

Absorpsi dan Responsivitas Larutan Porphyrin Alam Hasil Isolasi dari Spirulina sebagai Bahan Material Photonics

Agus Supriyanto¹, Kusumandari¹, Fahru Nurosyid¹ dan Antik Erlina²

Abstrak: Telah dilakukan pengujian karakteristik absorpsi larutan porphyrin dan responsivitas cahaya. Larutan senyawa molekul porphyrin diisolasi dari mikroalgae spirulina. Pengujian fotokonduktivitas dalam kondisi gelap diperoleh sekitar $0,9 \times 10^{-4} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ sedangkan pada kondisi diberi intensitas radiasi $0,5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, $10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ dan $16 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ diperoleh fotokonduktivitas sekitar $1,5 \times 10^{-4} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Spektrum absorbansi larutan porphyrin mempunyai sorot band sekitar 410 nm dan Q-band sekitar 660 nm. Dari hasil perhitungan responsivitas cahaya pada larutan porphyrins dengan panjang gelombang 410 nm dan 660 nm mempunyai tanggapan cahaya yang baik yaitu sekitar $3,92 \times 10^{-2} \text{ ampere/watt}$ dan $5,53 \times 10^{-2} \text{ ampere/watt}$. Sedangkan pada panjang gelombang lainnya diperoleh sekitar $1,39 \times 10^{-9} \text{ ampere/watt}$. Hal ini cukup potensial bahwa material porphyrins alam dapat digunakan sebagai material photonics pada devais foto.

Kata Kunci: Absorpsi, porphyrin, responsivitas, photonics.

PENDAHULUAN

Perkembangan fotodetektor dalam teknologi elektronik dan optoelektronik semikonduktor terus berkembang pesat dewasa ini. Dimana komunikasi fiber optik dan fotodetektor akan memegang peranan penting dimasa depan. *Global market* lewat situs resmi World Semiconductor Trade Statistics (Elliot, 2006) melaporkan kebutuhan pasar semikonduktor dan devais terus meningkat. Material semikonduktor anorganik seperti silikon, germanium dan paduannya masih mendominasi bahan teknologi semikonduktor dan devais tersebut. Namun, akhir-akhir ini material

organik sebagai bahan semikonduktor mendapat perhatian khusus dari para peneliti karena hasil-hasil penelitian dapat diaplikasikan sebagai material elektronik maupun optoelektronik, antara lain *field effect transsistor* (FET) (Nakamura, 2004), *organics light emitting diodes* (OLED) (Othman, 2006), dan sel surya (Triyana, 2004). Material organik ini dikenal dengan sebutan *organic semiconductors*. Dewasa ini pengembangan bahan organik sebagai material semikonduktor mempunyai peluang dapat diproduksi dan diaplikasikan sebagai devais mikroelektronik dan optoelektronik.

¹) Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Sebelas Maret
Email: agusf22@yahoo.com

²) Staf Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara

Pengembangan teknologi sensitisasi dari bahan organik alam menarik untuk dipelajari karena ketersediaan di alam yang melimpah. Beberapa tahun terakhir ini, beberapa peneliti seperti Charles, 2002 dan Chou, 2000 telah mengembangkan pemanfaatan dan aplikasi dari material chlorophyll dan porphyrin untuk aplikasi fotodetektor, sensor, katalis, solar cells, dan optoelektronik. Molekul dyesensitizer dari senyawa porphyrin merupakan bahan organik yang sangat menjanjikan untuk dijadikan bahan pembuatan devais optoelektronik. Keunggulan dari bahan ini organik alam ini dengan berat molekul (*molecular weight*) yang kecil mempunyai nilai koefisien serapan yang tinggi.

