

**KOMPOSIT KITOSAN VANILIN/POLISTIRENA TERSULFONASI  
SEBAGAI MEMBRAN POLIMER ELEKTROLIT: KAPASITAS TUKAR  
KATION, DERAJAT PENGEMBANGAN DAN SIFAT TERMAL**

*(COMPOSITE OF CHITOSAN VANILIN/SULFONATED POLYSTYRENE AS  
POLYMER ELECTROLYTE MEMBRANES : CATIONIC EXCHANGE CAPACITY,  
SWELLING DEGREE AND THERMAL PROPERTIES)*

**Edi Pramono\*, Candra Purnawan, Yuniawan Hidayat, Jati Wulansari,  
Sayekti Wahyuningsih**

\*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNS, Jl Ir.  
Sutami No 36A Ketingan Surakarta 57126

\*email: edi.pramono.uns@gmail.com

*Received 24 October 2013, Accepted 10 March 2014, Published 01 September 2014*

**ABSTRAK**

Penelitian preparasi dan karakterisasi membran komposit elektrolit polistirena tersulfonasi (PST)/kitosan vanilin (KV) untuk mengetahui pengaruh komposisi PST dan KV terhadap sifat kimia dan fisika membran telah dilakukan. Polistirena dimodifikasi melalui reaksi sulfonasi menghasilkan PST, sedangkan modifikasi kitosan melalui pembentukan basa schiff menghasilkan KV. Membran komposit dibuat dengan metode kasting dan dikarakterisasi gugus fungsi yang terkandung di dalamnya, sifat Kapasitas Tukar Kation (KTK), Derajat Pengembangan (DP), *Thermogravimetric Analysis* (TGA) dan morfologinya. Keberadaan puncak serapan imina pada data FTIR menunjukkan bahwa kitosan vanilin berhasil disintesis, demikian juga sulfonasi pada polistirena muncul puncak serapan sulfonat. Hasil analisa KTK menunjukkan penambahan gugus sulfonat pada polistirena dan penambahan gugus fenolik pada kitosan meningkatkan nilai KTK. Semakin besar konsentrasi PST dan konsentrasi KV pada komposisi membran menyebabkan peningkatan nilai KTK. Sebaliknya, peningkatan konsentrasi PST pada komposisi membran menyebabkan penurunan nilai DP, sedangkan peningkatan konsentrasi KV meningkatkan nilai DP. Analisis termal menunjukkan bahwa degradasi termal membran terjadi pada tiga tahap yaitu tahap pertama pelepasan air, tahap kedua pemutusan gugus samping dan degradasi *plasticizer*, dan tahap ketiga yaitu pemutusan rantai utama kitosan dan polistirena.

**Kata kunci :** kitosan vanilin, membran polimer elektrolit, polistirena tersulfonasi

**ABSTRACT**

Research on the preparation and characterization of sulfonated polystyrene (PST)/chitosan vanillin (KV) composite as electrolyte membranes has been conducted in order to investigate the effect of PST and KV composition to its chemical and physical properties. Polystyrene was modified by sulfonation reaction to produces PST, meanwhile chitosan was modified by schiff base reaction to produces KV. The composite membranes were prepared by casting method and were characterized in order to identify the functional groups contained in the composite, the cation exchange capacity (CEC), the Swelling Degree (SD), the thermal properties and the morphology. The peak of imine vibration in

the FTIR spectrum indicates that the chitosan vanilin was successfully synthesized. Meanwhile, the peak of sulfonate vibration indicates the product of sulfonation on polystyrene. The result of CEC analysis shows that the addition of sulfonate groups on polystyrene and the addition of phenolic groups on chitosan increase the CEC value. The increasing of PST and KV concentration in membrane enhance the CEC value. However, the increasing of PST concentration in membrane composition even decrease the Swelling Degree of membranes. Meanwhile, the increasing of KV concentration increase the swelling degree of membranes. Thermal analysis shows that the thermal decomposition of membranes occurs in three stages i.e. the dehydration of water molecules, the degradation of the substituent groups and the plasticizer and the degradation of the back bone of chitosan and polystyrene.

**Keywords :** chitosan vaniline, polymer electrolyte membrane, sulfonated polystyrene

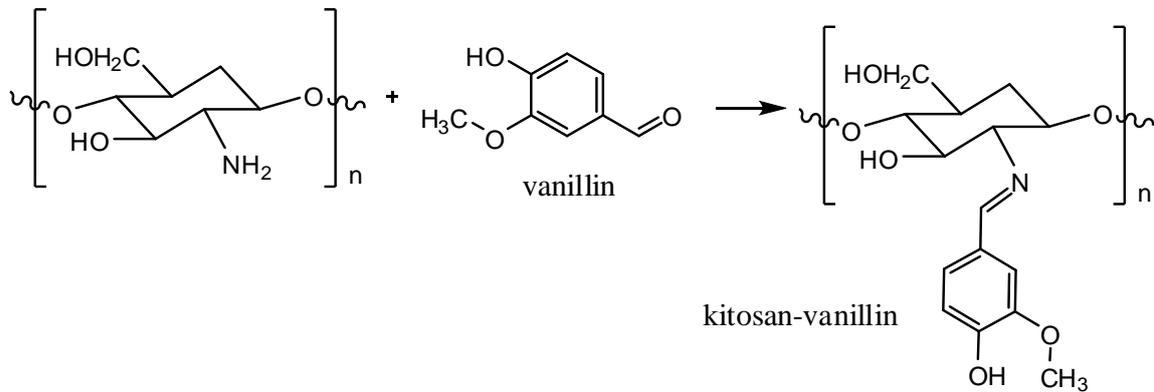
## PENDAHULUAN

Pencarian material baru sebagai membran elektrolit untuk berbagai aplikasi pemisahan terus dilakukan untuk mendapatkan material yang memiliki sifat fisik dan kimia yang baik, diantaranya konduktifitas ionik yang tinggi, penukar kation yang baik, stabilitas termal yang tinggi dan murah. Berbagai usaha telah dilakukan diantaranya pemakaian polimer alam (Mat and Liong, 2009; Ye *et al.*, 2012), maupun sintetik (Smitha *et al.*, 2003; Iojoiu *et al.*, 2005). Polimer alam seperti kitosan dianggap cukup menjanjikan dalam aplikasi tersebut. Selain mudah didapatkan, kitosan mudah dimodifikasi gugus fungsinya.

