

# STUDI KONDUKTIVITAS ELEKTROLIT POLIMER KITOSAN/PVA+KOH (Conductivity study of Chitosan/PVA+KOH polymer electrolyte)

R.Putri<sup>1</sup>, A.Maddu<sup>2</sup>, Irzaman<sup>2</sup>

1. Departemen Fisika, Universitas Muhammadiyah Riau

2. Departemen Fisika, Institut Pertanian Bogor

## ABSTRAK

*The blend-based polymer electrolyte consisting of chitosan and polyvinyl alcohol (PVA) as host polymers and potassium hydroxide (KOH) as the complexing salt was studied. Polymer electrolyte were obtained by the casting technique. An attempt was also made to investigate the effect of TiO<sub>2</sub> concentration in the chitosan/PVA+KOH polymer electrolyte. The best ionic conductivity values of  $1,105 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$  at room temperature were obtained for the sample containing 35%wt of KOH and  $1,210 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$  for the sample containing 50% wt TiO<sub>2</sub>. The polymer electrolyte with good ionic conductivity properties were characterized by thermal analysis (DSC). The glass transition temperature about 75.30 °C for the optimum Chitosan/PVA+KOH*

*Key words : polymer electrolyte, conductivity, chitosan*

## 1. PENDAHULUAN

Udang merupakan salah satu komoditas ekspor perikanan Indonesia yang jumlahnya dari tahun ke tahun semakin meningkat. Potensi udang pada tahun 2009 sebesar 540.000 ton, limbah yang diperkirakan mencapai 324.000 ton. Jika limbah sebanyak ini tidak ditangani dengan baik, maka akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan [1,2].

Kulit udang mengandung kitin sebesar 99,1%. Jika diproses lebih lanjut akan dihasilkan kitosan. Kitosan memiliki gugus aktif amina bebas dan hidroksil. Dengan adanya gugus-gugus ini, maka kitosan dapat dimodifikasi menjadi berbagai produk. Modifikasi yang dapat dilakukan adalah alkilasi, sililasi, tosilasi, pembentukan garam kuartener, sulfatasi, fosforilasi, dan tiolasi [2,3]. Kitosan juga dapat dimodifikasi dengan cara dicampur dengan polimer lain seperti polivinil alkohol(PVA) dan poli(asam akrilat).

Pencampuran kitosan/PVA dapat dimanfaatkan sebagai elektrolit polimer untuk berbagai macam aplikasi. Hal ini dapat dilihat dari kedua potensi bahan tersebut. Kitosan bersifat polielektrolit kationik karena adanya gugus amino, *biodegradable*, bisa membentuk film, dan bisa berfungsi sebagai agen pengkelat ion logam. Sedangkan PVA memiliki sifat mekanik yang bagus dan kemampuan terdegradasi alami pada kondisi tertentu. Pencampuran kitosan dan PVA dapat memperbaiki kekuatan mekanik dan meningkatkan konduktivitas elektrolit polimer [1,2].

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi optimum kitosan/PVA+KOH. Komposisi optimum merupakan komposisi elektrolit polimer yang menghasilkan nilai konduktivitas ionik paling tinggi. Selain itu juga diteliti efek penambahan *filler* TiO<sub>2</sub> terhadap komposisi kitosan/PVA+KOH optimum..

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biofisika Departemen Fisika IPB dan Sentra Teknologi Polimer PUSPITEK Serpong dari Mei 2008 sampai Januari 2009.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah kitosan, polivinil alkohol (PVA), aquades, asam asetat, KOH, dan  $\text{TiO}_2$ . Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, gelas piala, pipet tetes, pipet Mohr, gelas ukur Iwaki 10 ml dan 100 ml, *hot plate*, cawan petri, *hot plate stirrer*, *tissue*, *Bransonic 2510* dan *furnace* (tanur). Alat karakterisasi yang digunakan diantaranya adalah: LCR meter dan *Rheometric Scientific DSC*.

Kitosan sebanyak 0,25 gram dilarutkan dalam 10 ml asam asetat 1% dengan metode sonikasi selama 4 jam. Kemudian ditambahkan PVA sebanyak 0,25 gram. Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan *hot plat stirrer* pada temperatur 80 °C sampai larutan homogen. Campuran kitosan-PVA yang telah homogen ditambahkan KOH dengan variasi konsentrasi 0–50% wt. Campuran kitosan/PVA+KOH dengan berbagai konsentrasi didinginkan pada suhu ruang dan diukur konduktivitasnya dengan menggunakan LCR meter. Efek penambahan *filler*  $\text{TiO}_2$  pada campuran kitosan/PVA+KOH optimum diamati pada variasi konsentrasi 0–60% wt dengan cara mengukur konduktivitasnya.

