

SEL FOTOVOLTAIK ALIRAN KONTINU DARI SISTEM KI/KI₃ DENGAN MEMBRAN KERAMIK SEBAGAI PEMISAH

Diana Vanika, Admin Alif, Olly Norita Tetra

Laboratorium Elektrokimia/ Fotokimia Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas

e-mail: dvanika@rocketmail.com
Jurusan Kimia FMIPA Unand, Kampus Limau Manis, 25163

Abstract

Research of photovoltaic cell flow of continuous from KI/KI₃ system with ceramic membrane as a separator has been done. This study aims to investigate the performance of photovoltaic cells to generate electricity as well than see the effect of KI concentration of electrolyte solution and the influence of irradiation time. Current and voltage were measured in two conditions, inside and outside the room (at 10:00 am to 02:00 pm). The results showed that the optimum current and voltage in electrolyte solution of KI concentration 0.125 N at 12.00 am. The value of the parameters of the solar cell output derived from the curve of current versus voltage relationship (IV) is the short circuit current, open circuit voltage, maximum current, maximum voltage, and fill factor in a row for indoors, at 1.2 mA, 85.3 mV, 0.83 mA, 60.7 mV, 0.492, and for the outdoors that is 1.5 mA, 103.4 mV, 0.77 mA, 49.0 mV, 0.243. The maximum power that can be used indoors have a greater value than the outdoors, in the amount of 50.361 mWatt and 37.689 mWatt.

Keywords : Photovoltaic Cells , electrolyte solution of KI , ceramic membranes

I. Pendahuluan

Kebutuhan energi saat ini semakin meningkat seiring dengan tingkat kemajuan umat manusia, terutama energi listrik. Saat ini listrik bisa dikatakan merupakan salah satu kebutuhan primer masyarakat, mulai dari perkotaan hingga ke pelosok desa. Pemanfaatan energi konvensional seperti bahan bakar fosil memiliki biaya operasional yang murah, tetapi sumbernya semakin berkurang dan dapat menimbulkan polusi lingkungan hidup. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat tersebut, berbagai upaya telah dilakukan untuk mendapatkan energi alternatif seperti sel surya atau sel fotovoltaik.

Perangkat sel surya ini sangat menjanjikan untuk energi alternatif, karena sel surya merupakan perangkat yang sangat tinggi efisiensinya dalam mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Energi ini telah banyak dimanfaatkan oleh belahan

dunia lain dan jika dieksploitasi dengan tepat, maka energi ini akan mampu menyediakan kebutuhan energi dalam waktu yang lama.^{1,2,3}

Di Indonesia potensi energi surya sangat besar yaitu sekitar 4.8 KWh/m² atau setara dengan 112.000 GWP yang didistribusikan sepanjang tahun. Kepulauan Sulawesi, Papua, Nusa Tenggara, dan Maluku memiliki rata-rata penyinaran surya yang lebih tinggi. Oleh karena itu, energi listrik alternatif untuk Indonesia perlu dikembangkan dengan memanfaatkan sumber energi matahari. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan sel fotovoltaik.⁴

Berdasarkan penelitian Mia (2011), dilaporkan bahwa nilai efisiensi pasangan elektroda CuO/Cu tunggal sebesar $2,09 \times 10^{-3}$ watt/m², pasangan elektroda CuO/Cu serabut sebesar $1,45 \times 10^{-3}$ watt/m², sedangkan nilai efisiensi pasangan elektroda

CuO tunggal/*Stainless Steel* dan CuO serabut/*Stainless Steel* berdasarkan luas permukaan *stainless steel* dan luas permukaan anoda adalah sebesar $1,77 \times 10^{-3}$ watt/m², $6,26 \times 10^{-3}$ watt/m², $3,96 \times 10^{-3}$ watt/m² dan $4,37 \times 10^{-3}$ watt/m². Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi elektrolit, maka besar tegangan dan kuat arus yang dihasilkan juga meningkat. Namun sel fotovoltaik ini hanya bisa digunakan selama beberapa hari secara berturut-turut karena semakin lama pasangan elektroda akan teroksidasi dan tidak dapat lagi menghasilkan arus.