Kitosan merupakan polimer kationik alami yang bersifat nontoksik, dapat mengalami biodegradasi dan bersifat biokompatibel. Polimer kitosan memiliki gugus fungsional yang memungkinkan untuk dimodifikasi, yaitu 1 gugus amino dan 2 gugus hidroksil dalam setiap unit ulangnya. Keberadaan gugus amino bebas pada kitosan merupakan hal yang penting karena bersifat nukleofilik yang reaktif. Modifikasi terhadap kitosan telah banyak dilakukan untuk mendapatkan sifat baru. Pemanfaatan kitosan dan modifikasinya sebagai absorben dan juga antibakteri telah dipublikasikan sebelumnya (Baba *et al.*, 1994; Gildberg *et al.*, 2001; Baba *et al.*, 2002; Cervera *et al.*, 2004; Kenawy *et al.*, 2005; Oshita *et al.*, 2007; Jiao *et al.*, 2011), namun masih sedikit penelitian yang memanfaatkan sifat elektrolit dari polimer tersebut.

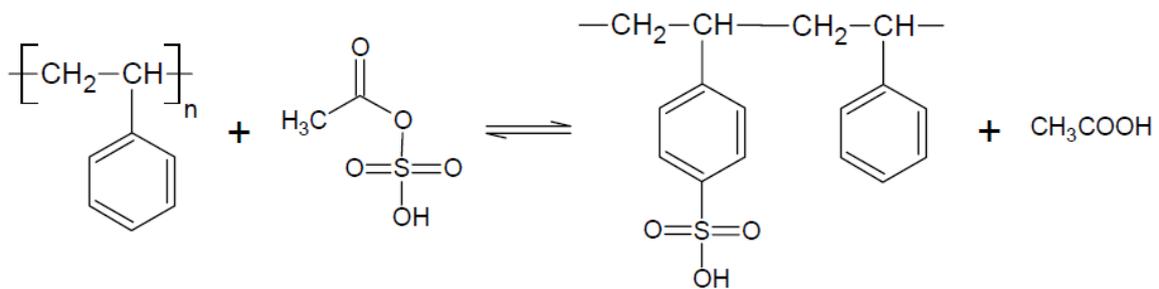
Salah satu modifikasi kitosan adalah dengan reaksi pembentukan basa schiff. Reaksi ini melibatkan gugus amina pada kitosan dengan gugus karbonil dari aldehid menghasilkan imina (C=N) yang ditunjukkan pada Gambar 1. Reaksi pembentukan basa schiff dengan beberapa modifikator telah dipublikasikan sebelumnya (Santos *et al.*, 2005; Wiyarsi, 2008; Jiao *et al.*, 2011; Pramono *et al.*, 2012). Dalam publikasinya, Pramono (2012) menyatakan bahwa modifikasi kitosan dengan vanilin mampu meningkatkan sifat

elektrolit dari kitosan, namun membran masih mengembang terlalu besar terhadap air dan modifikasi masih perlu dilakukan untuk menurunkan sifat pengembangan tersebut.



**Gambar 1.** Reaksi basa schiff kitosan dengan vanilin.

Selain Polimer alam, pengembangan polimer sintetik sebagai polimer elektrolit juga terus dikembangkan. Polimer termoplastik seperti polistirena dan polisulfon diduga mampu digunakan sebagai material polimer elektrolit (Deimede *et al.*, 2000; Smitha *et al.*, 2003; Iojoiu *et al.*, 2005). Material tersebut memiliki stabilitas termal yang tinggi dan juga sifat mekaniknya yang cukup baik pula (Martins *et al.*, 2003), namun demikian modifikasi pada bahan tersebut perlu dilakukan agar menghasilkan material yang bermuatan, sehingga dapat digunakan sebagai membran penukar proton yang dapat diaplikasikan sebagai membran elektrolit. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan sulfonasi (Smitha *et al.*, 2003). Sulfonasi menghasilkan polimer bergugus sulfonat yang mampu berperan dalam pertukaran kation. Reaksi sulfonasi pada polistirena ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Sulfonasi pada polistirena menghasilkan polistirena tersulfonasi.

Pada artikel ini kami memaparkan kombinasi material antara kitosan vanilin dan polistirena tersulfonasi sebagai membran elektrolit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencampuran kedua material tersebut terhadap sifat fisik dan kimia pada membran elektrolit yang dibentuk, diantaranya kapasitas tukar kation, derajat pengembangan (*swelling degree*) dan sifat termal serta morfologinya.

## **METODE PENELITIAN**

Kitosan (PT Biotech Surindo, DD 91 %), Polistirena dengan BM (Berat Molekul) 350.000 g/mol (Aldrich). Sedangkan asam asetat, natrium hidroksida, asam klorida, natrium klorida, anhidrida asetat, diklorometana, asam sulfat 96 %, 2-propanol, polietilen glikol BM 1000 g/mol, dimetil asetamida dan indikator fenoftalin diperoleh dari Merck.

