

## SOSIALISASI DAUR ULANG SAMPAH ORGANIK DI PELABUHAN BELAWAN MENJADI AGREGAT DARI PREPARASI SOLARCELL

Goldberd Harmuda Duva Sinaga<sup>1</sup>, Mardame Pangihutan Sinaga<sup>2</sup>, Ruben Cornelius Siagian<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitas HKBP Nommensen

email: [goldberdhdsinaga@gmail.com](mailto:goldberdhdsinaga@gmail.com)

<sup>2</sup>Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar

[m.pangihutan@gmail.com](mailto:m.pangihutan@gmail.com)

<sup>3</sup>Universitas Negeri Medan

[Rubensiagian775@gmail.com](mailto:Rubensiagian775@gmail.com)

Medan, Indonesia

### ABSTRAK

Pelabuhan Belawan merupakan pintu gerbang perekonomian Sumut yang umumnya merupakan pemusatan berbagai kegiatan dan akibat kegiatan manusia, menimbulkan dampak negatif yaitu sampah. Pengolahan sampah melibatkan pemanfaatan, penggunaan sarana dan prasarana. Salah satu pengolahan sampah organik adalah buah senduduk, ubi jalar ungu, jeruk nipis dan jeruk purut, bayam merah yang ada di Belawan. Daur ulang senduduk dilakukan dengan melarutkan senduduk dalam campuran pelarut metanol - asam asetat – aquades. Pengujian UV-Vis menunjukkan ekstrak buah Senduduk mengandung senyawa antosianin sebagai media sensitizer dengan hasil semakin besar fraksi etanol dalam pelarut TiO<sub>2</sub> maka semakin tebal coating TiO<sub>2</sub>, maka semakin tinggi tegangan listrik yang dihasilkan. Ubi jalar ungu adalah serapan cahaya ekstrak zat warna ubi jalar ungu diketahui spektrum zat warna dapat menyerap cahaya pada panjang gelombang maksimum 533 nm. Dengan nilai tertinggi pada konsentrasi PEG tertinggi pada 0,1 M yaitu 0,38% untuk pasta TiO<sub>2</sub> yang dicampur langsung dengan pewarna dan 0,23% untuk pasta TiO<sub>2</sub>. Pengolahan limbah jeruk digunakan sebagai pewarna sensitisasi *dye-sensitized solar cell* (DSSC) dengan ZnO. Hasil pengujian tegangan rangkaian terbuka dan faktor pengisian relatif sama dengan hasil fabrikasi menggunakan ZnO. Ekstraksi dye menggunakan daun bayam merah (*Amaranthus gangeticus*) dengan teknik maserasi ditemukan gugus fungsi yang sesuai dengan antosianin.

**Kata Kunci :** Sampah, Senduduk, Jeruk, Ubi Ungu, Bayam Merah, Solarcell

### ABSTRACT

Belawan Port is gateway to economy of North Sumatra, which is generally concentration of various activities and as result of human activities, has garbage. garbage processing involves utilization, use of facilities and infrastructure. One of the processing of organic garbage is senduduk, purple sweet potato, lime and kaffir lime, red spinach in Belawan. Recycling senduduk is done by dissolving senduduk in mixture of methanol – acetic acid – distilled water. UV-Vis showed Senduduk extract contains anthocyanin compounds as sensitizer medium with result that greater ethanol fraction in TiO<sub>2</sub> solvent, thicker the TiO<sub>2</sub> coating, the higher the electrical voltage generated. Purple sweet potato is a light absorption of purple sweet potato dye extract known that the spectrum of the dye can absorb light at a maximum wavelength 533 nm. With the highest value at the highest PEG concentration at 0.1 M, namely 0.38% for TiO<sub>2</sub> paste mixed directly with dye and 0.23% for TiO<sub>2</sub> paste. Orange garbage processing is used as DSSC with ZnO. The results testing open circuit voltage and charging factor are relatively the same as results of fabrication using ZnO. Dye extraction using red spinach leaves with maceration technique found functional groups that match the anthocyanins.