Kemudian telah dilakukan juga penelitian oleh Nila (2012) dengan mengganti larutan elektrolit dengan natrium sulfat dan elektroda Cu dengan C. Sel fotovoltaik dengan menggunakan pasangan elektroda CuO/C ini dapat digunakan lebih lama, tetapi arus yang dihasilkan masih kecil. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi agar arus yang dihasilkan lebih besar, yaitu dengan menggunakan sel fotovoltaik aliran kontinu dari sistem KI/KI₃ dengan membran keramik sebagai pemisah.

II. Metodologi Penelitian

2.1. Bahan kimia, peralatan dan instrumentasi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pensil 2B (*faber castell*), kalium iodida (KI) p.a., iodium (I₂) p.a., dan akuades. Alat-alat yang digunakan yaitu neraca analitis, multimeter (*Heles*), potensiometer, penjepit buaya, lem kaca, water mur, membran keramik, dan alat-alat gelas.

2.2. Prosedur penelitian

2.2.1 Penyiapan Elektroda Karbon

Elektroda karbon diperoleh dari pensil 2B dengan merek *Faber Castle*. Caranya yaitu dengan membuka bagian kayu dari pensil tersebut dari ujung atas sampai ujung bawah dengan menggunakan pisau, sehingga didapatkan bagian karbon dari pensil.

2.2.2 Penyiapan Larutan Elektrolit (KI dan KI₃)

Larutan elektrolit KI 0,5 N dibuat dengan cara menimbang 41,650 gram KI dan

diencerkan dalam labu 500 mL. Sedangkan larutan KI 1,5 N dibuat dengan cara menimbang 62,475 gram KI dan diencerkan dalam labu 250 mL, kemudian sebanyak 50 mL dari larutan KI 1,5 N diambil lalu ditambahkan 0,5 gram I₂, sehingga diperoleh larutan KI₃. Konsentrasi larutan KI yang divariasikan adalah pada larutan KI₃. Setiap variasi konsentrasi larutan KI (1,0 N, 0,5 N, 0,25 N, 0,125 N, 0,0625 N), dibuat sebanyak 50 mL larutan KI yang diperoleh dari pengenceran larutan KI 1,5 N dan masing-masing ditambah 0,5 gram I₂.

2.2.3 Pengukuran Arus dan Tegangan yang Dihasilkan Sel Fotovoltaik Aliran Kontinu dari Sistem KI/KI₃

Setengah sel fotovoltaik yang dipisah oleh membran keramik masing-masing diisi dengan larutan KI 0,5 N dan larutan KI₃ (I₂ dalam KI). Kemudian sel fotovoltaik yang telah berisi elektroda karbon dan KI/KI₃ tersebut disinari dengan cahaya. Pengukuran arus yang dihasilkan dilakukan di dalam dan di luar ruangan dalam waktu pengukuran dari pukul 10.00 sampai 14.00 WIB. Tiap 1 jam besar arus dan tegangan yang dihasilkan diukur dengan menggunakan alat multimeter. Pengukuran dilakukan untuk setiap variasi konsentrasi KI 1,5; 1,0; 0,5; 0,25; 0,125; 0,0625 N dengan perlakuan yang sama.

2.2.4 Penentuan Daya yang Dihasilkan Sel Fotovoltaik Aliran Kontinu Dari Sistem KI/KI₃

Penentuan daya pada sel fotovoltaik ditentukan berdasarkan kuat arus dan tegangan yang dihasilkan, yaitu dengan rumus:

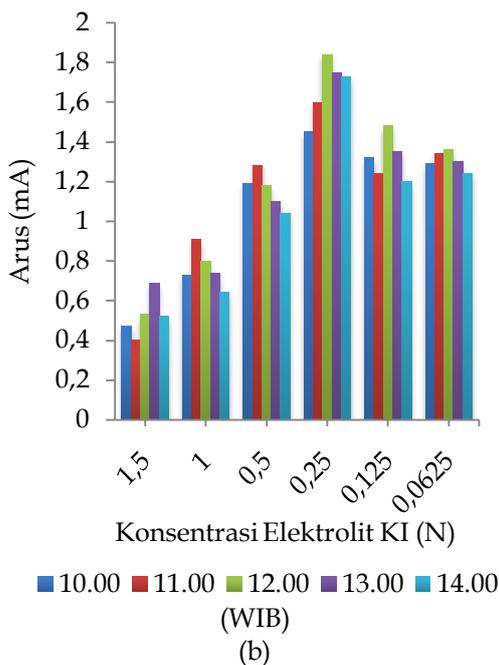
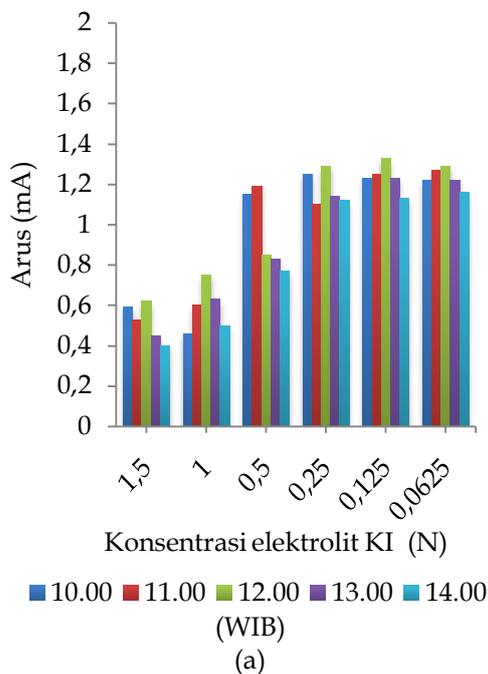
$$P = I \cdot V$$

Dimana, P = daya (mWatt), I = arus (mA), V = tegangan (mV).

III. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengaruh Konsentrasi Larutan Elektrolit Terhadap Besar Arus dan Tegangan dari Sel Fotovoltaik

Pengaruh konsentrasi terhadap kuat arus dapat dilihat pada Gambar 1.



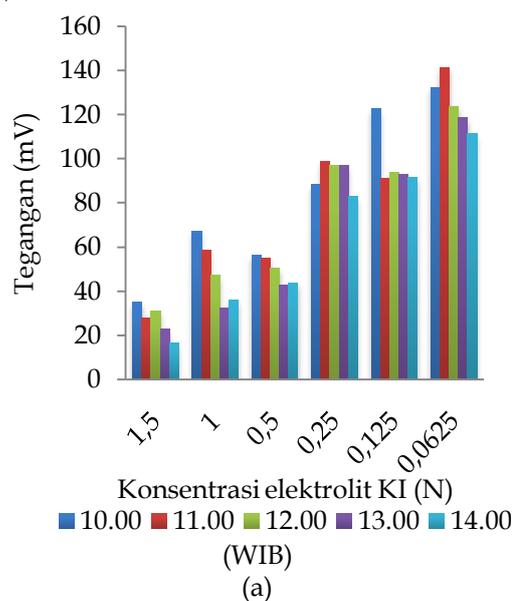
Gambar 1. Kurva pengaruh konsentrasi larutan elektrolit KI terhadap kuat arus (a) dalam ruangan; (b) luar ruangan