### **Sintesis Kitosan Vanilin**

Sintesis kitosan vanilin mengikuti penelitian sebelumnya (Wiyarsi, 2008). Kitosan dan vanilin dengan perbandingan 1:3 dilarutkan dalam larutan asam asetat 1,5 % dan direfluks selama 48 jam. Refluks dilanjutkan selama 72 jam untuk menghasilkan hasil modifikasi yang optimal. Endapan yang terbentuk disaring dan dicuci dengan etanol. Polimer yang dihasilkan dikeringkan dan dikarakterisasi dengan FTIR, KTK, dan Thermogravimetric (TG).

### **Sintesis Polistirena Tersulfonasi**

Sulfonasi polistirena dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah dipublikasi sebelumnya (Makowski *et al.*, 1975, Martins *et al.*, 2003, Pramono *et al.*, 2012). Ke dalam labu leher dua, sebanyak 20 mL diklorometana dimasukkan kemudian ditambahkan 8 g polistirena dan diaduk hingga semua polistirena larut. Pada saat bersamaan dibuat larutan asetil sulfat 0,1 M dengan mencampurkan anhidrida asetat dengan asam sulfat dalam pelarut dikloro metana pada suasana es. Dalam kondisi segar dan setelah polistirena larut, asetil sulfat sebanyak 30 mL ditambahkan ke dalam campuran dan direfluks pada suhu 50 °C selama 1 jam. Reaksi kemudian diterminasi dengan penambahan 10 mL 2-propanol dan didiamkan selama 10 menit tanpa pemanasan. Polistirena tersulfonasi (PST) yang dihasilkan diisolasi dengan meneteskan secara perlahan larutan campuran ke dalam air mendidih. Padatan yang diperoleh dikeringkan dengan dioven pada suhu 60 °C. Polimer yang dihasilkan dikarakterisasi dengan FTIR, KTK dan *Thermogravimetric* (TG).

### **Preparasi membran komposit**

Pembuatan membran komposit PST/PEG/KV digunakan konsentrasi berat/berat (b/b). Secara garis besar pembuatan membran ini melalui dua tahapan yaitu pelarutan KV dengan 1 % asam asetat dalam DMAc dan penambahan PST serta PEG. Beberapa gram KV dilarutkan dengan 1% asam asetat dalam DMAc dan diaduk selama 1 jam. Kedalam larutan ditambahkan PST dan *plasticizer* Polietilen glikol (PEG). Campuran diaduk pada suhu kamar hingga homogen selama semalam. Larutan yang telah homogen kemudian

dicetak diatas plat kaca dan dikeringkan pada suhu 40 °C. Berat total campuran dibuat tetap pada setiap komposisi yaitu 10 g. Langkah yang sama digunakan untuk variasi berat KV sebesar 0, 1, 2, 3, dan 4 % serta variasi berat PST sebesar 12, 14, 16, 18, dan 20 %. Membran komposit yang diperoleh dikarakterisasi dengan FT-IR, TGA, kapasitas tukar kation (KTK), derajat pengembangan (DP) dan morfologinya.

#### **Penentuan Kapasitas Tukar Kation (KTK)**

Penentuan KTK membran dilakukan dengan metode titrasi asam – basa (Nolte *et al.*, 1993). Sampel membran dengan dimensi 1 x 1 cm<sup>2</sup> ditimbang dan direndam dalam larutan asam klorida 0,1M selama 1 jam. Sampel ditiriskan dan direndam kedalam larutan natrium klorida (NaCl) 1M selama 12 jam. Filtrat hasil perendaman diambil sebagian dan dititrasi dengan NaOH. Nilai KTK ditentukan dengan persamaan (1).

$$\text{KTK} = \frac{(\text{vol. NaOH} \times C_{\text{NaOH}})}{\text{massa sampel}} \quad (1)$$

#### **Penentuan derajat pengembangan atau *swelling degree* (SD)**

Sampel membran dengan berat tertentu ditimbang dalam kondisi kering ( $W_a$ ). Sampel kemudian direndam dalam air selama 12 jam dan ditimbang untuk mendapatkan berat basah ( $W_b$ ). *Swelling degree* ditentukan dengan persamaan (2).

$$\text{SD} = \frac{(W_b - W_a)}{W_a} \times 100 \% \quad (2)$$

#### **Analisis Termal dengan *Thermogravimetric* (TG)**

Analisis TG dilakukan dengan alat STA Linseis 1600 yang telah dikalibrasi sebelumnya dengan Indium (In) dan barium karbonat (BaCO<sub>3</sub>). Sampel dipanaskan pada suhu ruang sampai 700 °C dengan kecepatan pemanasan 20 derajat per menit pada kondisi atmosfer ruangan dan sebagai pembanding digunakan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

