

Kajian Awal Potensi Ekstrak Kulit Buah Lontar (*Borassus Flabellifer L*) sebagai Dye Alami untuk *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)

Alexia E.K Lemau¹, Redi K. Pingak², Albert Z.Johannes³

^{1,2,3}Program Studi Fisika, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

Email korespondensi: lemaualexia@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang kajian awal potensi ekstrak kulit buah lontar (*Borassus Flabellifer L*) sebagai dye alami untuk DSSC. Tujuan penelitian ini adalah menentukan nilai jangkauan serapan, koefisien serapan, nilai celah energi dan potensi ekstrak kulit lontar sebagai dye alami untuk DSSC. Kulit lontar yang diambil dari Ileape, Kabupaten Lembata dikeringkan dan dihaluskan menggunakan blender, kemudian serbuk kulit lontar diekstraksi secara maserasi, setelah itu dievaporasi menggunakan evaporator. Langkah berikutnya hasil evaporasi diencerkan ulang dengan etanol sehingga dapat dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mendapatkan spektrum serapan. Berdasarkan data hasil spektrum serapannya, jangkauan serapan senyawa ekstrak kulit lontar dengan konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, adalah 200 nm sampai 393 nm. Hasil analisis spektrum serapan menggunakan metode Tauc Plot memberikan nilai celah energi rata-rata sebesar 3.43 eV. Berdasarkan nilai celah energi tersebut senyawa ekstrak kulit buah lontar berpotensi untuk digunakan sebagai dye alami untuk DSSC.

Masuk:

07 September 2021

Diterima:

24 September 2021

Diterbitkan:

27 September 2021

Kata kunci:

Kulit buah lontar, Spektrum Serapan, Dye Sensitized Solar Cell (DSSC).

1. Pendahuluan

Salah satu sel surya yang berpotensi menjadi sumber energi di masa yang akan datang adalah sel surya yang dikembangkan oleh Gratzel. Sel surya ini sering disebut DSSC [1], atau sel surya berbasis pewarna tersensitasi (SSPT). Sel surya ini memiliki beberapa keunggulan dibanding sel surya konvensional, yakni proses fabrikasi yang jauh lebih mudah dan murah serta bahan dasar yang digunakan mudah diperoleh [2].

Penelitian tentang Dye Sensitized Solar Cells (DSSC) telah banyak dilakukan salah satunya [3], menunjukkan bahwa spektrum absorbansi dari ekstraksi dye krokot berkisar dalam jarak cahaya tampak untuk puncak absorbansi maksimum pada panjang gelombang 420,5 nm dan 665,5 nm dan juga penelitian yang dilakukan oleh [4] menunjukkan bahwa nilai absorbansi dye antosianin ekstrak kol merah dapat menangkap spektrum cahaya pada rentang 450 nm - 570 nm dengan nilai panjang gelombang maksimum sebesar 530 nm dan memenuhi syarat sebagai penyerap cahaya matahari. Penelitian lain tentang potensi dye organik pada DSSC juga telah dilaporkan [5][6]. Selain itu, kajian awal terhadap potensi bahan organik alami sebagai bahan alternatif pada piranti elektronik juga telah dilakukan [7][8][9].

Buah lontar di Indonesia cukup melimpah dan sangat mudah didapatkan mengingat buah ini tidak mengenal musim. Buah lontar ini dihasilkan dari tanaman lontar yang merupakan tanaman khas di daerah tropis misalnya di Ileape kabupaten Lembata, dan bisa bertahan hidup pada musim kemarau panjang [10]. Penelitian tentang ekstrak kulit buah lontar juga telah dilakukan misalnya penelitian dari [11] tentang ekstraksi antosianin limbah kulit buah lontar sebagai pewarna alami, yakni mengkaji spektrum serapan ekstrak limbah kulit buah lontar dengan panjang gelombang maksimum pada 520 nm dimana penelitiannya berhasil mengekstrak zat antosianin dari kulit buah lontar dengan karakteristik warna kemerahan dan juga menemukan bahwa pelarut yang paling tepat digunakan untuk ekstraksi antosianin dari kulit buah lontar adalah etanol, namun penelitian ini hanya mengkaji tentang aplikasi antosianin hasil ekstraksi dari kulit buah lontar pada pembuatan sari buah jeruk. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Hardeli [12] tentang pembuatan Prototipe solar cell dengan bahan organik menunjukkan bahwa dye dari buah-buahan yang bisa digunakan dalam pembuatan sel surya berbasis organik adalah dye antocianin, dye antocianin ini yang menyebabkan warna merah dan ungu pada buah dan bunga[12][13]. Sejauh ini penelitian tentang celah energi dan penentuan jangkauan serapan untuk mengidentifikasi apakah hasil ekstraksi kulit buah lontar asal Ileape kabupaten Lembata ini, dapat digunakan sebagai dye alami pada DSSC sebagai sumber energi alternatif yang terbarukan dan murah.

