
Kinerja Pencampuran Kunyit Putih Dan Buah Murbei Sebagai Sensitizer Pada *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* Dengan Titanium Dioksida Sebagai Semikonduktor

Abd. Rozaq amin¹, Tulus Subagyo²
¹²Universitas Yudharta Pasuruan
Email: ¹rozaq.min@gmail.com, ²tulus@yudharta.ac.id

Abstrak

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) merupakan solar sel yang ramah lingkungan serta mudah dalam proses fabrikasinya. DSSC menggunakan pewarna dari bahan alam sebagai sensitizer. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja pencampuran kunyit putih dan buah murbei sebagai pewarna alternatif. Metode ekstraksi yang digunakan pada preparasi kunyit putih yaitu maserasi dengan pelarut ethanol 96%. Pada pewarna kurkumin dari hasil ekstraksi kunyit putih pada penelitian ini memiliki absorbansi yang baik pada panjang gelombang, yaitu $\pm 310 - 325$ nm dengan nilai absorbansi rata-rata 2,9. Sedangkan TiO_2 memiliki puncak penyerapan yang baik pada daerah $\pm 265 - 275$ nm dengan nilai absorbansi rata-rata 1,8. Pengujian pada penelitian ini adalah karakterisasi absorbansi pewarna menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis, dan karakterisasi arus dan tegangan (I-V) menggunakan alat solar simulator. Nilai arus dan tegangan pada penelitian pada uji solar simulator didapatkan nilai arus 0.000315 mA dan tegangan 0.002 mV.

Kata Kunci: Dye Sensitized Solar cell (DSSC), Pewarna Alami, Rimpang, Kurkumin, Antosianin, Kunyit Putih, Buah Murbei, Absorbansi, Titanium dioksida.

Abstract

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) is an environmentally friendly solar cell and easy in its factory process. DSSC uses dyes of natural materials as sensitizer. The study aims to test the mixing performance of white turmeric and mulbei fruit as an alternative dye. The extraction method used in white turmeric preparation is maseration with 96% ethanol solvent. In curcumin dyes from white turmeric extraction results in this study had good absorbance at wavelengths, which is $\pm 310 - 325$ nm with an average absorbance value of 2.9. While TiO_2 has a good absorption peak in regions of $\pm 265 - 275$ nm with an average absorbance value of 1.8. The testing of the study was the characterization of dye absorbance using UV-Vis spectrophotometer tools, and the characterization of current and voltage (I-V) using solar simulator tools. The current and voltage value on the study on the solar simulator test obtained a current value of 0.000315 mA and a voltage of 0.002 mV.

Keywords: *Dye Sensitized Solar cell (DSSC), Natural Dye, Rimpang, curcumin, Anthocyanin, Curcuma Zedoaria, Mulberry Fruit, Absorbans, Titanium Dioxide.*

Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik semakin meningkat tiap tahunnya, Sedangkan cadangan energi bahan bakar fosil semakin menipis tiap tahunnya. Apabila tidak ada solusi dan tindakan tepat untuk mengatasi masalah ini maka dapat dipastikan beberapa tahun mendatang akan mengalami krisis energi. Dengan konsumsi energi yang tiap tahunnya meningkat, akan mempercepat turunya cadangan energi bahan bakar fosil. Maka dari itu, berbagai negara mengembangkan tindakan untuk membatasi penerapan energi fosil dan menunjang penerapan

energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan dan lebih keberlanjutan (Amelia Widyastuti et al., 2024).

Keuntungan bagi Indonesia yang merupakan negara yang terletak di garis khatulistiwa dengan iklim tropis yang hanya mempunyai dua musim sepanjang tahunnya yaitu musim kering (kemarau) dan musim basah (hujan). Garis khatulistiwa menyebabkan Indonesia salah satu dari sedikit daerah yang terkena kelebihan radiasi dari sinar matahari akibat dari hari – hari musim panas yang sangat panjang di banding negara lain. Akibatnya, Indonesia memiliki sumber energi surya yang sangat berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata – rata sekitar 4.8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah Indonesia.