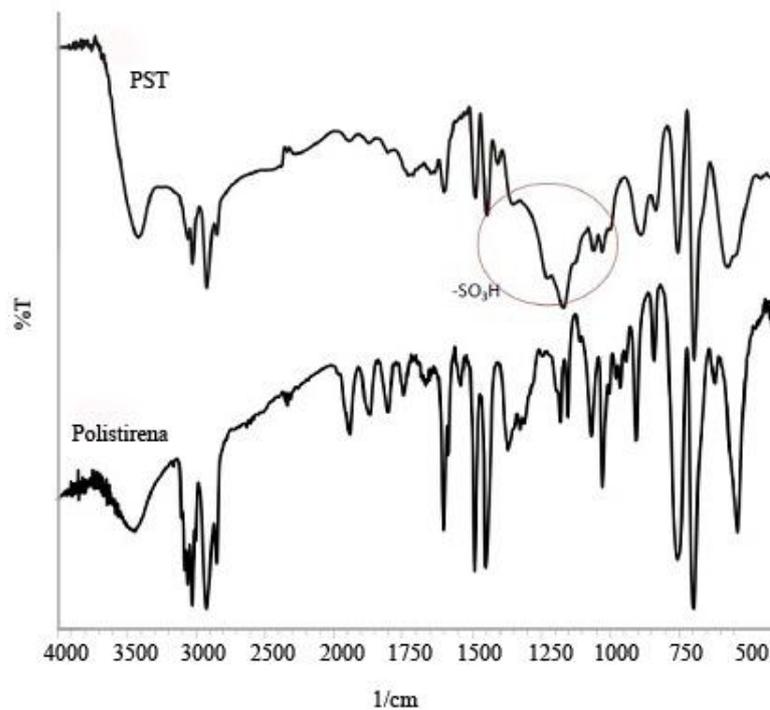
## **PEMBAHASAN**

### **Sintesis Kitosan Vanilin dan Polistirena Tersulfonasi**

Dalam penelitian ini Polistirena Tersulfonasi (PST) yang dihasilkan berupa polimer serbuk berwarna putih, yang tidak jauh berbeda dengan polimer awalnya. Polistirena dan PST ditunjukkan pada Gambar 3. Keberhasilan modifikasi pada polistirena dengan proses sulfonasi ditunjukkan dengan munculnya beberapa puncak baru pada data FTIR khususnya munculnya puncak yang mencirikan gugus sulfonat (-SO<sup>3</sup>H) pada daerah 1150 – 1185 cm<sup>-1</sup> yang ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 3.** Polistirena (a) dan polistirena tersulfonasi (b).

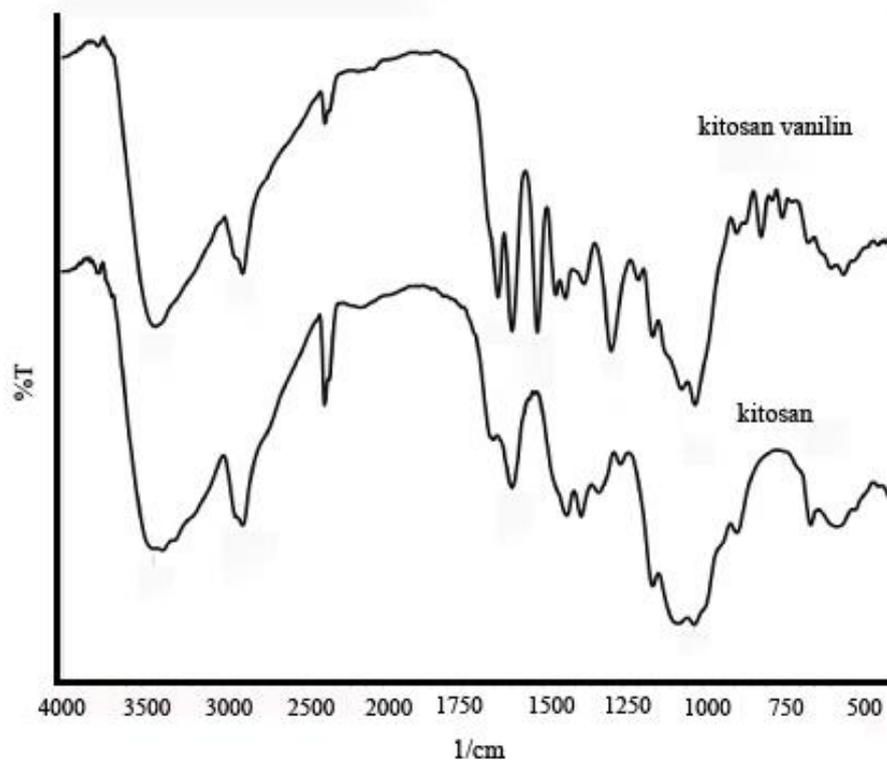


**Gambar 4.** Spektra FTIR polistirena dan polistirena tersulfonasi.

Modifikasi kitosan dengan proses vanilnasi menghasilkan kitosan vanilin (KV) berupa polimer serbuk berwarna kecoklatan yang ditunjukkan pada Gambar 5. Hal ini sesuai dengan penelitian Suhardi (1993) yang menyatakan bahwa terjadinya reaksi basa Schiff dari kitosan memberikan warna kuning kemerahan sampai kecoklatan. Analisa FTIR terhadap kitosan vanilin pada gambar 6 menunjukkan munculnya puncak-puncak baru diantaranya terbentuknya ikatan imina (C=N) atau schif base pada daerah  $1641\text{ cm}^{-1}$ .



**Gambar 5.** Kitosan (a) dan kitosan vanilin (b).



**Gambar 6.** Spektra FTIR kitosan dan kitosan vanilin.

Hasil analisis kapasitas tukar kation (KTK) pada PST dan KV diperoleh berturut-turut 1,31 dan 0,508 meq/gr. Rendahnya nilai KTK pada KV dapat disebabkan oleh struktur awal kitosan yang digunakan. Pada penelitian ini kitosan yang digunakan memiliki berat molekul tinggi. Struktur kitosan pada kondisi tersebut berbentuk helik dan seperti batang pejal, serta rigid (Sakajiri *et al.*, 2006). Struktur yang rigid dan penuh sesak (*crowded*) mengakibatkan reaksi gugus amina pada kitosan terfasilitasi lebih banyak hanya pada bagian permukaan saja.