Porphyrin sebagai *dyes sensitizer* telah banyak dilakukan sebagai material organik semikonduktor untuk pembuatan *organics light emitting diodes* OLED (Shimatani, 2005), dan sel surya. Porphyrin yang terdapat dalam struktur Klorofil-a merupakan salah satu pigmen organik yang banyak dikaji dikarenakan berperan untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi kimia dalam proses fotosintesis di tumbuh-tumbuhan.

Dalam studi penelitian ini dikaji absorpsi dari material larutan porphyrin yang di ekstrak dan di isolasi dengan metoda *column chromatography* dari bahan alam mikroalgae spirulina. Selain itu juga di ukur karakterisasi sifat listriknya dengan menentukan fotokonduktivitas dan responsivitas cahaya dari larutan porphyrin tersebut. Dari hasil ini diharapkan dapat mengetahui karakteristik dye sensitizer dari bahan organik alam mikroalgae spirulina, dan potensi untuk digunakan sebagai bahan fotonik dalam devais fotodetektor.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam isolasi porphyrin adalah dari mikroalgae jenis spirulina. Bahan ini sudah dalam bentuk serbuk yang diperoleh dari Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara. Senyawa molekul porphyrin yang diisolasi dari bahan alam organik mikroalgae spirulina terlebih dahulu diekstrak dimana mikroalgae spirulina berbentuk bubuk digerus sampai halus dan dilarutkan sedikit aseton hingga berbentuk bubur. Untuk melarutkan secara merata menggunakan vortek, kemudian ditambahkan aseton

sebanyak 10 ml secara perlahan dan disaring menggunakan whatman 42. Untuk mendapatkan isolasi porphyrin digunakan metoda *colom chromatography*, dimana larutan ekstrak mikroalgae spirulina dituangkan pada tabung colom yang telah diisi dengan silika gel. Secara perlahan dituangkan dan didorong dengan larutan eluen. Larutan isolasi porphyrin yang berwarna kehijauan dipisahkan dengan larutan β -karoten berwarna kekuningan.

Karakterisasi sifat optik larutan porphyrin menggunakan spektros-kopik UV-Vis type *Spectrophoto-meter* 1601 PC. Sedangkan karakterisasi sifat listrik diukur arus-tegangan (I-V) dalam kondisi gelap dan terang menggunakan metoda konduktivitas *two point probe*. Sumber tegangan menggunakan alat Keithley type 6517A. Dan kondisi terang menggunakan lampu halogen 100 watt dengan variasi intensitas 0,5 $W.m^{-2}$, 10 $W.m^{-2}$ dan 16 $W.m^{-2}$.

Dari pengukuran dengan *two point probe Keithley 6517 A* diperoleh data tegangan (V) dan arus (I), kemudian dari data V-I tersebut dibuat plot grafik hubungan V-I. Resistansi (R) sebagai slope

gradien dari V-I. Untuk menghitung nilai konduktivitas ditentukan oleh:

$$\sigma = \frac{1}{R} \frac{L}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana σ sebagai konduktivitas $ohm^{-1}.cm^{-1}$, L panjang elektroda probe (cm) dan A luas dari penampang elektroda probe (cm^2).

Adapun pengukuran responsivitas diperoleh dengan diberikan cahaya pada panjang gelombang tertentu. Persamaan untuk menentukan besaran responsivitas diperoleh sebagai berikut.

$$\rho = \frac{I_{ph}}{P} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana ρ merupakan responsivitas cahaya (ampere/watt), I_{ph} adalah arus foto (ampere) yang ditimbulkan akibat pengaruh cahaya dan P daya optik masukan (watt).

