

ANALISIS SPEKTRUM ABSORBANSI PIGMEN FLAVONOID DARI DAUN TANAMAN ANDONG (*CORDYLINE FRUTICOSA* L.) SEBAGAI DYE SOLAR SEL

Susanto*, Budi Antoni Saputra, Khoirun Nisa', Nita Rosita, Agus Yulianto
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Semarang, Jl. Raya Sekaran Gunungpati 50229 Indonesia

*Email: sleite53@gmail.com

Abstrak

Pigmen flavonoid dari daun tanaman Andong (*Cordyline fruticosa* L.) telah dihasilkan secara sederhana dengan merendamnya pada larutan 20 ml HCl 1,5 M. Massa daun dijadikan sebagai variabel bebas penelitian dimana 1 gram hingga 6 gram daun direndam pada larutan kemudian dianalisis absorbansinya. Absorbansi pigmen di dalam penelitian ini diukur menggunakan spektrometer UV-VIS. Pigmen yang dihasilkan dalam penelitian ini berwarna merah. Pigmen yang dihasilkan pada penelitian ini mengabsorb cahaya dengan optimum pada daerah tampak 400-700 nm. Absorbansi maksimum yang dihasilkan oleh tanaman Andong berada pada spektrum tampak adalah 500 nm, sehingga pigmen yang dihasilkan merupakan jenis pigmen flavonoid. Absorbansi pigmen yang tinggi pada spectrum tampak saat dipicu oleh sumber energi dari luar, memberikan harapan pigmen tanaman Andong sebagai bahan absorben yang baik. Berdasarkan kurva absorbansi yang diperoleh, spektrum absorbansi semakin melebar dengan pengaruh massa sehingga baik digunakan sebagai bahan absorben seperti dye pada solar sel berbasis sensitasi (*Dye Sensitized Solar Cell*).

Kata kunci: absorbansi, *Dye Sensitized Solar Cell*, pigmen flavonoid, tanaman andong

PENDAHULUAN

Dewasa ini penelitian untuk memanfaatkan energi cahaya matahari sebagai energi alternatif menjadi topik yang menarik, mengingat kebutuhan energi terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Sel surya atau sel fotovoltaik merupakan perangkat yang mampu mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik.

Sel surya berdasarkan perkembangan teknologi saat ini dan bahan pembuatannya dapat dibedakan menjadi tiga yaitu, pertama sel surya yang terbuat dari silikon tunggal dan silikon polikristal. Adapun yang kedua yaitu, sel surya tipe lapis tipis dan yang ketiga adalah sel surya organik (*Dye Sensitized Solar Cell*) (Ekasari & Yudhoyono, 2013). Dibandingkan dengan sel surya konvensional, sel surya organik atau DSSC memerlukan biaya yang lebih murah karena proses pembuatannya yang sederhana. Sel surya konvensional, memanfaatkan sambungan *p-n junction* pada bahan semikonduktor seperti silikon, dan memerlukan teknologi yang canggih, sehingga

dibutuhkan biaya yang tinggi pada proses pembuatannya (Akhirudin et al., 2007).

DSSC pertamakali ditemukan oleh Michael Gratzel pada tahun 1991 dan dipatenkan dengan nama *Gratzel cell*. Perangkat ini menggunakan prinsip elektrokimia sederhana yang meniru efek fotosintesis daun hijau, yaitu proses penangkapan energi foton pada skala molekuler yang selanjutnya dikonversi menjadi energi listrik. DSSC tersusun atas sepasang elektroda dan counter elektroda. Elektroda terbuat dari substrat kaca konduktif yang telah dilapisi Transparent Conductive Oxide (TCO). Selain itu, didalam elektroda dilapisi oleh layer oksida nanopartikel yang dilapisi oleh molekul pewarna (dye) sensitasi. Molekul dye berfungsi sebagai penangkap foton cahaya, sedangkan nanopartikel semikonduktor berfungsi menyerap dan meneruskan foton menjadi elektron (Yuwono, 2007). Oleh karena itu, bahan dasar dye merupakan komponen yang penting pada sel surya berbasis DSSC.

Hingga saat ini bahan dasar dye yang digunakan sebagai sensitisasi dapat berupa dye sintesis maupun dye alami. Dye sintesis umumnya menggunakan organik logam berbasis rutherfordium kompleks yang tidak ramah lingkungan. Selain itu dye sintesis ini cukup mahal. Adapun dye alami dapat diekstrak dari bagian-bagian tumbuhan seperti daun, bunga atau buah (Reena *et al.*, 2013).