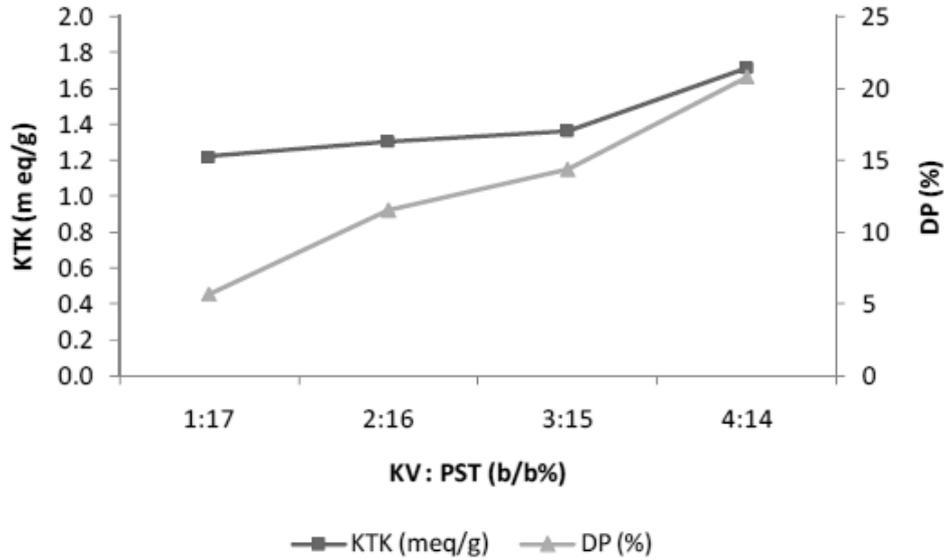
## **Membran Komposit PST/KV/PEG**

### **Analisis Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Derajat Pengembangan (DP) Membran Komposit**

Membran komposit PST/PEG/KV dibuat dengan berbagai komposisi diantaranya peningkatan konsentrasi PST dan KV untuk memperoleh membran dengan tekstur yang baik dan homogen. Pada penelitian ini pemakaian KV dengan konsentrasi tinggi menghasilkan membran yang getas, dan sulit untuk dikarakterisasi, sehingga komposisi membran dibatasi pada komposisi KV maksimal 4 %.

Kemampuan suatu membran dalam menukarkan kation maupun dalam menyerap air menentukan kinerjanya sebagai membran polimer elektrolit. Pada penelitiannya, Smitha (2003) menyatakan bahwa kemampuan membran dalam menukarkan kation memegang peranan penting dalam aplikasinya sebagai membran elektrolit, hal ini karena KTK berperan dalam penghantaran proton dan merupakan perkiraan secara tidak langsung terhadap konduktivitas proton. Kemampuan penyerapan air pada membran dipengaruhi oleh banyaknya gugus hidrofil pada material penyusunnya. Pada penelitian ini gugus hidrofil berasal dari gugus hidroksi dari kitosan vanilin dan gugus polietilen glikol, selain itu juga dari gugus bermuatan pada polistirena tersulfonasi. Nilai derajat pengembangan kurang dari 30% mempunyai efek positif dalam menghambat terjadinya *fuel crossover* pada membran sel bahan bakar, dimana fenomena ini terjadi karena adanya proses permeasi bahan bakar melalui membran polimer elektrolit (Smitha, 2003).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai KTK meningkat dengan bertambahnya jumlah komposisi kitosan vanilin pada membran komposit yang ditunjukkan pada Gambar 7. Hal ini karena selain gugus sulfonat dari polistirena tersulfonasi, gugus fenolik dari kitosan vanilin juga berkontribusi dalam menukarkan kation. Pada Gambar 7 juga ditunjukkan derajat pengembangan membran pada berbagai komposisi membran. Pengujian terhadap pengurangan jumlah PST pada komposit, menunjukkan peningkatan nilai derajat pengembangan. Hal ini terjadi karena PST merupakan material penyangga yang dapat menahan terjadinya penyerapan air. Hal ini disebabkan oleh sifat natural polistirena yang hidrofob, sedangkan kitosan vanilin dan polietilen glikol mempunyai kemampuan untuk menyerap air sangat tinggi karena banyak mengandung gugus hidrofil sehingga ketika jumlah polistirena tersulfonasi menurun maka kemampuan untuk menyerap air sangat tinggi.

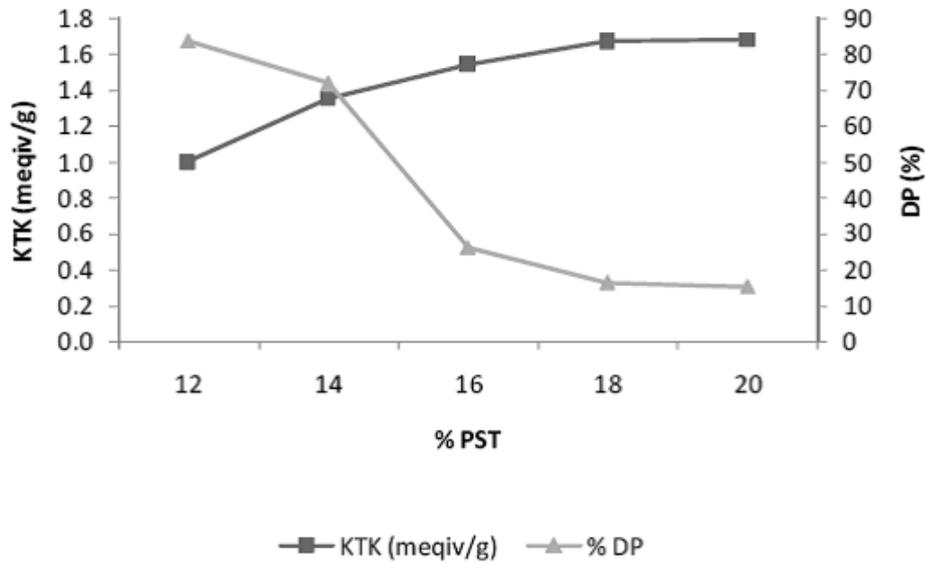


**Gambar 7.** Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Derajat Pengembangan (DP) membran komposit PST/KV/PEG dengan variasi KV.