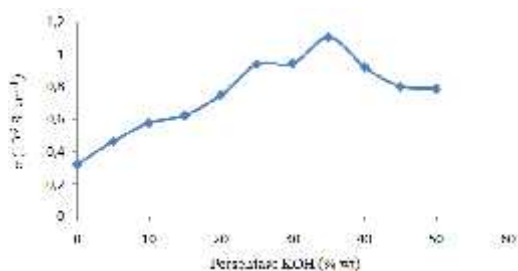
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Konduktivitas ionik kitosan/PVA

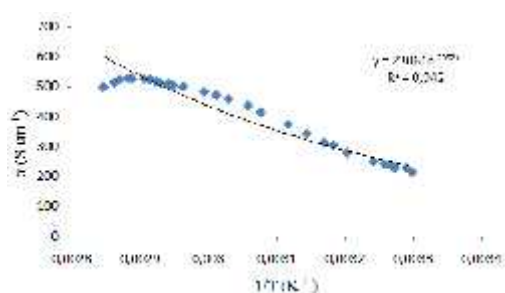
Kajian yang paling penting dalam kompleks elektrolit polimer adalah

pengukuran konduktivitas ioniknya. Konduktivitas ionik yang ditunjukkan oleh suatu matriks elektrolit polimer adalah hasil dari penambahan (*doping*) unsure alkali ke dalam matriks polimer tersebut. Unsur alkali yang ditambahkan ke dalam polimer kitosan/PVA adalah kalium dari senyawa KOH dengan berbagai konsentrasi (%wt). Dari Gambar 1, dapat dilihat bahwa nilai konduktivitas ionik meningkat dengan semakin banyaknya KOH yang ditambahkan. Konduktivitas ionik kitosan/PVA tanpa penambahan KOH sekitar  $0,325 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ . Konduktivitas meningkat ketika ditambahkan KOH ke dalam polimer tersebut. Peningkatan konduktivitas ionik akibat adanya penambahan KOH berkaitan dengan adanya peningkatan jumlah ion pembawa muatan ( $\text{K}^+$ ) dan reaksi ion tersebut di dalam rantai polimer [4].

Pada batas tertentu penambahan garam KOH mengakibatkan penurunan nilai konduktivitas ionik elektrolit polimer kitosan/PVA. Nilai konduktivitas ionik paling tinggi yaitu pada penambahan KOH sebesar 35%. Konduktivitas ionik kitosan/PVA pada kondisi penambahan KOH 35 % (optimum) adalah sebesar  $1,105 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ . Nilai ini lebih besar  $0,255 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$  dibandingkan dengan konduktivitas ionik elektrolit polimer PVA+KOH 40% yang telah dilakukan A.A Mohamad dan A. K. Arof pada tahun 2006 [5]. Senyawa KOH yang ditambahkan pada elektrolit polimer kitosan/PVA, 5% lebih rendah dibandingkan dengan elektrolit polimer PVA+KOH. Penambahan kitosan pada PVA terbukti dapat meningkatkan konduktivitas ionik elektrolit polimer karena kitosan sendiri merupakan polimer yang bersifat konduktif.



**Gambar 1 Variasi konduktivitas ionik elektrolit polimer kitosan/PVA terhadap persentase penambahan KOH (% wt)**



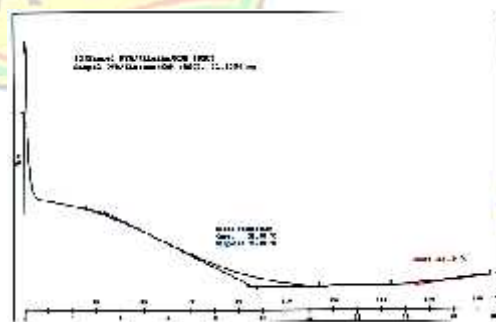
**Gambar 2 Hubungan antara temperatur dan konduktivitas ionik kitosan/PVA+KOH 35 %**