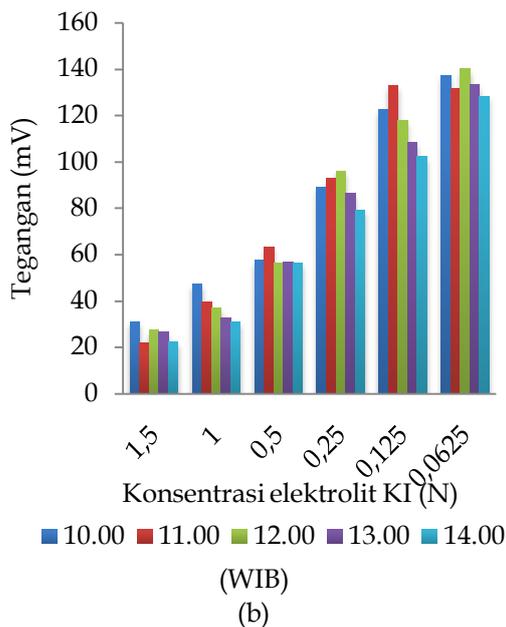
Gambar 1 (a) memperlihatkan bahwa arus di dalam ruangan relatif meningkat dari konsentrasi yang lebih besar (1,5 N) sampai konsentrasi 0,125 N tetapi arus mulai menurun pada konsentrasi 0,0625 N, sedangkan dari Gambar 1 (b) dapat dilihat arus yang dihasilkan di luar ruangan juga semakin meningkat dari konsentrasi 1,5 N sampai konsentrasi 0,25 N akan tetapi arus

mulai menurun pada konsentrasi 0,125 N. Hal ini juga terjadi pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan larutan elektrolit Na_2SO_4 , dimana semakin kecil konsentrasi larutan elektrolit, arus yang dihasilkan semakin tinggi. Namun setelah konsentrasi optimum, yaitu pada konsentrasi larutan elektrolit yang lebih besar, arus semakin menurun. Hal ini disebabkan karena konsentrasi larutan elektrolit yang lebih pekat, menyebabkan pergerakan ion-ion dalam larutan menjadi lambat.

Sedangkan tegangan yang dihasilkan relatif konstan dan tidak dipengaruhi oleh konsentrasi elektrolit tetapi dipengaruhi oleh temperatur. Temperatur yang menghasilkan panas disekitar sel fotovoltaik, berbanding terbalik dengan tegangan yang dihasilkan. Semakin tinggi temperatur, maka tegangan yang dihasilkan akan menurun.⁸

Pengaruh konsentrasi elektrolit terhadap tegangan yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2. Tegangan yang dihasilkan cenderung meningkat pada konsentrasi elektrolit KI yang kecil baik di dalam maupun di luar ruangan, tetapi peningkatan ini tidak terlalu signifikan dan mulai konstan pada konsentrasi elektrolit KI 0,25N.





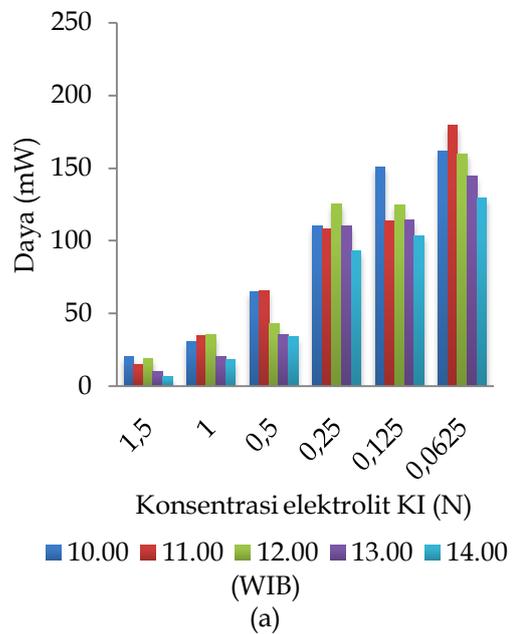
Gambar 2. Kurva pengaruh konsentrasi larutan elektrolit KI terhadap tegangan (a) dalam ruangan; (b) luar ruangan

Berdasarkan pengaruh konsentrasi larutan elektrolit KI terhadap kuat arus dan tegangan yang dihasilkan sel fotovoltaik yang diukur di dalam dan di luar ruangan, maka penentuan konsentrasi optimum larutan elektrolit KI dilihat dari hasil pengukuran kuat arus dan tegangan di dalam ruangan, karena di dalam ruangan sel fotovoltaik sudah dapat menghasilkan arus dan kondisi di dalam ruangan juga bersifat homogen dibanding di luar ruangan. Selain itu, kuat arus dan tegangan yang dihasilkan antara di dalam dan di luar ruangan juga tidak jauh perbedaannya. Oleh karena itu, dari hasil pengukuran arus dan tegangan dengan adanya variasi konsentrasi larutan elektrolit KI, maka konsentrasi optimum larutan elektrolit KI adalah 0,125 N.