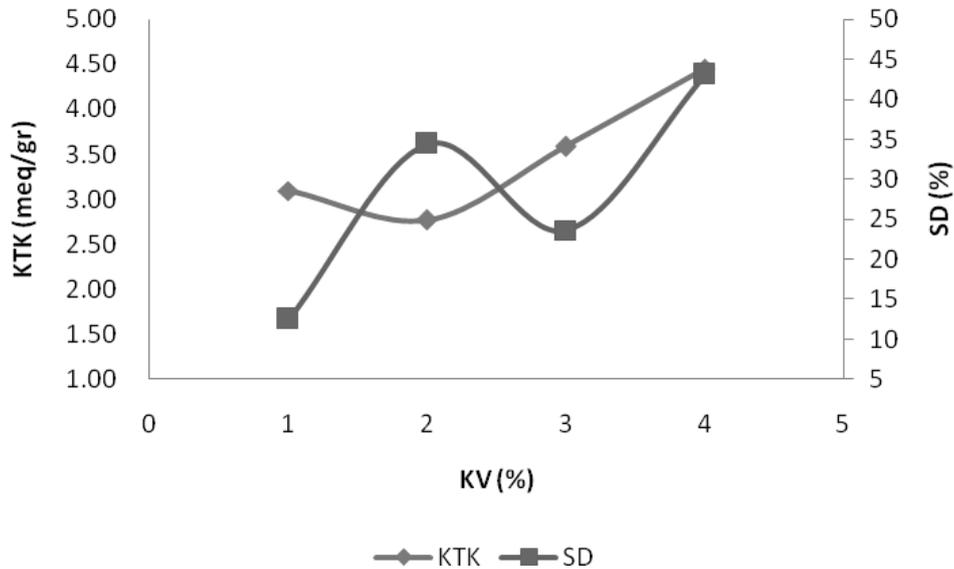
Pengaruh bertambahnya konsentrasi PST pada komposit terhadap nilai KTK ditunjukkan pada Gambar 8. Pada komposisi ini jumlah kitosan vanilin dan pelarut dibuat konstan sedangkan jumlah polistirena tersulfonasi dan polietilen glikol dibuat bergerak. Hasil menunjukkan dengan bertambahnya jumlah polistirena tersulfonasi maka nilai KTK meningkat, sementara berbanding terbalik dengan derajat pengembangannya. Meningkatnya jumlah PST akan meningkatkan jumlah gugus bermuatan negatif yang mampu untuk pertukaran kation. Sedangkan nilai derajat pengembangannya menurun karena semakin banyak jumlah PST maka semakin banyak gugus non polar dari rantai utama polistirena yang menghalangi interaksi dengan air sehingga kemampuan untuk menyerap air menurun. Kadar PST di atas 16 % memperoleh DP dibawah 30 %. Hal ini menunjukkan komposisi komposit tersebut cukup baik dalam aplikasi membran sel bahan bakar.

Pengaruh konsentrasi KV terhadap KTK dan DP ditunjukkan pada Gambar 9. Pada komposisi ini konsentrasi KV dibuat naik, sementara PST dan PEG dibuat konstan masing-masing 12 dan 16 %. Data menunjukkan dengan bertambahnya konsentrasi KV mengakibatkan nilai KTK membran relatif meningkat, demikian pula nilai SD. Peningkatan konsentrasi KV pada komposisi membran akan menyediakan lebih banyak gugus fungsi yang mampu menukarkan kation, yaitu gugus fenolik dari vanilin. Namun demikian, peningkatan konsentrasi KV meningkatkan gugus hidrofil pada membran sehingga SD meningkat. Pada konsentrasi KV 4 % membran telah mengalami SD lebih

dari 30 %, hal ini menunjukkan bahwa komposisi ini sudah tidak layak untuk aplikasi membran sel bahan bakar.



**Gambar 8.** KTK dan DP membran komposit PST/KV/PEG dengan variasi konsentrasi PST.



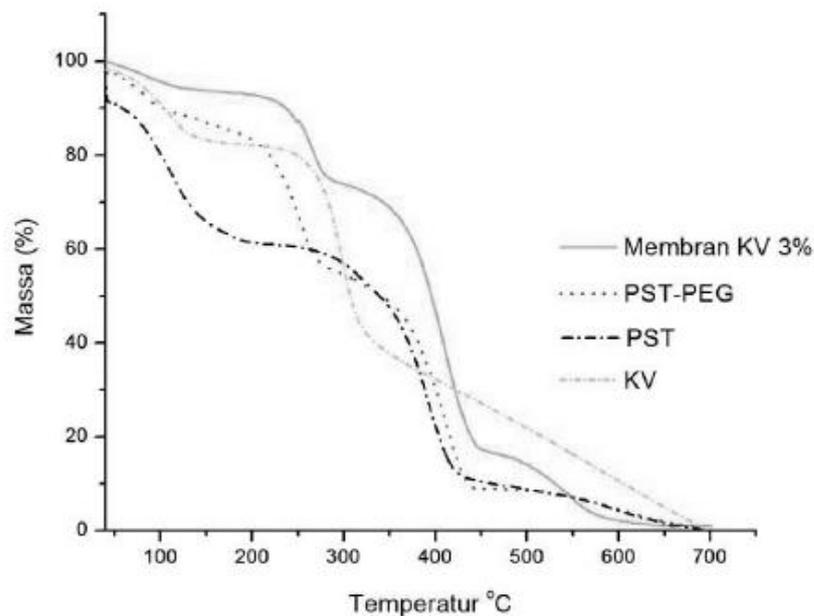
**Gambar 9.** KTK dan DP membran PST/PEG/KV pada berbagai konsentrasi KV.