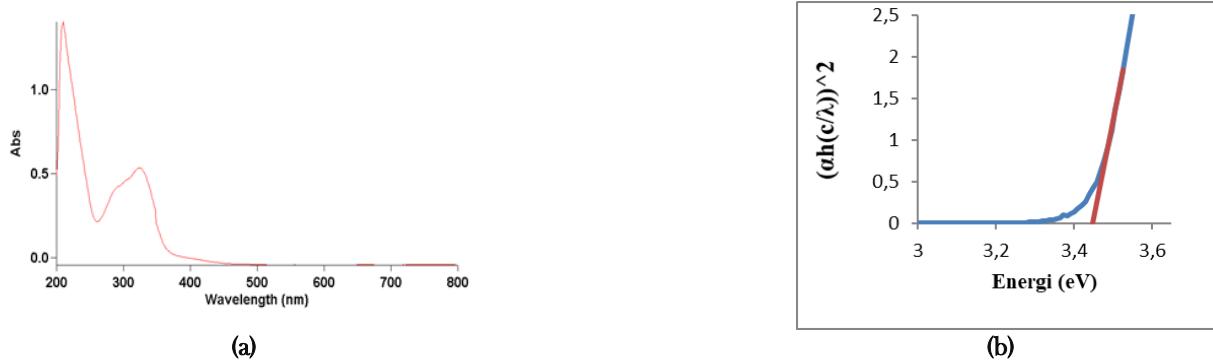
2. Metode Penelitian

Sampel berupa kulit buah lontar yang diambil dari Illeape Kabupaten Lembata dipilih dan dicuci kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 7 hari, selanjutnya dihancurkan dengan menggunakan blender sehingga mendapatkan ukuran yang halus. Serbuk sampel yang sudah halus diekstraksi menggunakan proses maserasi. Pada proses ekstraksi maserasi ini, serbuk sampel sebanyak 263 gram dilarutkan dalam pelarut etanol 96% sebanyak 1000 mL. Proses ekstraksi dilakukan selama 96 jam (4 hari), hasil ekstraksi maserasi berupa larutan berwarna merah teh pekat yang menunjukkan bahwa komponen-komponen senyawa kulit buah lontar telah diperoleh. Selanjutnya cairan hasil ekstraksi ini dievaporasi dengan evaporator. Hasil dari proses evaporasi yang didapat berupa larutan kental berbentuk gel berwarna merah kehitaman. Sampel kulit buah lontar yang telah dievaporasi dianalisis spektrum serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sampel dibuat tiga perlakuan yaitu konsentrasi 100 ppm, 200 ppm dan 300 ppm. Nilai jangkauan serapan dapat ditentukan secara langsung dengan melihat spektrum serapan pada Spektrofotometer UV-Vis. Dari nilai jangkauan serapan tersebut dapat diidentifikasi apakah ekstrak-ekstrak kulit buah lontar dapat digunakan sebagai dye pada DSSC. Kemudian, celah energi material ini ditentukan menggunakan metode Tauc Plot untuk mengidentifikasi apakah material ini dapat digunakan sebagai bahan alternatif pada piranti elektronik.