Hubungan konduktivitas ionik elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH terhadap temperatur dapat dilihat pada Gambar 2. Elektrolit polimer yang diukur merupakan elektrolit polimer dengan konduktivitas ionik paling tinggi (35% KOH). Dari Gambar 2, dapat dilihat bahwa semakin tinggi temperatur, maka konduktivitas ionik elektrolit polimer juga semakin tinggi. Pada batas temperatur tertentu, konduktivitas elektrolit polimer semakin menurun dengan semakin meningkatnya temperatur. Nilai konduktivitas ionik elektrolit polimer optimum pada suhu  $75,40^{\circ}\text{C}$ . Adanya temperatur optimum ini berpengaruh dalam aplikasi elektrolit polimer tersebut. Selain itu, peningkatan konduktivitas terhadap temperatur berkaitan dengan apa yang terjadi pada kristal ionik yaitu terjadinya proses lompatan ion ke bagian tetangga atom terdekat yang kosong. Pada temperatur tinggi, pergerakan termal rantai polimer dan disosiasi garam semakin meningkat sehingga konduktivitas semakin meningkat.

Pada temperatur rendah, kehadiran garam KOH menyebabkan interaksi garam-polimer atau interaksi kation-dipol yang akan meningkatkan energi kohesif jaringan polimer. Ketika terjadi penurunan volume bebas, gerak segmental polimer dan ion akan terhalang, sehingga terjadi penurunan konduktivitas ionik [6].

### DSC (Differential Scanning Calorimetry)

Salah satu teknik yang digunakan untuk menentukan temperatur transisi gelas ( $T_g$ ) elektrolit polimer adalah DSC (Differential Scanning Calorimetry). Temperatur transisi gelas ( $T_g$ ) merupakan sifat yang penting dalam polimer, di mana pada temperatur ini terjadi perubahan dari keadaan glassy ke keadaan rubbery. Tinggi rendahnya temperatur transisi gelas dipengaruhi oleh kekuatan ikatan antar rantai pada polimer dimana kekuatan ikatan makin besar maka temperatur transisi gelas juga makin tinggi [7]. Temperatur transisi gelas PVA adalah  $85^{\circ}\text{C}$  sedangkan kitosan adalah  $150^{\circ}\text{C}$ . Temperatur transisi gelas kitosan sulit ditentukan karena kitosan mempunyai sifat kristalin dan berbentuk heterosiklik dimana kuatnya ikatan antar dan intermolekul hidrogen di dalam polimer kitosan. Sifat ini biasanya juga ditemukan pada beberapa polisakarida seperti turunan selulosa dan kitin.



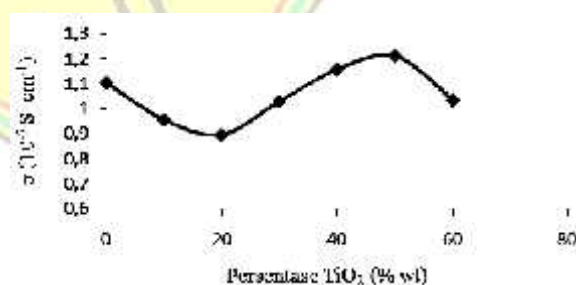
**Gambar 3 Temperatur transisi gelas ( $T_g$ ) Kitosan/PVA+KOH**

Analisa DSC telah dilakukan pada polimer elektrolit kitosan/PVA+KOH dengan perbandingan kitosan: PVA = 1 : 1 dan penambahan KOH 35%. Dari analisa ini (Gambar 3) hanya diperoleh satu titik transisi gelas yaitu 75,30 oC. Titik transisi gelas ini lebih mendekati dan lebih rendah dari Tg PVA. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut, penambahan kitosan pada PVA akan menyebabkan terjadinya peningkatan fleksibilitas rantai polimer. Peningkatan fleksibilitas rantai menyebabkan kemampuan atom-atom pada struktur polimer untuk berputar atau melakukan segmental di antara rantai-rantainya semakin meningkat. Akibatnya temperatur transisi gelas paduan polimer tersebut semakin menurun.

Konduktivitas ionik akan semakin meningkat dengan semakin turunnya temperatur transisi gelas elektrolit polimer. Pada kondisi penambahan garam optimum diperoleh nilai temperatur gelas tertentu yang nilainya merupakan kombinasi dari temperatur transisi gelas masing-masing polimer pembentuknya. Penelitian yang telah dilakukan Osman pada kitosan+Li menunjukkan bahwa penambahan garam pada elektrolit polimer akan menurunkan temperatur transisi gelas dan meningkatkan konduktivitas ioniknya [7]. Pada kondisi tertentu, terjadi peningkatan nilai Tg ketika penambahan garam melebihi jumlah optimum. Meningkatnya nilai Tg akan menyebabkan menurunnya fleksibilitas segmental dan semakin kakunya rantai polimer. Kekakuan rantai polimer terjadi akibat adanya ikatan silang antara kation pada garam dengan segmen di sekeliling rantai yang juga akan menurunkan mobilitas kation.