### Analisis Termal Membran Komposit

Analisis sifat termal dilakukan secara *Termogravimetric Analysis* (TGA). Analisis sifat termal dilakukan pada membran komposit dengan berbagai variasi konsentrasi PST dan membran komposit pada konsentrasi KV 3 %. Data termogram TGA dapat digunakan untuk mempelajari kestabilan termal dari membran komposit. Gambar 10 menunjukkan termogram dari kitosan vanilin (KV), Polistirena Tersulfonasi (PST), membran polistirena

tersulfonasi yang dikompositkan dengan polietilen glikol (PST-PEG), dan membran komposit dengan komposisi KV 3 %. Data menunjukkan pada rentang suhu 60 – 140 °C baik pada KV maupun membran komposit PST/PEG terjadi perubahan massa yang menunjukkan hilangnya air. KV mulai mengalami degradasi pada rentang suhu 260 – 350 °C yang menunjukkan hilangnya gugus asetil dan amino yang tidak tersubstitusi, serta gugus vanilin yang terikat. Degradasi KV yang ketiga terjadi pada suhu 380 – 700 °C yang menunjukkan degradasi rantai utama polimer kitosan menjadi molekul yang lebih kecil.

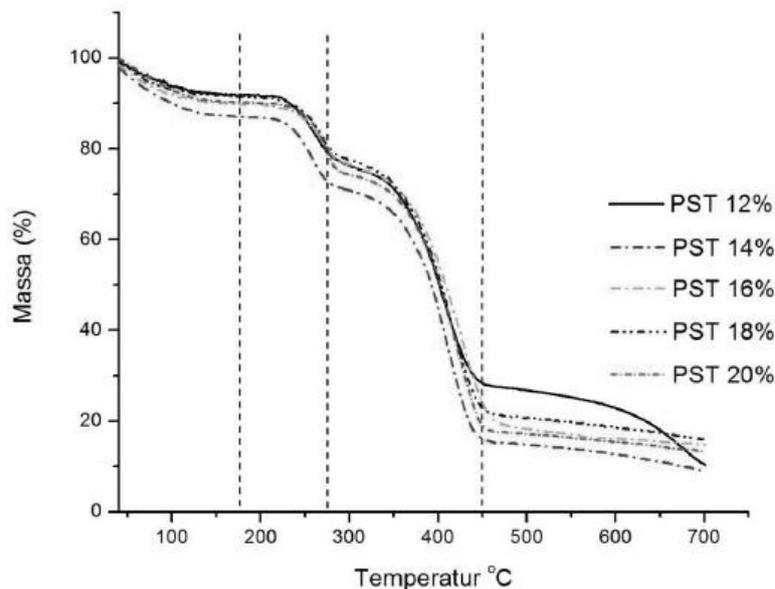
Degradasi PST terjadi cukup curam pada awal pengujian sampai 150 °C dan curaman kedua pada rentang 300 – 400 °C. Degradasi pertama pada PST merupakan pelepasan air dan pemutusan gugus sulfonat, sementara degradasi kedua merupakan pemutusan rantai utama polimer. Pada membran PST-PEG degradasi pertama terjadi pada rentang suhu 180 – 280 °C yang merupakan hilangnya PEG dan juga hilangnya gugus sulfonat pada polistirena tersulfonasi (PST). Degradasi yang kedua terjadi pada rentang suhu 300 – 440 °C yang menunjukkan degradasi rantai utama polimer polistirena menjadi monomernya. Degradasi membran komposit PST/PEG/KV terjadi melalui empat tahap degradasi, yaitu pelepasan molekul air pada suhu sekitar 100 °C, degradasi PEG dan substituen pada kitosan pada daerah sekitar 230-280 °C, pemutusan rantai utama PST pada 350 – 440 °C, dan degradasi ke empat pada daerah 500 °C yang merupakan pemutusan sisa molekul kitosan dan PST.



**Gambar 10.** Termogram kitosan vanili (KV), polistirena tersulfonasi (PST), dan Membran komposit.

Penambahan KV pada komponen membran mengakibatkan terjadinya pergeseran suhu degradasi kearah yang lebih tinggi. Degradasi PEG pada membran PST/PEG diawali pada daerah 180 °C, sementara pada membran PST/PEG/KV membran mengalami degradasi pada suhu di atas 200 °C. Hal ini menunjukkan telah terjadi interaksi yang cukup kuat antar komponen membran. Adanya gugus sulfonat maupun hidroksi pada material membran dapat mengakibatkan terbentuknya ikatan hidrogen antar komponen membran.

Pengaruh penambahan konsentrasi PST pada sifat termal membran ditunjukkan pada Gambar 11. Seperti halnya pada Gambar 10 sebelumnya, degradasi komposit PST/PEG/KV pada Gambar 11 menunjukkan pola degradasi dengan empat tahapan. Penambahan jumlah PST tidak berdampak signifikan pada pergeseran suhu degradasi, namun terjadi perbedaan pada besaran massa yang didegradasi khususnya pada rentang 350 - 440 °C. Pada suhu sekitar 100 °C menunjukkan hilangnya air. Perubahan massa pada suhu 230-280 °C menunjukkan hilangnya PEG dan juga hilangnya gugus samping pada material polimer penyusun membran yaitu hilangnya gugus vanilin pada kitosan vanilin (KV). Degradasi berikutnya terjadi pemutusan rantai utama PST yang terjadi pada suhu sekitar 350 - 440 °C.