Ekplorasi ekstrak dye dari berbagai jenis tumbuhan menjadi topik penelitian yang menarik mengingat kelimpahan bahan dasarnya terutama di Indonesia. Secara umum pigmen yang telah diteliti sebagai dye dapat berupa pigmen dari jenis klorofil (Cologero, 2014), karoten (Yamazaki *et al.*, 2007), maupun dari pigmen antosianin (Wattananate *et al.*, 2014) yang dapat diekstrak dari berbagai jenis tumbuhan.

Tanaman andong (*Cordyline fructiosa* L.) merupakan tanaman perdu dari kelas Monocotyledoneae yang biasanya di tanam sebagai tanaman hias di pekarangan, taman, atau kuburan, maupun dipakai sebagai tanaman pagar. Secara kasat mata warna daun tanaman ini berwarna merah. Potensi tanaman Andong sebagai pigmen alam telah dipaparkan Susanto *et al.* (2014) dengan menganalisis sifat optiknya sebagai pigmen pewarna batik. Analisis absorbansi bahan pigmen secara mendalam diperlukan agar potensi pigmen alam dari bahan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan dye solar sel berbasis DSSC. Analisis ini diperlukan mengingat dye pada DSSC berfungsi sebagai absorber foton. Fokus dalam penelitian ini adalah menyintesis pigmen alami dari daun tanaman Andong dan kemudian menganalisis spektrum absorbansinya sebagai bahan dye pada solar sel.

METODE

Ekstrak dye alami dari daun tanaman Andong dilakukan dengan cara merendam daun pada larutan 20 ml HCl 1,5 M. Daun tanaman Andong diperoleh di sekitar FMIPA Unnes. Daun yang telah diperoleh dipotong kecil-kecil dan ditimbang menggunakan neraca digital. Massa daun diperlakukan sebagai variabel bebas penelitian untuk mengetahui pengaruh massa terhadap absorbansi pigmen dalam proses ekstraksi dye alami dari daun tanaman Andong. Variasi massa daun yang

digunakan dalam penelitian ini adalah 1 gram hingga 6 gram.

Setelah tahap sintesis, pigmen yang diperoleh dianalisis absorbansinya. Absorbansi atau serapan bahan merupakan respon bahan atau medium, dimana saat cahaya yang merupakan gelombang elektromagnetik melaluinya, maka molekul-molekul di dalamnya mengalami transisi energi dari keadaan dasar menuju keadaan tereksitasi. Besarnya absorbansi telah dideskripsikan oleh Beer-Lambert yang secara matematis dapat dituliskan:

$$A = \log \frac{I_o}{I_t} = \epsilon c l \quad (1)$$

dimana ϵ merupakan konsentrasi molar bahan, c konsentrasi molekul absorben, serta l merupakan panjang lintasan cahaya dalam medium.

Di dalam penelitian ini Absorbansi pigmen yang telah diperoleh kemudian diukur menggunakan spektrometer UV-VIS. Pengukuran absorbansi tersebut bertujuan untuk mengetahui respon pigmen pada cahaya di daerah spektrum UV hingga *visible* sehingga potensi aplikasi pigmen andong sebagai dye sensitasi dapat terungkap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pigmen alami dari daun tanaman Andong berhasil disintesis secara sederhana dengan merendamnya pada 20 ml larutan HCl 1,5 M. Pigmen yang telah disintesis tersebut kemudian dianalisis spectrum absorbansinya untuk mengetahui potensi aplikasinya sebagai dye alami pada solar sel berbasis DSSC. Adapun hasil sintesis pigmen dapat ditunjukkan pada Gambar 1.

Warna pigmen yang dihasilkan oleh daun tanaman andong berwarna merah. Semakin besar massa daun tanaman Andong, secara kasat mata intensitas warna pigmen yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini ditandai dengan warna merah yang dihasilkan semakin pekat. Meningkatnya intensitas warna merah yang dihasilkan dalam pengaruh massa daun, diprediksi disebabkan oleh semakin banyaknya pigmen flavonoid yang terlarut pada larutan 1,5 M HCl.