**Keywords:** Garbage, Scoop, Orange, Purple Potato, Red Spinach, Solarcell

## **A. PENDAHULUAN**

Wilayah pesisir merupakan wilayah yang sangat produktif, karenanya wilayah ini pada umumnya merupakan tempat pemusatan bagi berbagai kegiatan dan akibat dari kegiatan manusia tersebut, baik yang menggunakan teknologi maupun tradisional, maka pada pengembangannya seringkali menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan di sekitarnya. Salah satu aktivitas utama di wilayah pesisir adalah aktivitas pelabuhan sebagai sarana pendukung transportasi dan aktivitas lainnya. (Soekarno-hatta et al., 2014) Pelabuhan Belawan merupakan pintu gerbang perekonomian daerah Sumatera Utara yang memiliki daerah lingkungan kerja (DLKr) seluas 12,072.33 ha yang terdiri dari beberapa pangkalan dan terminal. (Yolanda et al., 2022)

Dunia semakin menyadari sampah di laut menyebabkan terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup maupun ekosistem perairan, serta membahayakan kesehatan manusia. Di perairan Indonesia, akibat pencemaran sampah di laut, telah ditemukan kandungan plastik berukuran mikro dan nano pada biota maupun sumber daya laut. Keseriusan pemerintah dituangkan dalam Peraturan Presiden Nomor 83 Tahun 2018 tentang Penanganan Sampah Laut yang ditetapkan pada 17 September 2018. Sebelumnya, Presiden juga telah mengeluarkan Perpres Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Untuk penanganan sampah laut perlu ditetapkan strategi, program, dan kegiatan yang sinergis, terukur, dan terarah untuk mengurangi jumlah sampah di laut, terutama sampah plastik. (KLHK, 2020)

Dalam rangka meningkatkan pelayanan tentang kebersihan lingkungan kepada masyarakat disatu sisi, dan penanganan pemulung disisi lain diperlukan suatu pengembangan dan peningkatan sistem pengelolaan kebersihan, khususnya terhadap sampah perkotaan, sesuai dengan kebutuhan dan perubahan kondisi kota maupun perkembangan teknologi. (Suprpto, 2016) Salah satunya pengelolaan sampah di Belawan menjadi komponen-komponen dalam preparasi solar cell. Ada banyak sampah di Belawan yang dapat digunakan dalam preparasi solar cell, yaitu sampah ubi jalar ungu (Damayanti et al., 2014), sampah jeruk purut maupun jeruk nipis (Ernawita et al., 2017), sampah bayam merah (Suci & Stefanie, 2022), buah senduduk (Amri et al., 2017).

## B. LANDASAN TEORI

Sampah adalah suatu benda atau bahan yang sudah tidak digunakan lagi oleh manusia sehingga dibuang. Stigma masyarakat terkait sampah adalah semua sampah itu menjijikkan, kotor, dan lain-lain sehingga harus dibakar atau dibuang sebagaimana mestinya (Mulasari et al., 2016) Segala aktivitas masyarakat selalu menimbulkan sampah. Hal ini tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah daerah akan tetapi juga dari seluruh masyarakat untuk mengolah sampah agar tidak berdampak negatif bagi lingkungan sekitar (Hardiatmi, 2011)

Pengolahan sampah melibatkan pemanfaatan dan penggunaan sarana dan prasarana antara lain menempatkan sampah pada wadah yang sudah tersedia, proses pengumpulan sampah, pemindahan, dan pengangkutan sampah, serta pengolahan sampah hingga pada proses pembuangan akhir. (Sahil et al., 2016) Belum adanya perencanaan dalam pengolahan sampah mengakibatkan kurang maksimalnya sistem pengolahan sampah. Selain itu, belum adanya tempat pengolahan sampah menjadi permasalahan yang mendasari hal tersebut (Hercog & Kuleta, 1979) Beberapa faktor yang mempengaruhi pengolahan sampah yang dianggap sebagai penghambat sistem adalah penyebaran dan kepadatan penduduk, sosial ekonomi dan karakteristik lingkungan fisik, sikap, perilaku serta budaya yang ada di masyarakat (Sahil et al., 2016). Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia nomor 3 tahun 2013, tempat penampungan sementara (TPS) adalah tempat dimana sebelum sampah diangkut untuk dilakukan pendauran ulang, pengolahan dan tempat pengolahan sampah terpadu. Tempat pengolahan sampah terpadu (TPST) adalah tempat pelaksanaan kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, pendauran ulang, pengolahan dan pemrosesan akhir (Elamin et al., 2018)