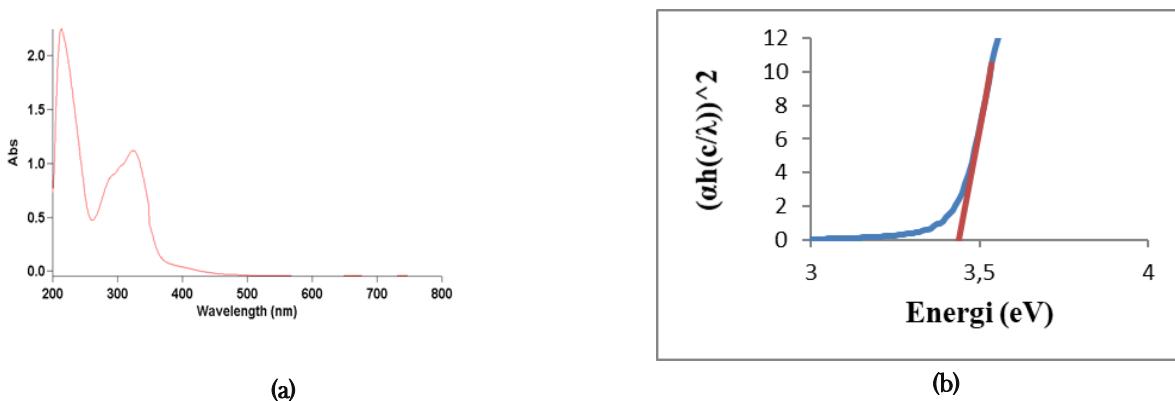
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Spektrum Serapan Senyawa Hasil Ekstraksi Kulit Buah Lontar

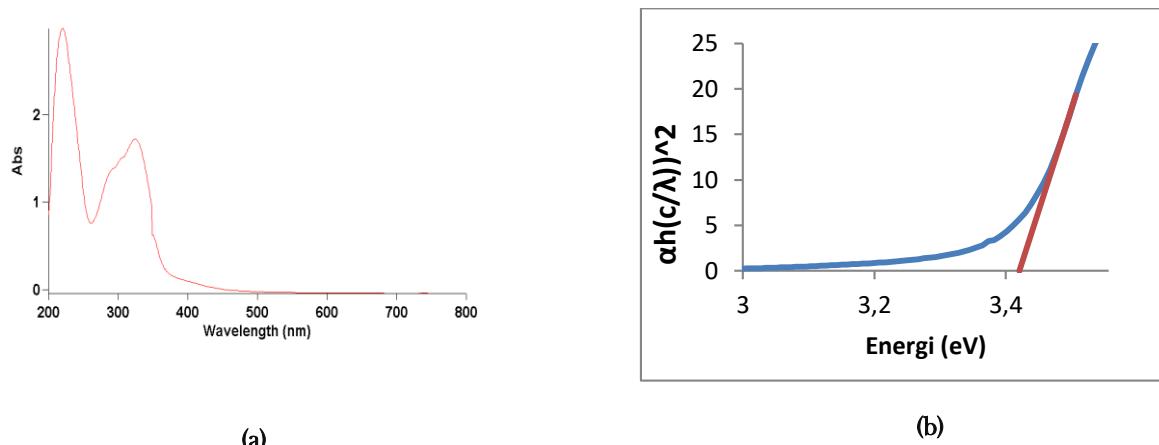
Sebelum sampel kulit buah lontar hasil evaporasi dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis, terlebih dahulu sampel kulit buah lontar diencerkan kembali menggunakan pelarut etanol dengan tiga perlakuan konsentrasi yaitu 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm. Senyawa ekstrak kulit buah lontar yang telah diencerkan kemudian dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Spektrum serapan senyawa hasil ekstraksi kulit buah lontar untuk setiap konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm masing masing ditunjukkan pada gambar 2a, gambar 3a dan gambar 4a.



Gambar 1 (a). Spektrum serapan ekstrak kulit buah lontar konsentrasi 100 ppm; (b). Kurva $\alpha h(c/\lambda)^2$ versus $h(c/\lambda)$ untuk konsentrasi 100 ppm.



Gambar 2 (a). Spektrum serapan ekstrak kulit buah lontar konsentrasi 200 ppm; (b). Kurva $\alpha h(c/\lambda)^2$ versus $h(c/\lambda)$ untuk konsentrasi 200 ppm



Gambar 3 (a). Spektrum serapan ekstrak kulit buah lontar konsentrasi 300 ppm; **(b).** Kurva $\alpha h(c/\lambda)^2$ versus $h(c/\lambda)$ untuk konsentrasi 300 ppm

3.2 Analisis Spektrum Serapan

Dari Gambar 1a-3a, terlihat bahwa walaupun terdapat tiga perlakuan konsentrasi, spektrum serapan tersebut memiliki bentuk yang sangat mirip. Perbedaan ketiganya terletak pada besar absorbansi masing-masing dimana semakin besar konsentrasi sampel, semakin besar absorbansinya. Hal ini menunjukkan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi larutan yang dikarakterisasi [14]. Konsentrasi 300 ppm memiliki absorbansi yang paling tinggi sedangkan untuk konsentrasi 100 ppm absorbansinya paling rendah. Dari gambar 1a-3a terlihat jangkauan serapan senyawa ekstrak kulit lontar asal Ileape adalah 200 nm sampai 393 nm dengan demikian senyawa hasil ekstrak kulit buah lontar memiliki serapan yang tinggi dalam daerah ultraviolet dengan spektrum serapan gelombang elektromagnet.

