

KARAKTERISASI DEGRADASI BIOPOLIMER ELEKTROLIT PADA DSSC (*DYE SENSITIZED SOLAR CELL*)

Ristika Oktavia Asriza^{1,a}, Nurhadini¹, Wantu Trisno¹ dan Anggraeni²

¹⁾ Jurusan Kimia Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung

Jl. Kampus Peradaban, Balunijuk, Kepulauan Bangka Belitung, 33172, Indonesia

²⁾ Jurusan Biologi Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi Universitas Bangka Belitung

Jl. Kampus Peradaban, Balunijuk, Kepulauan Bangka Belitung, 33172, Indonesia

^{a)} email korespondensi : ristika@ubb.ac.id

ABSTRAK

Polimer elektrolit merupakan komponen DSSC (*Dye Sensitized Solar Cell*) yang dapat menghantarkan elektron dari anoda ke katoda. Oleh karena itu, daya tahan dan kestabilan dari polimer elektrolit tersebut harus terjaga. Kestabilan polymer elektrolit berkaitan penggunaan jangka panjang DSSC. Kestabilan ini dapat diketahui dengan mengukur pengaruh lingkungan terhadap degradasi biopolimer elektrolit. Degradasi pada polimer elektrolit dapat terjadi dengan adanya pengaruh dari luar, salah satunya adalah sinar UV. Polimer elektrolit yang telah disinari UV dikarakterisasi dengan FTIR. Hasil spektrum FTIR menunjukkan adanya puncak serapan pada bilangan gelombang 3500-3000 cm^{-1} , 1636 cm^{-1} , 1225 cm^{-1} , dan 1094 cm^{-1} . Puncak serapan ini menunjukkan adanya gugus fungsi hidroksil, amida, ester, dan eter.

Kata kunci: Polimer elektrolit, Fotodegradasi, UV-Vis, FTIR

PENDAHULUAN

DSSC (*Dye Sensitized Solar Cell*) merupakan salah satu dari tipe sel surya yang memiliki keunggulan, seperti harganya yang relatif murah dan praktis dalam penggunaannya karena dapat digunakan pada beragam kondisi cahaya (Gratzel, 2003; Ye dkk, 2015). Saat ini, banyak penelitian pada bidang DSSC yang mengembangkan polimer elektrolit sebagai matriks dalam menghantarkan elektron dari anoda ke katoda (Pramono dkk, 2012). Polimer elektrolit memiliki keunggulan yaitu dapat meminimalkan kebocoran dan permasalahan penguapan pelarut, transparan, bentuk yang fleksibel, memiliki stabilitas dan konduktivitas yang tinggi (Sequeira dan Santos, 2010). Penggunaan polimer elektrolit terutama berbahan dari alam (biopolymer) semakin mendapatkan perhatian dikarenakan biayanya murah, sumber bahan yang melimpah dan mudah terdegradasi di alam.

Salah satu karakteristik yang penting dari biopolymer adalah daya tahan dan kestabilan biopolymer elektrolit tersebut karena membran elektrolit merupakan salah satu komponen DSSC yang paling mudah mengalami degradasi (Bodner, 2018). Kestabilan biopolymer elektrolit berkaitan penggunaan jangka panjang DSSC. Kestabilan ini dapat diketahui dengan mengukur pengaruh lingkungan terhadap degradasi biopolimer elektrolit. Kemampuan degradasi biopolimer elektrolit akan menentukan waktu pakai, durabilitas serta penggantian komponen dalam DSSC. Selain itu degradasi komponen DSSC sangat dipertimbangkan dalam komersialisasi (Laycock dkk., 2017; Lee dkk., 2009).

Biopolimer elektrolit dapat terdegradasi secara mekanis, paparan sinar ultra violet, dan bakteri.

Kinetika laju degradasi polimer menunjukkan bahwa degradasi sangat mempengaruhi waktu pakai polimer (Arshad dan Maaroufi, 2011). Selain itu degradasi menyebabkan penyusutan polimer elektrolit sehingga dapat mempengaruhi kinerja dari DSSC tersebut.