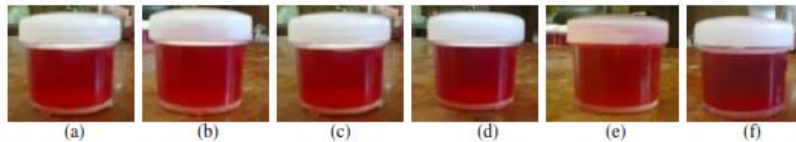
Secara mikroskopik diprediksi bahwa interaksi dipol-dipol antar molekul larutan HCl dengan pigmen flavonoid pada daun Andong

menyebabkan pigmen terlepas, dan terlarut di dalam larutan HCl. Semakin banyak massa daun andong yang direndam, maka pigmen flavonoid yang tersedia semakin besar sehingga konsentrasi pigmen flavonoid yang dihasilkan semakin besar dan pigmen yang dihasilkan semakin pekat seperti tampak pada Gambar 1.

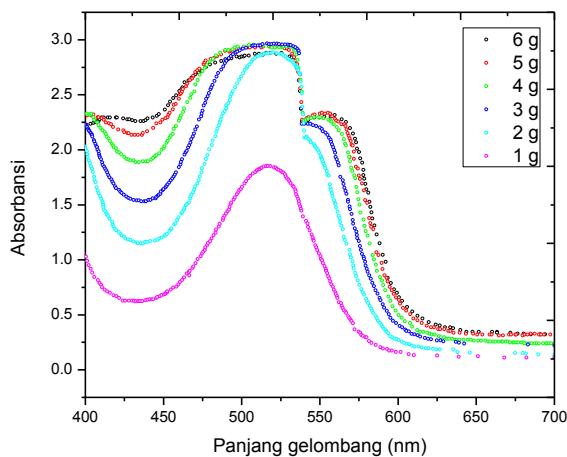
Potensi aplikasi pigmen Andong sebagai dye sensitasi pada solar sel ditunjukkan oleh spectrum absorbansi yang dimiliki pada daerah tampak. Adapun spectrum absorbansi pigmen

tanaman Andong yang dihasilkan daerah visible penelitian ini tampak pada gambar 2.

Berdasarkan gambar 2 dapat dipahami bahwa spektrum absorbansi pigmen flavonoid dari tanaman andong semakin melebar dengan pengaruh massa daun pada spektrum visible. Spektrum absorbansi melebar pada penelitian ini disebabkan oleh konsentrasi pigmen flavonoid yang terlarut pada larutan HCl meningkat. Santoni, *et al.* (2013) memaparkan pigmen flavonoid antosianin memiliki spektrum absorbansi pada daerah tampak 490-550 nm.



Gambar 1. Ekstrak dye alami dari daun tanaman Andong dengan variasi massa : (a) 1 gram, (b) 2 gram, (c) 3 gram, (d) 4 gram, (e) 5 gram, (f) 6 gram



Gambar 2. Spektrum Absorbansi Pigmen Flavonoid dari tanaman Andong

Spektrum absorbansi maksimum yang dihasilkan oleh pigmen daun andong pada penelitian ini berada pada daerah panjang gelombang 500 nm. Hasil serupa diperoleh pada penelitian Chiang Yu Chien dan Ban-Dar Hsu (2013) melaporkan pigmen flavonoid antosianin sebagai dye sensitizer dari (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*) dengan absorbansi maksimum pada daerah 500 nm dan semakin meningkat nilainya apabila konsentrasi pelarutnya meningkat. Adapun Cologero *et al.* (2009) menyebutkan puncak absorbansi pigmen flavonoid antosianin pada daerah 500 nm.

Absorbansi yang dihasilkan pigmen flavonoid dari tanaman Andong yang ditunjukkan pada penelitian ini memiliki nilai yang tinggi, yaitu maksimum bernilai 3. Nilai absorbansi yang tinggi dari pigmen dye diprediksi akibat interaksi yang kuat antar molekul pigmen flavonoid, interaksi molekul pigmen dengan pelarut HCl serta polaritas pelarut HCl. Menurut Homocianu *et al.* (2011) saat pigmen terlarut pada pelarut yang berbeda maka baik intensitas, posisi maupun bentuknya dapat berubah. Hal ini disebabkan oleh interaksi antar molekul terlarut, interaksi pelarut-terlarut maupun sifat polaritas larutan dalam bentuk ikatan hidrogen -OH atau sifat bulk pelarutnya.