3.3 Penentuan Celah Energi

Penentuan celah energi dilakukan untuk setiap konsentrasi menggunakan persamaan:

$$(\alpha h c / \lambda) 1/m = k(\lambda - E_g) \quad (1)$$

dimana E_g adalah nilai celah energi material dan k merupakan sebuah konstanta. Untuk menentukan celah energi, dibuat grafik antara $\alpha h(c/\lambda)^2$ vs energi (hc/λ) , dengan asumsi jenis transisi yang terjadi merupakan jenis transisi langsung sehingga digunakan $m = 1/2$. Kemudian, ditarik garis lurus yang melewati titik-titik yang mengalami perubahan nilai vertikal sangat besar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1b-3b. Perpotongan garis-garis tersebut dengan sumbu horizontal merupakan nilai celah energi. Nilai celah energi yang diperoleh dari Gambar 1b-3b untuk konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm secara berurutan adalah 3.448 eV, 3.438 eV, dan 3.420 eV. Rata-rata dari ketiga konsentrasi tersebut adalah 3.435 eV.

Salah satu semikonduktor ber-band gap lebar yang sering digunakan yaitu *Titanium Dioxide* (TiO_2). TiO_2 yang digunakan dalam DSSC memiliki energi gap 3,2 -3,8 eV [15]. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya dari TiO_2 diperlukan *dye* yang celah energinya berada dalam range celah energi TiO_2 atau lebih kecil dari celah energi TiO_2 , sehingga cahaya yang terserap juga semakin banyak. Dalam penelitian ini diperoleh celah energi rata-rata yaitu 3,4 eV (berada dalam range TiO_2), sehingga dapat disimpulkan bahwa *dye* dari ekstrak kulit buah lontar memiliki potensi untuk digunakan sebagai *dye* pada *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC).

4. Kesimpulan

Senyawa hasil ekstrak kulit buah lontar asal Ileape Kabupaten Lembata memiliki jangkauan serapan 200 sampai 393 nm. Nilai koefisien serapan senyawa hasil ekstrak kulit buah lontar pada panjang gelombang maksimum untuk masing-masing konsentrasi secara berturut-turut adalah $3,233 \text{ cm}^{-1}$; $5,177 \text{ cm}^{-1}$; dan $6,872 \text{ cm}^{-1}$. Nilai celah energi rata-rata senyawa ekstrak kulit buah lontar asal Ileape Kabupaten Lembata adalah 3.435 eV. Senyawa hasil ekstrak kulit buah lontar asal Ileape Kabupaten Lembata berpotensi untuk dikembangkan sebagai *dye* pada *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC).