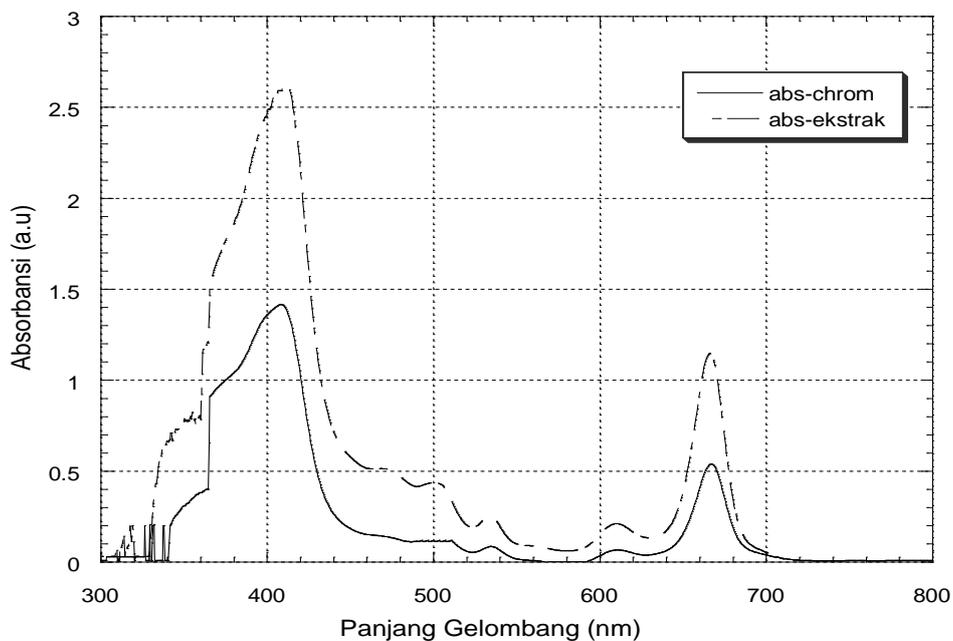
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil karakterisasi sifat optik dari ekstrak dan isolasi porphyrin pada mikroalgae spirulina diperoleh bahwa puncak intensitas absorbansi hasil ekstrak lebih tinggi dibandingkan dengan hasil isolasi *colom chromatography*. Namun spektrum panjang gelombang hasil ekstrak melebar dengan puncak

spektrum panjang gelombang berada pada 410,5 nm; 504,5 nm; 534 nm; 559 nm ; 609 nm dan 666 nm. Adapun spektrum absorbansi hasil isolasi porphyrin cukup tajam dengan puncak intensitas absorbansi pada panjang gelombang 410 nm dan 660 nm, Gambar 1. Sehingga dapat dikatakan senyawa porphyrin alam tersebut mempunyai *soret band* pada 410 nm dan *Q band* 660

nm. Hasil spektrum tersebut nampak sesuai dengan tipikal spektrum porphyrin yang telah dilakukan penelitian oleh Hargus, 2005.

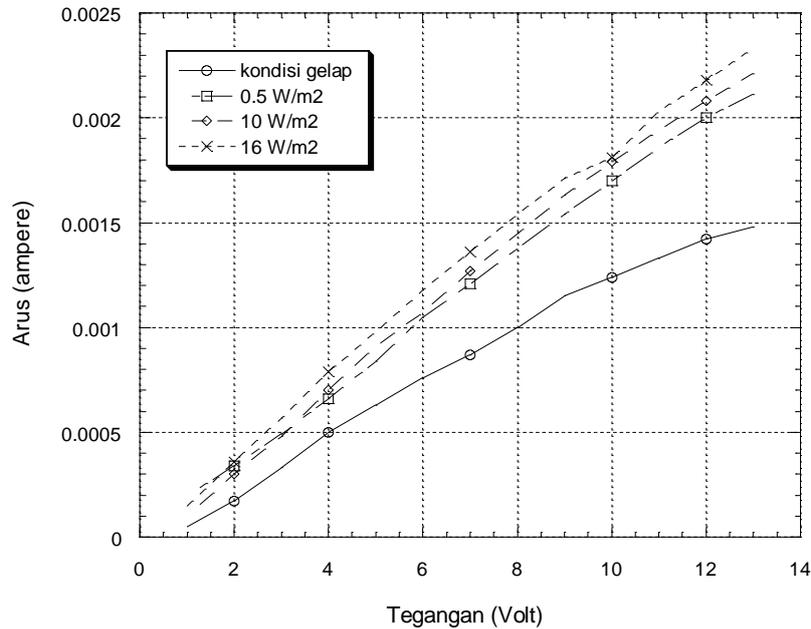
Spektrum panjang gelombang hasil ekstrak mikroalgae spirulina masih melebar dimungkinkan masih terdapat senyawa β -karoten. Karena senyawa β -karoten mempunyai spektrum panjang gelombang di daerah 460 – 500 nm.