Penelitian mengenai mekanisme degradasi paparan sinar UV pada elektrolit cair oleh Katoh (2015) menunjukkan bahwa sinar UV menyebabkan ketidakstabilan pada alat DSSC diakibatkan oleh radiasi sinar UV. Penelitian mengenai uji kemampuan degradasi biopolimer elektrolit belum banyak dilakukan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh sinar UV dan paparan langsung sinar matahari terhadap degradasi biopolimer elektrolit yang diaplikasikan pada sel surya terutama DSSC. Biopolimer elektrolit yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah alginate yang merupakan hasil ekstrak dari rumput laut cokelat yang berasal dari Perairan Pulau Bangka.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kemampuan degradasi biopolimer elektrolit yang disintesis dari ekstrak rumput laut.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan-peralatan gelas kimia, termometer lampu UV tipe-C, timbangan analitis, *hotplate stirrer*. Sedangkan bahan yang digunakan adalah rumput laut cokelat, akuades, asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3), hidrogen peroksida (H_2O_2), isopropil

alkohol, gliserol, NH_4I (ammonium iodida), dan I_2 (Iod).

Ekstraksi Rumput Laut Cokelat

Rumput laut cokelat dikumpulkan dari perairan Tuing Pulau Bangka, dibersihkan dan dikeringkan selanjutnya direndam selama 1 jam dengan larutan H_2SO_4 1% dengan perbandingan rumput laut dan larutan HCl adalah 1:20 (b/v). Kemudian, dinetralkan dengan akuadest. Selanjutnya, rumput laut tersebut direndam dengan NaOH 0,5% selama 30 menit dan setelah itu dicuci dengan akuadest sampai pH 7. Kemudian rumput laut tersebut direfluks dengan larutan Na_2CO_3 5% dengan perbandingan rumput laut dan larutan Na_2CO_3 adalah 1:20 (b/v) pada suhu 60°C selama 2 jam. Campuran disaring dan filtrat ditambahkan larutan H_2O_2 10% sampai larutan berwarna kuning. Kemudian ditambahkan dengan larutan H_2SO_4 10% dan dibiarkan selama 30 menit sampai pH-nya 1-2. Hasil tersebut merupakan gel asam alginat. Kemudian gel asam alginat dilarutkan dalam NaOH 10% hingga homogen dan ber-pH netral. Larutan tersebut dituangkan sedikit demi sedikit ke dalam larutan isopropyl alkohol sambil diaduk. Kemudian campuran tersebut didiamkan selama 30 menit hingga terbentuk serat natrium alginat. Serat natrium alginat yang terbentuk dikeringkan dan digiling sehingga terbentuk bubuk natrium alginat (Mahmub, 2012; Jayanudin dkk., 2014).

Sintesis Polimer Elektrolit

Sebanyak 1 gram alginat dilarutkan dalam 20 mL gliserol dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya tambahkan 10 mL larutan NH_4I dengan konsentrasi 0,5 M; 1 M; 1,5 dan 2 M dan diaduk hingga homogen. Setelah membentuk campuran yang homogen, campuran kemudian di-casting dalam plat/wadah kaca. Kemudian pelarutnya diuapkan pada temperatur kamar sehingga terbentuk lapisan tipis polimer elektrolit.

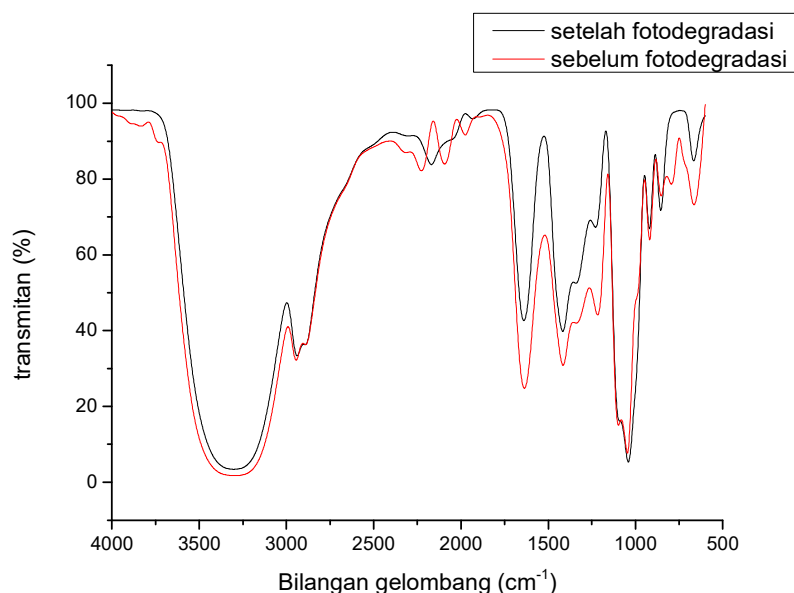
Polimer elektrolit dengan nilai konduktivitas ionik yang paling tinggi kemudian ditambahkan I_2 dengan konsentrasi 20%. Selanjutnya larutan tersebut dicasting dalam plat/wadah kaca dan pelarutnya diuapkan.