No.	Jenis Sampah	Humbang Hasundutan	Medan	Padangsidempuan
1	Sisa Makanan (%)	12	42	49.93
2	Kayu-Ranting (%)	55	5	7.58
3	Kertas-Karton (%)	10.00	14	13.56
4	Plastik (%)	13	15	12.71
5	Logam (%)	3	8	0.38
6	Kain (%)	1	3	3.29
7	Karet- Kulit (%)	0.2	3	1.13
8	Kaca (%)	0.8	2	2.17
9	Lainnya (%)	5	8	9.25

**Tabel 1.** Persentase sampah di Humbang Hasundutan, Medan, dan Padang Sidempuan

### C. METODE PELAKSANAAN

Pengabdian ini dilaksanakan di wilayah kota Medan yaitu daerah Pelabuhan Belawanyang dihadiri lebih dari 30-40 orang. Metode yang diterapkan dalam sosialisasi ini adalah penyuluhan dan diskusi materi (paparan dan tanya jawab), presentasi daur ulang limbah organik menjadi agregat dan preparasi solarcell. Adapun diagram alir metode sosialisasi pengabdian ini adalah sebagai berikut.



### D. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Studi Literatur

Tim Pengabdian Masyarakat melakukan studi literatur dengan menggunakan sumber-sumber yaitu seperti Springer, Google Scholar, Elsevier, dan sumber lainnya. Studi literatur dilakukan melalui observasi dalam penelusuran jurnal penelitian dan artikel mengenai pengolahan limbah organik menjadi agregat dari preparasi solarcell yang mencakup buah senduduk, ubi jalar ungu, jeruk purut dan nipis, dan ekstrak bayam merah.

#### Daur Ulang Buah Senduduk

Pengolahan dari daur ulang buah senduduk sebagai bahan zat warna dalam DSSC dan mempelajari pengaruh fraksi/konsentrasi etanol pada proses penyiapan coating TiO<sub>2</sub> dalam DSSC dan ketebalannya terhadap kinerja DSSC. *Dye-sensitized solar cell* (DSSC) adalah sel surya yang memanfaatkan zat warna (*dye*) sebagai pengikat cahaya matahari sekaligus sebagai sensitizer-nya untuk menghasilkan listrik DC. Zat warna diekstrak dengan melarutkan buah Senduduk dalam campuran pelarut metanol - asam asetat - aquades. Pasta TiO<sub>2</sub> dibuat dengan mencampurkan 5 gr TiO<sub>2</sub> ke dalam 40 ml pelarut ethanol-air dengan berbagai variasi konsentrasi/fraksi. Selanjutnya TiO<sub>2</sub> dideposisikan pada substrat kaca *fluorine tin oxide* (FTO) menggunakan spin coater dengan variasi ketebalan yang selanjutnya disintering membentuk elektroda kerja. Elektroda lawan (*counter-electrode*) yang sekaligus sebagai katalis dibuat menggunakan lapisan karbon. Pengujian UV-Vis menunjukkan bahwa ekstrak buah Senduduk mengandung senyawa antosianin sebagai media sensitizer. Semakin besar fraksi etanol dalam pelarut pasta TiO<sub>2</sub> dan semakin tebal coating TiO<sub>2</sub>, sehingga semakin tinggi tegangan listrik yang dihasilkan. Tegangan tertinggi ditunjukkan oleh DSSC dengan coating yang disintesis menggunakan etanol tanpa pengenceran yaitu sebesar 659 mV/cm<sup>2</sup> (pencahayaan LED), dan sebesar 1806,7 mV/cm<sup>2</sup> (pencahayaan matahari langsung). Uji morfologi menunjukkan peningkatan fraksi etanol pada preparasi pasta TiO<sub>2</sub> mempengaruhi morfologi permukaan

koating yang bermuara pada peningkatan kinerja DSSC. Peningkatan fraksi etanol juga meningkatkan daya adhesi koating TiO<sub>2</sub> pada substrat. (Amri et al., 2017)