Gambar 1. Spektrum absorbansi porphyrin alam

Karakterisasi arus-tegangan (I-V) dari larutan porphyrin yang di isolasi dari mikroalgae spirulina menggunakan metoda *two point probe*. Dan dilakukan dalam kondisi keadaan gelap dan terang. Dari

hasil karakterisasi I-V kondisi gelap dan terang bahwa nampak kurva I-V porphyrin alam dalam keadaan diberi cahaya lebih meningkat dibandingkan dengan hasil keadaan gelap, nampak dalam Gambar 2.



Gambar 2. Kurva I-V larutan porphyrin dengan diberi keadaan gelap, $0,5 \text{ W.m}^{-2}$, 10W.m^{-2} dan 16 W.m^{-2}

Dalam kondisi gelap diperoleh nilai resistansi sebagai slope sekitar 8780 ohm dan konduktivitasnya sekitar $0,98 \times 10^{-4} \text{ ohm}^{-1}.\text{cm}^{-1}$. Untuk keadaan terang yang diberi intensitas radiasi sebesar $0,5 \text{ W.m}^{-2}$ diperoleh nilai resistansi sekitar 5698 ohm dan fotokonduktivitasnya sekitar $1,52 \times 10^{-4} \text{ ohm}^{-1}.\text{cm}^{-1}$. Untuk keadaan terang yang diberi intensitas radiasi sebesar 10 W.m^{-2} diperoleh nilai resistansi sekitar 5688 ohm dan fotokonduktivitasnya sekitar $1,52 \times 10^{-4} \text{ ohm}^{-1}.\text{cm}^{-1}$. Dan Untuk keadaan terang yang diberi intensitas radiasi sebesar 16 W.m^{-2} diperoleh nilai

resistansi sekitar 5640 ohm dan fotokonduktivitasnya sekitar $1,53 \times 10^{-4} \text{ ohm}^{-1}.\text{cm}^{-1}$. Nampak ada peningkatan nilai konduktivitas ketika diberi intensitas cahaya. Hal ini menunjukkan bahwa larutan porphyrin alam mempunyai respon terhadap cahaya dan sifat *dye sensitized* yang cukup baik.

Pengukuran dari responsivitas cahaya pada larutan porphyrin dengan berkas cahaya monokromatik yang ditujukan pada larutan porphyrin tersebut. Adapun berkas cahaya monokromatik mempunyai panjang gelombang tertentu yang sesuai dengan puncak absorbansi

yaitu sekitar 410 nm, 500 nm, 535 nm, 610 nm dan 660 nm. Hasil perhitungan responsivitas cahaya larutan porphyrin dalam Tabel 1.

Tabel 1. Responsivitas cahaya pada porphyrin dengan berbagai panjang gelombang

Panjang Gelombang (nm)	Arus (mA)	Daya Optik Masukan (mWatt)	Responsivitas (ampere/watt)
410	2.17	8,29	3.92×10^{-2}
500	1.63	17,56	1.39×10^{-2}
535	1.79	14,63	1.83×10^{-2}
610	1.66	4,87	5.10×10^{-2}
660	1.08	2,92	5.53×10^{-2}

Responsivitas cahaya pada panjang gelombang 410 nm dan 660 nm cukup baik dengan masing-masing sekitar $3,92 \times 10^{-2}$ ampere/watt dan $5,53 \times 10^{-2}$ ampere/watt dibandingkan dengan cahaya pada panjang gelombang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya responsivitas cahaya pada panjang gelombang tersebut sesuai dengan besarnya absorbansi dari sifat optik senyawa porphyrin.