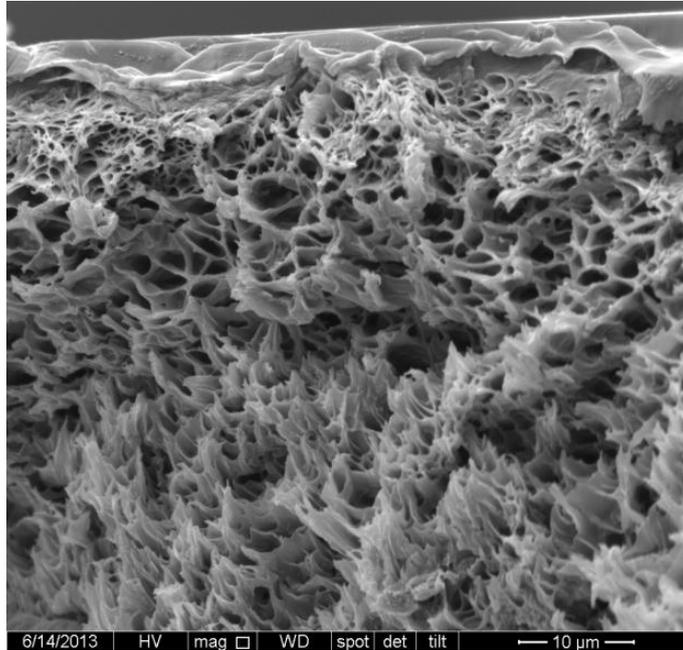


**Gambar 11.** Termogram membran komposit PST/KV/PEG dengan variasi PST.

### Analisis Morfologi Membran

Pola penampang lintang membran komposit dianalisa dengan SEM yang ditunjukkan pada Gambar 12. Hasil menunjukkan pola berongga-rongga dari membran komposit. Rongga tersebut terjadi karena tolakan gugus hidrofil dengan gugus hidrofob dari penyusun membran. Gugus hidrofil berasal dari gugus sulfonat, hidroksi maupun

fenolik, sementara gugus hidrofob berasal dari rantai karbon PST maupun gugus benzena yang tidak tersulfonasi. Dari pola tersebut dapat diprediksi pola aliran hantaran proton pada membran, karena proton akan mengambil lintasan dengan tingkat energi yang paling rendah.



**Gambar 12.** Citra penampang lintang membran komposit PST/PEG/KV dengan KV 3 %.

## KESIMPULAN

Preparasi membran komposit PST/PEG/KV berhasil dibuat dengan struktur membran yang homogen pada berbagai konsentrasi PST dan KV. Peningkatan konsentrasi PST mampu meningkatkan KTK dan juga menurunkan SD membran, sementara peningkatan KV meningkatkan KTK maupun SD membran. Ketahanan termal membran menunjukkan membran mengalami degradasi secara beberapa tahap, yaitu pelepasan air, degradasi gugus samping dan PEG, dan diakhiri dengan degradasi rantai utama kitosan dan polistirena. Secara keseluruhan membran komposit cukup baik untuk aplikasi diatas 150 °C.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Sebelas Maret atas dukungan dana pada penelitian ini melalui hibah unggulan pemula melalui Dana BOPTN Universitas Sebelas Maret No: 165/Un.27.11/PN/2013.

## DAFTAR PUSTAKA

- Iojoiu, C., Maréchal, M., Chabert, F., and Sanchez, J.Y., 2005, Mastering Sulfonation of Aromatic Polysulfones: Crucial for Membranes for Fuel Cell Application, *Fuel cells*, vol. 5, pp. 344-354.
- Jiao, T.F., Juan, Z., JingXin, Z., Lihua, G., Yuan, Y.X., dan Xu, H.L., 2011, Synthesis and Characterization of Chitosan-based Schiff Base Compounds with Aromatic substituent Groups, *Iranian Polymer Journal*, vol. 20, pp. 123 – 136
- Makowski H. S., Lundberg, R. D., and Gopal, H. S., 1975, Flexible Polymeric Compositions Comprising A Normally Plastic Polymer Sulfonated to about 0.2 to about 10 Mole % Sulfonate, United State Patent No. 3870841.
- Martins, C. R., Ruggeri, G., and Paoli, M. D., 2003, Synthesis in Pilot Plant Scale and Physical Properties of Sulfonated Polystyrene, *Journal Of The Brazilian Chemical Society*, vol. 14, no. 5, pp. 797-802.
- Mat, N.C., and Liang, A., 2009, Chitosan-Poly(Vinyl Alcohol) and Calcium Oxide Composite Membrane For Direct Methanol Fuel Cell Application, *Engineering Letters*, vol. 17, pp. 301-304.
- Nolte, R., Ledjeff, K., Bauer, M., and Mulhaupt, R., 1993, Partially Sulfonated Poly (Arylene Ether Sulfone) - A Versatile Proton Conducting Membrane Material For Modern Energy Conversion Technologies, *Journal of Membrane Science*, vol.83, pp. 211-220
- Pramono, E., Prabowo, P.S.A., Purnawan, C. and Wulansari, J., 2012, Pembuatan dan karakterisasi kitosan vanilin sebagai membran polimer elektrolit, *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, vol. 8, no. 1, pp. 70-78
- Sakajiri, T., Kikuchi, T., Simon, T., Uchida, K., Yamamura, T., Ishii, T., and Yajima, H., 2006, Molecular Dynamics Approach To Study The Discrepancies In The Thermal Behavior Of Amylose and Chitosan Conformations, *Journal of Molecular Structure: THEOCHEM*, vol. 764, pp. 133–140.
- Santos, J. S. D., Dockal, E. R., and Cavalheiro, E. T. G., 2005, Thermal Behavior of Schiff Bases from Chitosan, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, vol. 79, pp. 243-248.
- Smitha, B., Sridhar S., and Khan A.A., 2003, Synthesis and Characterization of Proton Conducting Polymer Membranes For Fuel Cells, *Journal of Membrane Science.*, vol. 225, pp. 63-76.
- Suhardi, 1993. *Kitin dan Kitosan*, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.
- Wiyarsi, A., 2008, Sintesis Derivat Kitosan Vanilin dan Aplikasinya Sebagai Agen Antibakteri Pada Kain Katun, Program studi kimia, Universitas Gajah Mada, Tesis, Yogyakarta
- Ye, S.Y., Rick, J., and Hwang, B.J., 2012, Water Soluble Polymers as Proton Exchange Membranes For Fuel Cells, *Polimers*, vol. 4, pp. 913-963