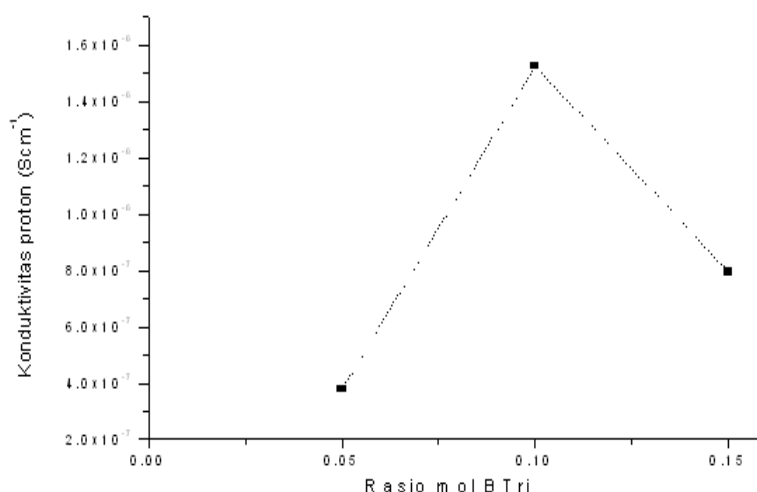
σ = konduktivitas proton

Maka,

$\rho = \text{ohm} \times 1 \text{ cm}^2 / 1 \text{ cm} = \text{ohm cm}$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = 128030,9 \text{ ohm} \times \frac{1 \text{ cm}^2}{1 \text{ cm}} \rho = 128030,9 \text{ ohm} \times \frac{1 \text{ cm}^2}{1 \text{ cm}}$$

Pada Gambar 5 terlihat konduktivitas proton terhadap perbandingan rasio mol dopant benzotriazol. Dari Gambar 5 tersebut terlihat x=0,05, x=0,1 dan x=0,15 menghasilkan konduktivitas proton berurutan 3,78x10⁻⁷, 1,53x10⁻⁶, dan 7,95x10⁻⁷ Scm⁻¹. Kencendrungan konduktivitas ini mirip dengan hasil *water up take*. Dari penelitian-penelitian sebelumnya telah diketahui bahwa air dapat mempengaruhi transportasi proton dari anoda ke katoda, terlebih lagi penentuan konduktivitas dilakukan pada temperatur kamar. Selain itu sifat higroskopis dan hidrifikasi membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa dari PSS dan benzotriazol juga diduga mempengaruhi nilai konduktivitas yang telah dihasilkan. Dibandingkan dengan konduktivitas yang telah dilaporkan [9], membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa dari PSS dan benzotriazol lebih kecil tiga orde dari membran polistiren tersulfonasi yang di blending dengan benzimidazol yang diukur pada kondisi anhidrat. Kondisi pengukuran mempengaruhi konduktivitas, pada temperatur tinggi laju lompatan proton akan lebih cepat dibandingkan pada temperatur kamar sehingga kondisi anhidrat lebih menguntungkan [7,8,9,10].



Gambar 5 Konduktivitas proton membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa pada x=0,05, x=0,1 dan x=0,15.

KESIMPULAN

Membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa berbasis polistiren tersulfonasi dan benzotriazol telah disintesis, dimana polistiren yang digunakan sebagai backbone adalah *styrofoam* limbah yang tidak terpakai lagi. Sulfonasi telah berhasil dilakukan terhadap polistiren dengan derajat sulfonasi 64%. Hasil spektrum FTIR menunjukkan adanya interaksi antara polistiren tersulfonasi dan benzotriazol. Konduktivitas optimum diperoleh pada $x=0,1$ sebesar $1,53 \times 10^{-6} \text{ S cm}^{-1}$ pada temperatur kamar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Inagaki. Y, Kiuchi. S, 2001, Converting waste polystyrene into a polymer flocculant for wastewater treatment, *J. Mater Cycles Waste Manag*, 3:14–19.
- [2] Abbes IB, Sami Bayoudh, Mohamed Bakloutic, 2007, A technique for purifying waste water with polymeric flocculant produced from waste plastic, *J. Desalination*, 204, 198–203.
- [3] Makowski HS, Lundberg RD, Westerman L, and Block J, 1980, Ions in Polymers, ASC Symposium Series, *Adv. Chem. Ser.*, 187, 3.
- [4] Ergozhin EE, Kurmanaliev M, Asanov NA, Rafikov SR, and Zhanazarov T, 1975, Sulfonation of styrene copolymers with some diisopropenyl benzens, *Seriya Khimicheskaya*, No. 4, 957-959.
- [5] Martins CR, Giacomo Ruggeri, Marco A. De Paoli. 2003, Synthesis in pilot plant scale and physical properties of sulfonated polistiren *J. Braz. Chem. Soc.* vol.14 no.
- [6] Abbes IB, Sami Bayoudhb, Mohamed Bakloutic, 2008, The removal of hardness of water using sulfonated waste plastic *J. Desalination*, 222, 81–86.
- [7] Bozkurt A, Meyer WH, and Wegner G, 2003. Polyacrylic acid (PAA)/imidazol-based proton conducting polymer electrolytes. *Journal of Power Sources* 123: 126-131.
- [8] Bozkurt A. 2005, Anhydrous Proton Conductive Polystyrene Sulfonic Acid Membranes, *Turk J Chem*, 29, 117 -123.
- [9] Oktay A, Unal S, Ayhan B, and Ali A. 2010. Blend membrans from poly(2,5-benzimidazole) and poly(styrene sulfonic acid) as proton conducting polymer electrolytes for fuel cells. *J. Mater Sci*, 45: 993-998.
- [10] Gustian I, Celik SU, and Bozkurt A, 2012, Novel proton conductive hybrid membranes based on sulfonated polysulfone and benzotriazole, *J. Mater. Res.*, Vol. 27, No. 20, Oct 28, 2650-2655.
- [11] Abbes IB, Sami Bayoudh, Mohamed Baklouti, 2006, Converting Waste Polystyrene into Adsorbent: Potential Use in the Removal of Lead and Cadmium Ions from Aqueous Solution, *J. Polym Environ*, 14:249–256.
- [12] Smitha BD, Anjali D, and Sridhar S. 2008. Proton-conducting composite membrans of chitosan and sulfonated polysulfone for fuel cell application. *international journal of hydrogen energy* 33: 4138-4146.
- [13] Unal S, Sevim Unugur Celik, Ali Ataa, and Ayhan Bozkurt. 2008. Anhydrous proton conducting membrans for PEM fuel cells based on Nafion/Azole composites. *International Journal Of Hydrogen Energy* 3: 2808-281