Proses Degradasi

Uji degradasi dilakukan melalui uji fotodegradasi dengan menggunakan sinar UV dan cahaya matahari. Pada proses fotodegradasi, film alginat disinari dengan menggunakan paparan sinar matahari dan sinar UV pada rentang panjang gelombang 280-300 nm. Proses fotodegradasi ini dilakukan selama 3 hari. Setelah proses fotodegradasi ini, kemudian sampel dikarakterisasi dengan FTIR dan UV-Vis (Asriza dan Arcana, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Degradasi pada membran polimer elektrolit berupa membran alginat dapat berlangsung secara oksidasi-reduksi akibat adanya pengaruh dari luar, baik berupa sinar UV, termal, atau mikroorganisme. Dengan adanya sinar UV ini maka akan menginisiasi terjadinya proses oksidasi-reduksi pada membran natrium alginat. Reaksi ini akan menyebabkan pemutusan rantai pada polimer sehingga berat molekul polimer menjadi berkurang. Pada penelitian ini, fotodegradasi membran natrium alginat dilakukan dengan penyinaran sinar UV selama 3 hari. Setelah dilakukan penyinaran dengan sinar UV, membran dikarakterisasi dengan FTIR untuk mengetahui perubahan serapan yang terjadi pada sampel. Spektrum FTIR dari polimer elektrolit berupa membran natrium alginat yang belum digunakan sebagai pembanding dalam menganalisis spektrum dari polimer elektrolit yang sudah difotodegradasi dan degradasi secara termal.



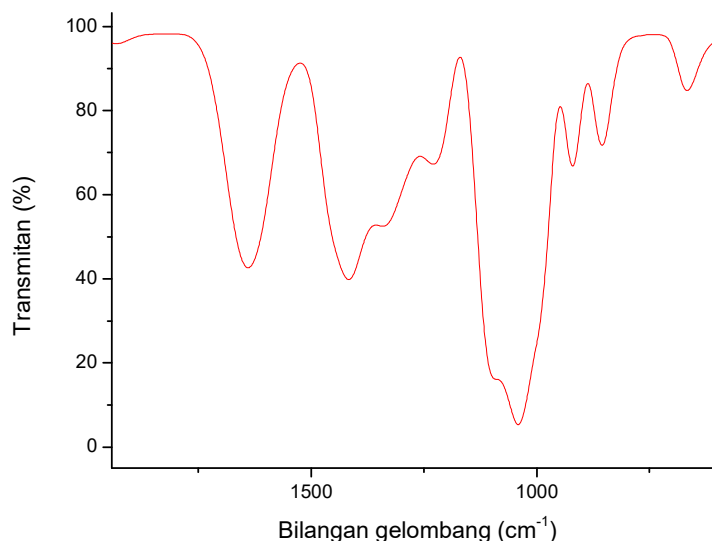
Gambar 1. Spektrum FTIR natrium alginat sebelum dan setelah difotodegradasi dengan sinar UV

Gambar 1. menunjukkan puncak serapan FTIR pada bilangan gelombang 3500-3000 cm^{-1}

menunjukkan adanya gugus fungsi hidroksil (gugus O-H). Pada bilangan gelombang 2944 cm^{-1} , terdapat

puncak serapan lemah yang menunjukkan adanya gugus fungsi aldehyd. Pada spektrum membran natrium alginat yang belum difotodegradasi terdapat puncak serapan pada 2235 cm^{-1} dan 1967 cm^{-1} . Puncak ini menunjukkan hilangnya gugus fungsi $\text{C}\equiv\text{C}$ pada membran natrium alginat yang telah dilakukan fotodegradasi. Hal ini disebabkan karena terjadinya

proses adisi dari membran natrium alginat yang telah mengalami fotodegradasi. Dari kedua spektrum FTIR tersebut, terjadi pergeseran puncak serapan dari bilangan gelombang 2226 cm^{-1} menuju ke 2170 cm^{-1} . Puncak serapan pada daerah bilangan gelombang ini menunjukkan adanya gugus fungsi $\text{C}=\text{C}$.