Potensi dari paparan sinar matahari ini dapat di manfaatkan salah satunya sebagai energi terbarukan atau energi alternatif pengganti energi bahan bakar fosil. Sel surya merupakan salah satunya teknologi yang mengkonversi (mengubah) energi cahaya (foton) tampak menjadi energi listrik. Untuk sel surya sendiri bahan pembuatannya di bedakan menjadi tiga generasi, dimana generasi pertama terbuat dari silikon murni, dan generasi kedua masih sama terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon murni yang di buat seperti lapisan tipis (*thin film solar cell*), sedangkan generasi ketiga berbeda dari generasi sebelumnya dengan tujuan menciptakan sel surya yang lebih efisien dan biaya produksi murah melalui pembuatan dengan bahan yang terbuat dari semikonduktor nanopartikel yang juga di lapiasi dengan pewarna sintesis atau alami sebagai fotosensitizer dalam mengkonversi (mengubah) energi cahaya matahari menjadi listrik. Sel surya generasi ketiga ini biasa di sebut dengan istilah *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC). Pada generasi ini, teknologi fotovoltaiik masih tertinggal dari sel surya konvensional berbasis Si dalam nilai efisiensinya. Namun, penggunaan bahan baku yang ramah lingkungan dan biaya produksi yang rendah membuat sel surya ini menjadi subjek penelitian dan pengembangan yang intensif (Lestari & Setiarso, 2021).

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) atau sel surya sensitif pewarna merupakan salah satu teknologi sel surya yang menunjukkan potensi besar dalam mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Saat ini, DSSC mempunyai potensi untuk mengubah foton dari sinar matahari menjadi energi listrik dengan efisiensi 13%. Upaya intensif telah diarahkan pada optimalisasi berbagai komponen DSSC dengan tujuan membuat sel yang lebih efisien dan stabil (Ghann et al., 2017). Komponen-komponen di dalam DSSC pada umumnya terdiri dari elektroda kerja sebagai semikonduktor (misalkan: TiO₂ dan ZnO), *dye* sebagai sensitizer yang menyerap cahaya matahari, pasangan redoks berupa triiodida/iodida, dan elektroda lawan (Wahyuningsih et al., 2020).

Salah satu komponen DSSC yang berperan penting dalam mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik dalam sel surya DSSC adalah *Dye* sensitizer atau zat pemeka. *Dye* sensitizer merupakan zat warna yang sensitif terhadap cahaya, yang berfungsi untuk mengabsorpsi cahaya matahari dan menghambat elektron dan hole. *Dye* sensitizer yang umum digunakan saat ini adalah senyawa-senyawa kimia yang mahal dan susah diperoleh seperti zat warna ruthenium polipiridil, porfirin dan perovskit halide (Ghann et al., 2017). Proses pembuatannya pun tergolong membutuhkan waktu lama. Selain itu, pewarna tersebut juga mengandung unsur logam berat yang tidak diinginkan dari sudut pandang lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut para penelitian telah memanfaatkan zat warna alami sebagai *dye* sensitizer pada DSSC. Zat warna alami mempunyai beberapa keunggulan yakni lebih murah, mudah diperoleh, tersedia dalam jumlah banyak dan ramah lingkungan serta mempunyai koefisien serapan yang tinggi (Adu et al., 2022). Zat warna alami yang digunakan sebagai *dye* sensitizer pada DSSC berasal dari pigmen klorofil, karoten, antosianin, tannin dan flavonoid yang diperoleh dari bagian tumbuhan meliputi daun, bunga, buah, akar, batang, biji dan kulit (Shalini et al., 2015). Kelebihan dari *dye* alami sendiri adalah proses pembuatannya mudah, terjangkau, dan tentunya ramah lingkungan.

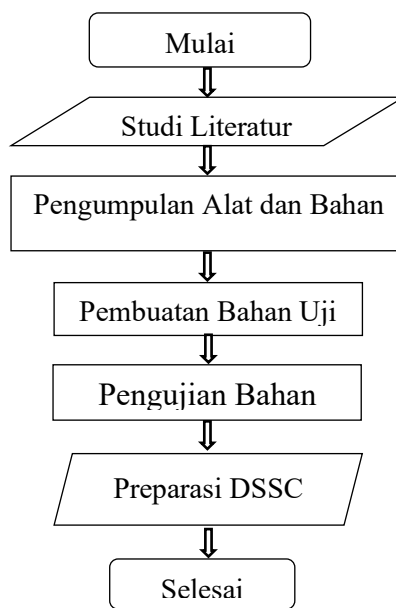
Pada penelitian, dilakukan untuk menguji kinerja pencampuran pewarna alami kunyit putih dan buah murbei yang di susun secara berlapis sebagai sensitizer pada sistem DSSC. Peneliti berharap pada pencampuran pewarna alami ini mampu meningkatkan efisiensi, mampu memperlebar daerah absorbansi pada panjang gelombang cahaya tampak pada *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC).