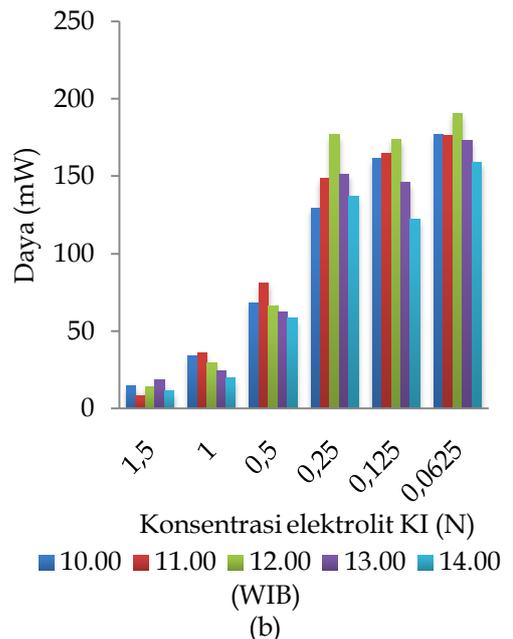
4.2 Penentuan Daya yang Dihasilkan Dari Sel Fotovoltaik Tiap Variasi Konsentrasi Elektrolit KI

Daya dipengaruhi oleh arus dan tegangan. Jika arus dan tegangan yang dihasilkan tinggi, maka daya yang dihasilkan juga akan tinggi pula, begitu pula sebaliknya. Selain itu, daya juga dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari. Semakin besar intensitas cahaya matahari, maka makin

besar pula daya yang dihasilkan, begitu pula sebaliknya. Intensitas tertinggi adalah sekitar pukul 11.00-13.00 WIB.^{27,28}



Gambar 3. Kurva daya yang dihasilkan sel fotovoltaik tiap variasi konsentrasi elektrolit KI (a) di dalam ruangan; (b) di luar ruangan.



Gambar 3. Kurva daya yang dihasilkan sel fotovoltaik tiap variasi konsentrasi elektrolit KI (a) di dalam ruangan; (b) di luar ruangan.

Dari Gambar 3 dapat dilihat pada setiap variasi konsentrasi larutan elektrolit KI, daya yang dihasilkan sel fotovoltaik lebih besar pada saat intensitas matahari tertinggi.

4.3 Pengaruh Penyinaran dan Waktu Penyinaran

Pada penelitian ini, nilai kuat arus dan tegangan yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik di luar ruangan lebih besar daripada di dalam ruangan tanpa adanya sinar matahari langsung. Berdasarkan penelitian oleh Faslucky A. dan Farid S.H. (2012), hal ini disebabkan oleh intensitas matahari yang mengenai permukaan sel fotovoltaik. Arus dan tegangan menurun seiring berkurangnya intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan sel fotovoltaik. Di luar ruangan lebih banyak intensitas matahari yang mengenai permukaan sel fotovoltaik daripada di dalam ruangan sehingga nilai arus dan tegangan lebih besar di luar ruangan daripada di dalam ruangan.