### **Daur Ulang Ubi Jalar Ungu**

Berdasarkan pengujian dari pengolahan sampah organik ubi jalar ungu adalah serapan cahaya ekstrak zat warna ubi jalar ungu diketahui bahwa spektrum zat warna dapat menyerap cahaya pada panjang gelombang maksimum 533 nm. Hasil yang diperoleh dengan karakterisasi XRD fasa kristal TiO<sub>2</sub> adalah TiO<sub>2</sub> anatase dan rutil dengan ukuran kristal 30,27 nm. Hasil konversi sinar matahari menjadi energi listrik diperoleh nilai tertinggi pada konsentrasi PEG tertinggi pada 0,1 M yaitu 0,38% untuk pasta TiO<sub>2</sub> yang dicampur langsung dengan pewarna dan 0,23% untuk pasta TiO<sub>2</sub> yang direndam dalam pewarna selama 24 jam menggunakan elektrolit semi padat/gel polimer dengan luas 1 cm<sup>2</sup> (Damayanti et al., 2014)

### **Daur Ulang Jeruk Purut dan Nipis**

Pengolahan limbah organik jeruk purut dapat digunakan sebagai pewarna sesitisasi. Sel surya berwarna tersensitisasi atau dikenal dengan *dye-sensitized solar cell* (DSSC) dengan menggunakan semikonduktor ZnO dan ekstrak jeruk sebagai molekul pewarna sensitisasi (dye) telah difabrikasi dan dikarakterisasi. Ekstrak jeruk yang digunakan adalah jeruk purut biasa dan jeruk nipis. Hasil estimasi berdasarkan spektrum infra merah yang ditunjang dengan studi pendahulu menggunakan HPLC dan LC-MS menunjukkan bahwa ekstrak jeruk purut biasa dan jeruk nipis mengandung karotenoid jenis lutein. Ekstrak jeruk purut biasa kaya akan kandungan flavonoid seperti naringin, hesperidin dan tangeretin, sedangkan ekstrak jeruk nipis kaya akan kandungan quercetin, sakuranetin, dan tangeretin. Kombinasi kandungan flavonoid berpengaruh pada sifat optik dan elektronik dari ekstrak. Hasil fabrikasi dan karakterisasi arus-tegangan DSSC menggunakan elektroda aktif ZnO dan pewarna ekstrak jeruk menunjukkan hasil bahwa tegangan rangkaian terbuka (V<sup>o</sup>C) dan faktor pengisian (*fill factor*, FF) relatif sama untuk semua jenis ekstrak jeruk yaitu V<sup>o</sup>C ≈ 0,340 V dan FF ≈ 0,4. Rapat arus pada rangkaian singkat terbesar (J<sub>sc</sub> = 0,956 mA.cm<sup>-2</sup>) dihasilkan DSSC dengan molekul pewarna ekstrak jeruk purut biasa dan efisiensi yang mampu dicapai sebesar 0,122%. (Ernawita et al., 2017)

### **Daur Ulang Bayam Merah**

Energi matahari merupakan energi terbarukan yang paling menguntungkan, sebab tidak terbatas, tidak dibatasi oleh lokasi geografis, dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan Solar Cell. *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) menjadi suatu bentuk energi terbarukan dengan beberapa keuntungan, seperti biaya fabrikasi rendah dan efisiensi konversi fotoelektrik yang

tinggi. Struktur perangkat DSSC terdiri dari lima komponen, yaitu substrat konduktif, film tipis semikonduktor, sensitiser, pasangan redoks berupa elektrolit dan elektroda lawan. Penggunaan bahan semikonduktor dan fotosensitizer yang tepat mampu menghasilkan efisiensi fotoelektrik yang tinggi. Adapun dalam aplikasi DSSC, lapisan dye merupakan komponen yang memiliki peranan penting. Dalam penelitian ini, telah dilakukan ekstraksi dye menggunakan daun bayam merah (*Amaranthus gangeticus*) dengan teknik maserasi. Bayam merah merupakan salah satu potensi yang dapat dikembangkan menjadi zat warna alami karena warna merah dari bayam mengandung pigmen alami. Ekstrak bayam merah menggunakan teknik maserasi karena pengerjaan yang tidak rumit dan memerlukan peralatan yang sederhana. Hasil dari ekstrak bayam merah kemudian dilakukan uji menggunakan UV-Vis, FTIR, dan voltametri siklik. (Suci & Stefanie, 2022)