Metodologi Penelitian

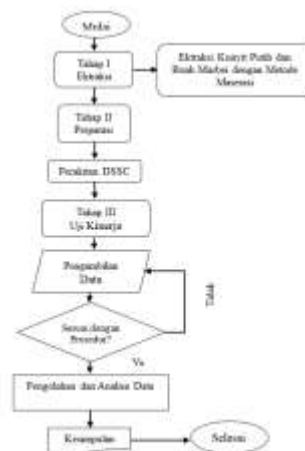
1.1. Tahapan Penelitian

Tahap pelaksanaan metodologi penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dimulai dari studi literatur, pengumpulan data dan bahan, pembuatan bahan uji, evaluasi, dan pembuatan proposal. Adapun tahap pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar 1. Metode Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



Prosedur penelitian DSSC meliputi proses fabrikasi dan karakterisasi rangkaian DSSC. Fabrikasi DSSC dilakukan dengan variasi lama perendaman kaca ITO pada ekstrak bahan alami seperti kunyit putih dan buah murbei. Prosedur - prosedur penelitian ini antara lain:

1. Pembuatan larutan Dye Kunyit Putih
 - a. Pembuatan *Dye* alami dengan menyipkan kunyit putih sebanyak 100gr, di bersihkan terlebih dahulu dengan air bersih sampai kotoran pada kunyit hilang.
 - b. Kunyit putih di potong berukuran kecil, Hasil dari potongan kunyit di keringkan dibawah paparan sinar matahari selama 24 jam (2 hari pagi - sore) untuk menguapkan kandungan air pada kunyit putih.
 - c. Kunyit Putih dihaluskan menggunakan blender coper sampai halus sehingga menjadi serbuk.
 - d. Serbuk dari kunyit di larutkan menggunakan Ethanol 96%, dengan perbandingan 1g/7ml.
 - e. Perbandingan larutan dan serbuk bahan alami tersebut kemudian dilarutkan dengan menggunakan magnetic stirrer selama masing-masing 7 jam agar larutan yang akan di ekstraksi dapat homogen.
 - f. Setelah 7 jam larutan tersebut kemudian disaring menggunakan filter papers dan digunakan sebagai pewarna alami.
2. Pembuatan larutan Dye Buah Murbei
 - a. Pembuatan *Dye* alami dengan menyiapkan buah Murbei sebanyak 40gr, di bersihkan terlebih dahulu dengan air bersih sampai kotoran pada buah murbei hilang.
 - b. Kemudian buah murbei di haluskan menggunakan blender coper di keringkan dibawah paparan sinar matahari untuk menguapkan kandungan air didalamnya.
 - c. Buah Murbei dihaluskan sampai halus sehingga menjadi serbuk. Serbuk dari buah murbei di larutkan menggunakan Aquades, dengan perbandingan 1g/3ml. dan di saring menggunakan filter paper.
 - d. Hasil dari setelah di saring di diamkan dengan suhu ruangan tanpa terpapar sinar matahari.
3. Pembuatan pasta Semikonduktor
 - a. Timbang 0,5 gram TiO_2 didalam kaca vial dengan neraca digital. Tambahkan 4 ml ethanol 96%.
 - b. Aduk dengan magnetic stirer hingga 5 jam. Hasilnya diperoleh larutan semikonduktor yang kental berbentuk pasta.
 - c. Kemudian, Kaca TCO yang telah bersih, tutupi permukaan permukaannya dengan selotip sehingga tersisa bagian dengan luasan 1 x 1 cm². Proses pendeposisian pasta dapat dilakukan dengan metode doctor blade. Pasta dioleskan diatas ITO dan selanjutnya diratakan dengan batang penganduk dari kaca.
4. Proses *Sintering* Semikonduktor
 - a. Kaca ITO dan semikonduktro dimasukkan kedalam furnace untuk dilakukan proses sintering.
 - b. Proses sintering dilakukan pada temperature 200 °C selama 30 menit.
 - c. Proses pendinginan material dilakukan secara lambat didalam furnace hingga suhu 50 °C.
 - d. Setelah itu, dilakukan proses peredaman kaca ITO hasil sintering kedalam larutan pewarna hingga menutupi seluruh permukaan semikonduktor. Proses peredaman dilakukan selama 2 jam.