Pada variasi waktu pengukuran, kuat arus yang dihasilkan mengalami peningkatan dan penurunan. Hal ini disebabkan karena sel fotovoltaik menerima penyinaran matahari dalam satu hari sangat bervariasi. Pada siang hari, sinar matahari memiliki intensitas yang lebih besar di bandingkan dengan pagi dan sore hari. Menurut Faslucky A. dan Farid S.H. (2012), pada suhu normal (25 °C) arus, tegangan, dan daya yang dihasilkan berbanding lurus dengan intensitas sinar matahari yang mengenai permukaan sel fotovoltaik. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan sel fotovoltaik maka semakin banyak foton yang diterima oleh sel fotovoltaik sehingga banyak pasangan elektron dan hole yang dihasilkan yang mengakibatkan semakin banyaknya arus yang mengalir dan sebaliknya, semakin rendah intensitas cahaya matahari maka foton yang dapat diterima sel fotovoltaik juga sedikit, sehingga kuat arus yang dihasilkan semakin kecil.^{27,28}

Dari kondisi di atas, maka diperoleh konsentrasi optimum larutan elektrolit KI dalam menghasilkan arus yang paling besar adalah 0,125 N yang diukur pada pukul 12.00 WIB.

IV. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sel fotovoltaik aliran kontinu sistem KI/KI₃ dengan menggunakan membran keramik sebagai pemisah dapat digunakan untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh konsentrasi optimum larutan elektrolit KI adalah pada konsentrasi 0,125 N dan waktu penyinaran optimum dalam menghasilkan arus listrik adalah pada pukul 12.00 WIB. Dimana daya maksimum yang dihasilkan sel fotovoltaik di dalam ruangan lebih besar dari pada daya maksimum yang dihasilkan di luar ruangan, yaitu sebesar 50,361 mWatt dan 37,689 mWatt.

Referensi

1. Ariswan (2010), Prospek Penelitian dan Aplikasi Fotovoltaik Sebagai Sumber Energi Alternatif di Indonesia, *Universitas Negeri Yogyakarta*, Yogyakarta.
2. Karimah, H. A., Wan M. K., and Hasiah S. (2012), Synthesis, Characterization and Electrochemical Properties of Single Layer Thin Film of N-Octyloxyphenyl-N'-(4-Chlorobenzoyl) Thiourea-Chlorophyll As Potential Organic Photovoltaic Cells, *International Journal of Electrochemical Science*, 7, 499-515.
3. Firahayu, M. (2011), Sel Fotovoltaik Pasangan CuO/Cu Dan CuO/Stainless Steel Dalam Bentuk Tunggal Dan Serabut Dengan Elektrolit NaCl, *Skripsi Sarjana Kimia*, Universitas Andalas, Padang.
4. Sitompul, R. (2011), Teknologi Energi Terbarukan Yang Tepat Untuk Aplikasi Di Masyarakat Perdesaan, *PNPM Support Facility*, Jakarta.
5. Sukma, M. W. K. dan Gontjang P. (2012), Studi Awal Fabrikasi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) dengan Menggunakan Ekstraksi Daun Bayam (*amaranthus hybridus l.*) Sebagai Dye Sensitizer dengan Variasi Jarak Sumber