## E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemaparan tentang kegunaan lain dari sampah organik yang ada di sekitaran Pelabuhan Belawan, disimpulkan bahwa sampah organik yang terdiri dari buah senduduk, jeruk purut maupun jeruk nipis, ubi jalar ungu, dan bayam merah dapat didaur ulang dan digunakan sebagai agregat *Dye-sensitized solar cell* (DSSC), untuk preparasi solarcell.

## F. DAFTAR PUSTAKA

- Amri, A., Haq, A., Fadli, A., & Yasri, I. (2017). *PREPARASI KOATING TiO<sub>2</sub> PADA DYE-SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC) BERBASIS MELASTOMA MALABATHRICUM*. 16(1), 7–12.  
<https://ezp2.imu.edu.my/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.8DEC11A1&site=eds-live>
- Damayanti, R., Hardeli, & Sanjaya, H. (2014). Preparasi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Menggunakan Ekstrak Antosianin Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas L.*). *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 6(2), 148–157.
- Elamin, M. Z., Ilmi, K. N., Tahrirah, T., Zarnuzi, Y. A., Suci, Y. C., Rahmawati, D. R., Dwi P., D. M., Kusumaardhani, R., Rohmawati, R. A., Bhagaskara, P. A., & Nafisa, I. F. (2018). Analysis of Waste Management in The Village of Disanah, District of Sreseh Sampang, Madura. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(4), 368.  
<https://doi.org/10.20473/jkl.v10i4.2018.368-375>
- Ernawita, E., Irwansyah, I., Sawitri, D., & Wahyuono, R. A. (2017). Preparasi dan

- Karakterisasi Dye-sensitized Solar Cell (DSSC) dengan Pewarna Ekstrak Jeruk: Pengaruh Variasi Komposisi Karotenoid dan Flavonoid Terhadap Efisiensi Sel Surya. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 13(3), 103. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v13i3.2839>
- Hardiatmi, S. (2011). The supporting factors of city waste management. *INNOFARM: Jurnal Inovasi Pertanian*, 10(1), 50–66.
- Hercog, J., & Kuleta, H. (1979). Application of counterpulsation intra-aortic balloon in cardiogenic shock. *Kardiologia Polska*, 22(5), 573–579.
- KLHK. (2020). *Status Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2020*. 14–50.
- Mulasari, S. A., Husodo, A. H., & Muhadjir, N. (2016). Analisis Situasi Permasalahan Sampah Kota Yogyakarta Dan Kebijakan Penanggulangannya. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 259. <https://doi.org/10.15294/kemas.v11i2.3989>
- Sahil, J., Muhdar, M., Rohman, F., & Syamsuri, I. (2016). Waste management at Dufa Dufa subdistrict, City of Ternate (in Bahasa Indonesia). *BIOeduKASI*, 4(2), 478–487.
- Soekarno-hatta, P., Rahim, I. R., & Ali, S. H. (2014). *Studi Pengelolaan Sampah. Pelindo IV*, 71–77.
- Suci, F. C., & Stefanie, A. (2022). Preparasi Ekstrak Bayam Merah (*Amaranthus Gangeticus*) Untuk Aplikasi Dye Sensitized Solar Cell (Dssc). *Jurnal Teknologi*, 14(2). <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/view/3688%0Ahttps://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/download/3688/6766>
- Suprpto, S. (2016). Role of Recycling in Increasing Integrated Waste Management in Surabaya. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 9(2), 127–142. <https://doi.org/10.29122/jrl.v9i2.1999>
- Yolanda, Y., Komarudin, N. A., Mawardin, A., & Andareswari, N. (2022). *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan Formulasi Pengelolaan Pencemaraan Logam Berat di Perairan*. 13(2), 45–54.