5. Pembuatan Elektroda Pembanding
 - a. Kaca substrat di gores menggunakan pensil 2B hingga permukaan kaca menjadi hitam.
 - b. Pada sisi kaca yang terlapis karbon di bersihkan dengan tisu sebagai batasan.
6. Penyusunan Lapisan Sandwich
 - a. Kaca substrat yang sudah dilapisi Dye kemudian lapisan tersebut ditutup dengan kaca yang sudah dilapisi oleh karbon sebagai elektroda pembanding
 - b. Kemudian dijepit menggunakan klip.

Gambar 3. Struktur DSSC Pada Penelitian Ini



Hasil Dan Pembahasan

A. Dari analisa yang telah dilakukan dipenelitian ini, maka diperoleh beberapa kesimpulan:

1. Hasil pengujian spektrofometer UV-VIS pada kurkumin dan TiO₂, kurkumin memiliki puncak penyerapan pada daerah $\pm 310 - 325$ nm dengan nilai absorbansi rata-rata 2,9. Sedangkan TiO₂ memiliki puncak penyerapan pada daerah $\pm 265 - 275$ nm dengan nilai absorbansi rata-rata 1,8.
2. Hasil pengujian DSSC pada pencampuran kunyit putih dan buah murbei dengan TiO₂ menggunakan solar simulator didapatkan nilai arus 0.000315 mA dan tegangan 0.002 mV.
3. Kunyit putih di ekstraksi menghasilkan cairan senyawa kurkumin, kemudian dicampur dengan senyawa antosianin dari hasil ekstraksi buah murbei yang dibentuk menjadi *dye*. Sedangkan TiO₂ dibentuk menjadi pasta. Selanjutnya pasta TiO₂ direndam pada *dye* hasil dari ekstraksi campuran kunyit putih dan buah murbei. Hasil dari perendaman dihasilkan sandwich untuk DSSC.

Setelah melakukan penelitian ini, didapatkan saran-saran yang nantinya dapat diterapkan untuk diteliti lebih mendalam pada penelitian selanjutnya antara lain:

1. Untuk Peneliti selanjutnya diharapkan pada saat proses fabrikasi dilakukan dengan maksimal agar mendapat hasil yang baik.
2. Saat proses pengujian sebaiknya dilakukan secara langsung, karena natural *dye* memiliki daya tahan yang sebentar.
3. Pada Peneliti selanjutnya diharapkan mampu memproses pewarna alami yang memiliki nilai efisiensi yang tinggi.

Daftar Pustaka

Amelia Widyastuti, E., Riantiarna, R., Kurniawati, W., & PGRI Yogyakarta, U. (2024). Efektivitas Panel Surya Sebagai Cadangan Pengganti Energi Listrik Skala Rumahan. *Jurnal Ilmu Teknik*, 1(2), 256–260.

<https://doi.org/10.62017/tekonik>

- Adu, R. E. Y., Gelyaman, G., & Kabosu, M. (2022). Pemanfaatan Ekstrak Antosianin dari Limbah Kulit Bawang Merah (*Allium cepa*) sebagai Zat Pemeka (Sensitizer) pada Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 18(1), 103. <https://doi.org/10.20961/alchemy.18.1.56104.103-111>
- Ghann, W., Kang, H., Sheikh, T., Yadav, S., Chavez-Gil, T., Nesbitt, F., & Uddin, J. (2017). Fabrication, Optimization and Characterization of Natural Dye Sensitized Solar Cell. *Scientific Reports*, 7(December 2016), 1–12. <https://doi.org/10.1038/srep41470>
- Ilahi, N. A., & Sumardiasih, S. (2020). Ekstraksi Pewarna Alam Berbahan Kunyit, Nanas Kerang, Lumut, dan Kol Merah Serta Aplikasinya dalam Analisis Fotokimia. *Jurnal Pengendalian Pencemaran* <https://doi.org/10.35970/jppl.v2i1.151>
- Lestari, E. A. I., & Setiarso, P. (2021). Studi Elektrokimia Ekstrak Betalain Umbi Bit Sebagai Pewarna Alami Dssc (Dye Sensitized Solar Cell). *Unesa Journal of Chemistry*, 10(3), 318–325. <https://doi.org/10.26740/ujc.v10n3.p318-325>
- Wahyuningsih, S., Ramelan, A. H., Fuad, M., & Hanif, Q. A. (2020). Sintesis Grafena Oksida Tereduksi Terdoping Nitrogen Dan Sulfur Dari Amonium Tiosianat Sebagai Elektroda Lawan Pada Sistem Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 16(1), 126. <https://doi.org/10.20961/alchemy.16.1.34587.126-139>