Gambar 2. Spektrum FTIR natrium alginat setelah fotodegradasi

Gambar 2. menunjukkan puncak serapan pada bilangan gelombang 1636 cm^{-1} yang menandakan adanya gugus fungsi amida. Adanya gugus fungsi asam karboksilat ditunjukkan oleh adanya puncak serapan pada bilangan gelombang 1415 cm^{-1} . Terdapat puncak serapan pada bilangan gelombang 1225 cm^{-1} dan 1094 cm^{-1} . Kedua puncak serapan ini menunjukkan adanya gugus fungsi dari ester dan eter.

Dengan adanya gugus-gugus fungsi ini maka proses degradasi polimer elektrolit yang berasal dari natrium alginat telah berhasil dilakukan. Karena polimer yang dapat terdegradasi mengandung ikatan yang dapat terhidrolisis. Ikatan dalam polimer yang bisa terhidrolisis baik oleh asam maupun oleh sinar UV, termal ataupun enzim dari mikroorganisme mengandung gugus fungsi yang bersifat polar, seperti gugus ester, gugus amida, gugus eter, dan sebagainya.

KESIMPULAN

Degradasi dari polimer elektrolit pada DSSC yang berasal dari natrium alginat telah berhasil dilakukan dengan menggunakan pemaparan langsung oleh sinar UV. Hal ini diperkuat dengan karakterisasi FTIR. Berdasarkan spektrum FTIR membran yang telah mengalami fotodegradasi menunjukkan bahwa terdapat gugus-gugus fungsi yang ester, eter, amida dan hidroksil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bangka Belitung Melalui Program PDTU yang telah memberikan dana hibah penelitian terhadap pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- Arshad, M.A. dan Maaroufi, A.K., 2018. Kinetic approach to degradation mechanisms in polymer solar cells and their accurate lifetime predictions. *Journal of Power Sources*, 391, 134-147
- Asriza, R.O., Arcana, I.M. 2015. Synthesis of Cobalt Stearate as Oxidant Additive for Oxo-biodegradable Polyethylene, The 5th Conference On Mathematic And Natural Sciences, AIP Publishing.
- Bodner, M., Senn, J., Hacker, V. 2018. Degradation Mechanisms and Their Lifetime. *Fuel Cells and Hydrogen*. doi.org/10.1016/C2016-0-01053-7
- Graetzel, M., 2003. Dye-sensitized solar cells. *J. Photochem. Photobiol.* 2, 145-153.
- Jayanudin, Lestari A.Z., Nurbayanti, F. 2014. Pengaruh Suhu dan Rasio Pelarut Ekstraksi Terhadap Rendemen Dan Viskositas Natrium Alginat Dari Rumput Laut Cokelat (*Sargassum* sp), *Jurnal Integritas Proses*, 5, 51-55.
- Katoh, S, Nakajima R, 2015. Mechanism of degradation of electrolyte solutions for dye-sensitized solar cells under ultraviolet light irradiation, *Chemical Physic Letters*, 619, 36-38
- Laycock, B. Nikoli', M., Colwell, J.M., Gauthier,E., Halley, P., Bottle, S.,George, G. 2017. Lifetime

- prediction of biodegradable polymers, *Progress in Polymer Science*, 71, 144–189
- Lee, J.Y., Bhaskar Bhattacharya, Yun Ho Kim, Hee-Tae Jung, Jung-Ki Park, 2009, Self degradation of polymer electrolyte based dye-sensitized solar cells and their remedy, *Solid State Communications*, 149; 307-309
- Mahbub, A.M. 2012. Studi Ekstraksi Alginat Dari Biomassa Rumput Laut Cokelat (*Sargassum crassifolium*) Sebagai Adsorben dalam Biosorpsi Ion Logam Cadmium (Cd), Skripsi, FMIPA UI, Depok.
- Pramono, E., Wicaksono, A., Wulansari, O.J, 2012. Pengaruh Derajat Sulfonasi terhadap Degradasi. *Indonesian Journal of Applied Physics*. Vol. 2 (2), pp. 157-163
- Sequeira, C., and Diego, S., 2010, Polymer electrolytes Fundamentals and applications, Woodhead Publishing Limited, United Kingdom.
- Ye, M., Wen, X., Wang, M. 2015. Recent advances in dye-sensitized solar cells: from photoanodes, sensitizers and electrolytes to counter electrodes. *Materials Today*. Vol. 18, No. 3