Daftar Pustaka

- [1] D. Dahlan, T. S. Leng, and H. Aziz, "Dye Sensitized Solar Cells (DSSC) dengan Sensitiser Dye Alami Daun Pandan, Akar Kunyit dan Biji Beras Merah (Black Rice)," *J. Ilmu Fis. / Univ. Andalas*, vol. 8, no. 1, pp. 1-8, 2016, doi: 10.25077/jif.8.1.1-8.2016.
- [2] M. Grätzel, "Dye-sensitized solar cells," *J. Photochem. Photobiol. C Photochem. Rev.*, vol. 4, no. 2, pp. 145-153, 2003, doi: 10.1016/S1389-5567(03)00026-1.
- [3] D. Krisdiyanto, S. Khuzaifah, K. Khamidinal, and E. Sedyadi, "Influence of Dye Adsorption Time on TiO₂ Dye-Sensitized Solar Cell with Krokot Extract (Portulaca Oleracea L) as A Natural Sensitizer.," *J. Pure Appl. Chem. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 17-24, 2015, doi: 10.21776/ub.jpacr.2015.004.01.203.
- [4] A. Maddu, M. Zuhri, and . I., "PENGGUNAAN EKSTRAK ANTOSIANIN KOL MERAH SEBAGAI FOTOSENSITIZER PADA SEL SURYA TiO₂ NANOKRISTAL TERSENSITISASI DYE," *MAKARA Technol. Ser.*, vol. 11, no. 2, pp. 78-84, 2010, doi: 10.7454/mst.v11i2.529.
- [5] D. D. and H. D. Fahyuan, "Pengaruh beberapa jenis Dye Organik terhadap efisiensi Sel Surya Dye Sensitized Solar Cell," *J. Sains Mater. Indones.*, vol. 15, no. 2, pp. 74-79, 2014, doi: <http://dx.doi.org/10.17146/jsmi.2014.15.2.4359>.
- [6] K. Alit, K. Jaya, I. G. Ngurah, N. Santiarsa, and I. K. Suarsana, "Lama Perendaman Ekstrak Pucuk Daun Ungu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan DSSC," vol. 6, no. 1, pp. 20-25, 2020.
- [7] M. M. Y. Missa, R. K. Pingak, and H. I. Sutaji, "Penentuan Celah Energi Optik Ekstrak Daun Alpukat (Persea Americana Mill) Asal Desa Oinlasi Menggunakan Metode Tauc Plot," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 3, no. 1, pp. 86-90, 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i1.606.
- [8] R. A. Kasa, M. Bukit, and A. Z. Johannes, "Kajian Awal Spektrum Serapan Senyawa Hasil Ekstraksi Daun Sukun (Artocarpus Altilis) Asal Kota Kupang," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 2, no. 1, pp. 10-16, 2017, [Online]. Available: <http://ejurnal.undana.ac.id/FISA/article/view/537>.
- [9] M. E. Dandara, R. K. Pingak, and A. Z. Johannes, "Estimasi Celah Energi Senyawa Hasil Ekstrak Daun Sirsak (Annona Muricata L.) Menggunakan Metode Tauc Plot," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 4, no. 1, pp. 48-51, 2019, doi: 10.35508/fisa.v4i1.1049.
- [10] P. Tumbuhan, "Potensi dan Kebijakan Pengembangan Lontara untuk Menambah Pendapatan Penduduk," *J. Anal. Kebijak. Kehutan.*, vol. 7, no. 1, pp. 27-45, 2010.
- [11] N. K. A. Artiningsih and E. F. Purwaningtyas, "Pengembangan Optimalisasi Ekstraksi Antosianin Kulit Buah Siwalan Warna Ungu dan Diimplementasikan Sebagai Pewarna Alami pada Kain Katun Secara Pre-Mordating," *Sust*, vol. 7, p. 45, 2016.
- [12] Hardeli, Suwardani, Riky, F. T, Maulidis, and S. Ridwan, "Dye Sensitized Solar Cells (DSSC) Berbasis Nanopori TiO₂ Menggunakan Antosianin dari Berbagai Sumber Alami," *Semirata FMIPA Univ. Lampung*, pp. 155-162, 2013.
- [13] E. Kwartiningsih, A. G. Prastika, and D. L. Triana, "Ekstraksi dan Uji Stabilitas Antosianin dari Kulit Buah Naga Super Merah (Hylocereus costaricensis)," *Pros. Semin. Nas. Tek. Kim. "Kejuangan" Pengemb. Teknol. Kim. untuk Pengolah. Sumber Daya Alam Indones.*, pp. 1-7, 2016, [Online]. Available: <https://core.ac.uk>.
- [14] Y. P. Due, M. Bukit, and A. Z. Johannes, "KAJIAN AWAL SPEKTRUM SERAPAN UV-Vis SENYAWA HASIL EKSTRAK DAUN JERUK NIPIS (Citrus aurantifolia) ASAL TARUS KABUPATEN KUPANG," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 4, no. 1, pp. 40-47, 2019, doi: 10.35508/fisa.v4i1.1437.
- [15] H. Hardani, H. Hendra, M. I. Darmawan, C. Cari, and A. Supriyanto, "Pengaruh Konsentrasi Ruthenium (N719) sebagai Fotosensitizer dalam Dye-Sensitized Solar Cells (DSSC) Transparan," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 12, no. 3, p. 104, 2016, doi: 10.12962/j24604682.v12i3.1340.