- Cahaya pada DSSC, FMIPA ITSN, Surabaya.
6. Ramadhani, K. dan Syafsir A. (2009), Pengaruh Hubungan Seri-Paralel Pada Rangkaian Sel Surya Pewarna Tersensitisasi (SSPT) Terhadap Efisiensi Konversi Energi Listrik, *Prosiding Tugas Akhir*, Jurusan Kimia, FMIPA, ITSN, Surabaya.
 7. Santoso, M. D. (2011), Strategi Aplikasi Sel Surya (Photovoltaic Cells) Pada Perumahan dan Bangunan Komersial, *Universitas Kristen Petra*, Surabaya.
 8. Rahmi, E., Admin A., dan Imelda (2012), Penggunaan Elektroda Karbon dan Semikonduktor CuO dalam Sel Fotovoltaik Berbentuk Plat yang Dipasang Secara Paralel dalam Larutan Elektrolit Na₂SO₄, *Jurnal Kimia Unand*, Vol. 1, No.1.
 9. Gratzel, M. (2003), Dye-Sensitized Solar Cells, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, Vol. 4, 145-153.
 10. Hidayat, R., Annisa A., Priastuti W., dan Herman, (2011), Karakteristik Fotodiode dan Sel Surya Hibrid Berbasis Polimer Polialkiltiofen, *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, Vol. 01, No. 01, 40 - 46.
 11. Priatman, J. (2000), Perspektif Arsitektur Surya di Indonesia, *Dimensi Teknik Arsitektur*, Vol. 28, No. 1, 1-7.
 12. Denny, M. S. (2012), Analisa Karakteristik Electric Modul Photovoltaic Untuk Pembangkit Listrik tenaga Surya Skala Laboratorium, *Prosiding SNST*, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
 13. Gusra, H., Akhiruddin M., dan M. Nur I. (2013), Pembuatan Sel Fotoelektrokimia Padat dengan Struktur ITO/CdS/ Elektrolit/ ITO, *Skripsi Jurusan Fisika*, Institut Pertanian Bogor.
 14. Andiko, B. dan Akhiruddin M. (2003), Deposisi Elektroforetik dan Sifat Fotoelektrokimia Elektroda Zincum Oxide (ZnO), *Skripsi Jurusan Fisika*, Institut pertanian Bogor.
 15. Miessler, G. L. and Donald A. T, *Inorganic Chemistry*, 3nd, St. Olaf College Northfield, 262-263.
 16. Chamber, C. and Holliday A. K. (1975), *Modern Inorganic Chemistry*. Butterworth & Co Ltd.: London, 163-165.
 17. Saito, T. dan Ismunandar (1996), *Buku Teks Online Kimia Anorganik* (terjemahan), Iwanami Publishing Company, 63.
 18. Vogel (1985), *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro* (terjemahan). PT. Kalman Media Pustaka: Jakarta, 7.
 19. Thooyibatun, A. N. dan Gontjang P. (2012), Fabrikasi dan Karakterisasi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) dengan Menggunakan Ekstraksi Daging Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) Sebagai Dye Sensitizer, *Jurnal Sains dan Pomits*, Vol. 1,1-6.
 20. Ratri, E. N. W. (2007), *Iodimetri*. Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Brawijaya.
 21. Meabe E., J. Lopetegui, J. Ollo, S. Lardies (2013), *Ceramic Membrane Bioreactor: potential applications and challenges for the future*.
 22. Haria, R., Hermansyah A., Admin A. (2012), Penggunaan Membran Keramik Dimodifikasi Dengan Titania Yang Dilengkapi Dengan Prefilter Dalam penjernihan Air Rawa Gambut, *Tesis Jurusan Kimia*, Program Pascasarjana, Universitas Andalas.
 23. Baker, Richard W. (2004), *Membrane Technology and Applications*, 2nd, John Wiley & Sons Ltd., 128-129.

24. Karina A. dan Satwiko S. (2011), Studi Karakteristik Arus-Tegangan (Kurva I-V) Pada Sel Tunggal Polikristal Silikon serta Permodelannya, *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV HF, Jateng & DIY*, 163-166.
25. Suriadi, Mahdi S. (2010), Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh, *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 9, 2.
26. Ekasari, V., Gatut Y. (2013), Fabrikasi Dssc dengan Dye Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber Officinale Linn Var. Rubrum*) Variasi Larutan TiO₂ Nanopartikel Berfase Anatase dengan Teknik Pelapisan *Spin Coating*, *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, Vol. 2, No. 1.
27. Sari, N., Admin A., dan Zuhajdri (2012), Penggunaan Pasangan Elektroda CuO/C dalam Sel Fotovoltaik Berbentuk Plat yang Dipasang Secara Seri dengan Larutan Elektrolit Na₂SO₄, *Jurnal Kimia Unand*, Vol. 1, No.1.
28. Afifudin, F. dan Farid S. H. (2012), Optimalisasi Tegangan Keluaran Dari Solar Cell Menggunakan Lensa Pemfokus Cahaya Matahari, *Jurnal Neutrino*, Vol. 4, No. 2.
29. Pancaningtyas, L. dan Syafsir A. (2011), Peranan Elektrolit Pada Performa Sel Surya Pewarna Tersensitisasi (SSPT), *FMIPA ITS*, Surabaya.