Tingginya serapan pigmen flavonoid dari daun tanaman andong yang telah diperoleh memberikan harapan pigmen ini dapat digunakan sebagai bahan sensitizer pada solar sel berbasis DSSC. Semakin tinggi kemampuan pigmen dalam mengabsorb foton, maka performa solar sel berbasis DSSC semakin meningkat. Hal ini dikarenakan didalam sel surya berbasis DSSC pigmen atau dye berfungsi sebagai absorber foton dari sinar matahari. Semakin tinggi energi foton yang diserap maka nilai tegangan yang dihasilkan pada devais tersebut semakin tinggi. Adapun absorbansi pigmen flavonoid yang dihasilkan pada penelitian ini bernilai tinggi pada spektrum tampak, sehingga dapat

dikembangkan pada devais solar sel berbasis dye sensitasi alami.

SIMPULAN

Pigmen flavonoid dari tanaman Andong berhasil disintesis secara sederhana dengan merendamnya pada larutan HCl 1,5 M. Pigmen yang dihasilkan mengabsorb cahaya pada area tampak, yaitu 400-700 nm. Absorbansi pigmen yang semakin melebar dan bernilai maksimum pada 500 nm. Berdasarkan hasil penelitian ini, maka pigmen flavonoid dari tanaman Andong berpotensi sebagai bahan dye sensitasi solar sel.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyusun makalah ini serta pihak panitia SNMF UNNES yang telah bersedia untuk mempublikasi makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Chiang, Yu Chien & Ban-Dar Hsu. 2008. Performance enhancement of dye-sensitized solar cells based on anthocyanin by carbohydrates. *Solar Energy* : 403-411.

Cologero, G., C. Ilaria, C. Cristina, & D.M. Gaetano. 2014. Absorbtion Spectra and Photovoltaic Characterization of Chlorophyllins as Sensitizer for Dye-Sensitized Solar Cells. *Sperctrochimia Acta Part A : Molecular and Biomolecular Spectroscopy* : 477- 484.

Cologero, G., G.D. Marco, S.S. Caramori, S. Cazzanti, R. Argazzi, & C. Bigozzi. 2009. Natural dye-sensitizers for photochemical cells. *Energy Environ,Sci* : 1162-1172.

Ekasari, Vitriani & Y. Gatot. 2013. Fabrikasi dengan Dye Ekstrak Jahe Merah (Zingiber Officianale Linn Var. Rubrum) Variasi Larutan TiO2 Nanopartikel Berfase Anatase dengan Teknik Pelapisan Spin Coating. *J. Sains dan Seni POMITS* : 15-20.

E. Yamazaki, M. Murayama, N. Nishikawa, N. Hashimoto, M. Shoyama & O. Kurita. 2007. Utilization of Natural Caretonoid as Photosensitizers for Dye-Sensitized Solar Cells. *Solar Energy* : 512-516.

Homocianu, M., A. Anton, & D.O. Dorohoi. 2011. Solvent effects on the electronic absorption and fluorescence spectra. *Journal of Advanced Research in Physics* : 1-9.

Maddu, Akhirudin, Mahfudin Z., dan Irmansyah. 2007. Penggunaan Ekstrak Antosianin Kol Merah sebagai Fotosensitizer pada Sel Surya TiO2 Nanokristal Tersensitasi Dye. *Makara Teknologi* :78-84.

Reena, K., P. Srivastara & L. Bahadur. 2013. Natural Pigments from Plants Used as Sensitizers for TiO2 Based Dye-Sensitized Solar Cells. *Journal of Energy* :1-8

Santoni, Adlis, D. Darwis & S. Syahri. 2013. Isolasi Antosianin dari Buah Pucuk Merah (*Syzygium campanulatum* korth.) Serta Pengujian Antioksidan dan Aplikasi sebagai Pewarna Alami. *Prosiding SEMIRATA Universitas Lampung, Lampung* : 1-5.

Susanto, N. Rosita, A.S.P. Putro, R. Br. Bangun, Y. Agus & M.P. Aji. 2014. Sintesis Pigmen Alami Daun Tanaman Andong (*Cordyline fructiosa* L.) sebagai Pewarna Batik dan Analisis Sifat Optiknya. *Prosiding Seminar Nasiolal PIF XXV*.

Wattananate, K., C. Thanachayanont & N. Tananon. 2014. ORAC and VIS Spectroscopy as A Guidline for Unmodified Red-Purple Natural Dyes Selection in Dye-sensitized Solar Cells. *Solar Energy*, pp. 38-43.

Yuwono, D. H., D. Donanta, F. Alfian & R.M. Arif. 2007. Sel Surya Tersensitasi Zat Pewarna Berbasis Nanopartikel TiO2 Hasil Proses Sol-Gel dan Perlakuan Pasca-Hidrotermal. *Teknologi* : 78-84.