KESIMPULAN

Dari karakteristik absorpsi senyawa porphyrin alam yang diisolasi dari mikroalga spirulina dengan menggunakan metoda *colom chromatography* menunjukkan bahwa spektrum absorbansi terhadap panjang gelombang sesuai

dengan tipikal dari porphyrin yang mempunyai *soret band* 410 nm dan *Q-band* 660 nm. Hal ini juga ditunjukkan dengan cahaya pada panjang gelombang tersebut mempunyai respon yang cukup baik dibandingkan dengan panjang gelombang lainnya. Adapun karakterisasi sifat listrik menunjukkan bahwa porphyrin hasil isolasi spirulina mikroalga mempunyai sensitifitas yang tinggi dimana mempunyai nilai konduktivitas yang cukup signifikan untuk keadaan gelap dan terang. Hal ini menunjukkan bahwa porphyrin dapat digunakan sebagai material dye-sensitizer dan berpotensi untuk digunakan sebagai bahan fotonik dalam devais optoelektronik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, karena penelitian ini terealisasi atas dukungan dana yang dibiayai oleh dari Hibah Bersaing XII, dengan nomor kontrak 017/SP2H/PP/DP2M/III/2008.

DAFTAR PUSTAKA

- Charles Michael Drain, Joeseeph T. Hupp, Kenneth S. Suslick, Michael R. Wasielewski, Xin Chen, 2002, *A perspective on four new porphyrin-based functional materials and devices*, J. Porphyrins Phthalocyanines; p: 243-254
- Chou J-H, Kosal ME, Nalwa HS, Rakow NA and Suslick KS. 2000, *In The Porphyrin Handbook*, Vol. 6, Kadish KM, Smith KM, Guillard R. (Eds.), Academic Press: London,; p 43-131.
- Elliott, J., WSTS, 2006, *Projects 8.5 percent global semiconductor growth in 2006*, <http://www.wsts.org/plain/content/view/full/2076> (diakses, 2 Januari 2008)
- Hargus, J.A, 2005, *Naturally-Derived Porphyrin and Chlorin Photosensitizer Photodynamics Therapy*, Louisiana State University. Thesis.
- Nakamura, K, Musubu Ichikawa, Rei Fushiki, Taketomi Kamikawa1, Masamitsu Inoue, Toshiki Koyama and Yoshio Taniguchi, 2004, *Organic Field-Effect Transistor of (Thiophene/Phenylene) Co-Oligomer Single Crystals with Bottom-Contact Configuration*, Japanese Journal of Applied Physics Vol. 43, No. 1A/B, , pp. L100-L102
- Othman, M. K, and Salleh, M.M , 2006, *Effect of CuPc Buffer Layer on Blue Organic Light Emitting Diode (OLED) based on 4,4'-bis(2,2'diphenylvinyl)-1,1'-biphenyl (DPVBi)*. Journal of Nanotechnology and its Applications Volume 1, Issue 3, November, , Pages 42–50.
- Shimatani, K, Hiroyuki Tajima, Takeshi Komino, Shingo Ikeda, Masaki Matsuda, Yoriko Ando, and Hidefumi Akiyama, 2005, *The Electroluminescence Spectrum of Chlorophyll a*, J.Chemistry Letters Vol.34, No.7 page(s) 948-949.
- Triyana, K., Yasuda, Fujita and Tsutsui, 2004 , *Effects of Different Materials Used for Internal Floating Electrode on the Photovoltaic Properties of Tandem Type Organik Solar Cell* , Jpn. J. Appl. Phys. 43, pp 2352.