### Efek Penambahan filler $\text{TiO}_2$

Salah satu cara untuk meningkatkan konduktivitas ionik elektrolit polimer adalah dengan menambahkan filler. Penambahan filler tergantung pada aplikasi yang diinginkan. Untuk aplikasi dye-sensitized solar cells (DSSC), filler  $\text{TiO}_2$  dapat ditambahkan pada elektrolit polimer [6,8]. Pada penelitian ini, elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH 35% ditambahkan filler  $\text{TiO}_2$  dengan variasi konsentrasi 0-60% wt. Hasil penelitian menunjukkan (Gambar 4) bahwa semakin banyak  $\text{TiO}_2$  yang ditambahkan, konduktivitas ionik elektrolit polimer semakin tinggi. Konduktivitas ionik elektrolit polimer maksimum pada konsentrasi penambahan  $\text{TiO}_2$  sebesar 50%. Konduktivitas ionik elektrolit polimer dengan penambahan  $\text{TiO}_2$  optimum menghasilkan konduktivitas sebesar  $1,210 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ . Nilai ini lebih besar  $0,154 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$  dari konduktivitas ionik elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH 35% yang hanya  $1,105 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ . Penambahan filler  $\text{TiO}_2$  dapat meningkatkan kekuatan mekanik, meningkatkan konduktivitas ionik, dan stabil dalam interface [8,9].



**Gambar 4** Efek penambahan  $\text{TiO}_2$  pada elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH

### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dihasilkan elektrolit polimer kitosan/PVA+KOH

dengan komposisi optimum KOH 35% wt. Nilai konduktivitas ionik yang dihasilkan pada kondisi optimum adalah  $1,105 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ . Konduktivitas ionik elektrolit polimer meningkat dengan semakin meningkatnya temperatur. Namun pada temperatur diatas transisi gelas konduktivitas menurun karena adanya transisi polimer. Transisi elektrolit polimer terjadi pada temperatur 75,30 °C. Penambahan *filler* TiO<sub>2</sub> akan meningkatkan konduktivitas ionik elektrolit polimer. Elektrolit polimer dengan penambahan *filler* TiO<sub>2</sub> 50% wt menunjukkan nilai konduktivitas ionik yang lebih tinggi yaitu sekitar  $1,210 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aisyah IN. *Pembengkakan Hidrogel Kitosan-Polivinil Alkohol* [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor; 2005
- [2] Kaban J. *Modifikasi Kimia Dari Kitosan dan Aplikasi Produk Yang Dihasilkan*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara; 2009
- [3] Wan Y, Creber KAM, Peppley B, Bui VT. *Synthesis, characterization and ionic conductive properties of phosphorylated chitosan membranes*. *Macromol. Chem. Phys* 2003; 204: 850-858.
- [4] Idris NH, Majid SR, Khair ASA, Hassan MF, and Arof AK. *Conductivity Studies on Chitosan/PEO Blends with LiTFSI Salt*. *Ionics* 2005; 11: 375
- [5] Mohamad AA, Arof AK. *Effect of storage time on the properties of PVA-KOH alkaline solid polymer electrolyte system*. *Ionics* 2006;12: 57-61
- [6] Rajendran S, Babu RS, Renuka Devi K. *Ionic conduction behavior in PVC-PEG blend polymer electrolytes upon the addition of TiO<sub>2</sub>*. *Ionics* 2008; DOI 10.1007/s11581-008-0222-3
- [7] Osman Z. *Thermal and Conductivity Studies of Chitosan Acetate-Based Polymer Electrolytes*. *Ionics* 2005; 11:397
- [8] Lakshman Dissanayake MAK. *Nano-Composite Solid Polymer Electrolytes for Solid State Ionic Devices*. *Ionics* 10 (2004) 221
- [9] Majid SR, Idris NH, Hassan MF, Winie T, Khair ASA and Arof AK. *Transport Studies on Filler-doped Chitosan Based Polymer Electrolyte*. *Ionics* 2005; 11: 451