

Identifikasi Sifat Kelistrikan Bio-baterai Berbahan Dasar Ampas Kopi

Identification of Electrical Properties of Bio-battery based on Spent Coffee Grounds

Ishak Pawarangan^{1*}, Wilson Jefriyanto²

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Kampus 2 Kakondongan, Rantepao, Sulawesi Selatan, Indonesia 91832

²Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Jalan Jenderal Sudirman No.9, Bombongan, Makale, Sulawesi Selatan, Indonesia 91811

Email: *ishakpawarangan@ukitoraja.ac.id; wjefriyanto@ukitoraja.ac.id

Abstrak – Teknologi energi terbarukan pada prinsipnya menghasilkan energi dengan mengubah sumber daya alam menjadi bentuk energi yang bermanfaat. Bio-baterai adalah sumber energi alam alternatif yang memanfaatkan partikel nano dari tumbuhan untuk menghasilkan listrik. Dalam penelitian ini, ampas kopi dimanfaatkan sebagai pasta elektrolit untuk menghasilkan energi listrik bio-baterai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pemanfaatan ampas kopi sebagai pasta elektrolit. Selanjutnya, analisis terhadap komposisi ampas kopi dilakukan untuk menghasilkan arus optimum serta tingkat efektivitas bio-baterai ditinjau dari nilai arusnya. Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh jenis ampas kopi terhadap arus yang dihasilkan, maka dilakukan serangkaian percobaan untuk mendapatkan sifat kelistrikan optimum. Karakterisasi perangkat menghasilkan tegangan maksimum $1,11 \pm 0,09$ V dan daya $0,38$ mW.

Kata kunci: Energi terbarukan, energi alternatif, bio-baterai, pasta elektrolit, ampas kopi

Abstract – Principally, renewable energy technology produces energy by converting natural resources into useful forms of energy. Bio-battery is an alternative natural energy source that utilizes nanoparticles from plants to generate electricity. In this study, coffee grounds were used as an electrolyte paste to produce bio-battery. This study aims to determine the potential use of spent coffee grounds as an electrolyte paste. Furthermore, the analysis of the composition of coffee grounds to produce the optimum current and the level of effectiveness of the bio-battery in terms of the current value. To determine whether there is an effect of coffee grounds, series of experiments were carried out to obtain the optimum electrical properties. Characterization of the device produces a maximum voltage of 1.11 ± 0.09 V and a power of 0.38 mW.

Keywords: Renewable energy, alternative energy, bio-battery, electrolyte paste, coffee grounds

1. Pendahuluan

Penggunaan baterai sebagai salah satu sumber listrik terus mengalami peningkatan seiring dengan kemajuan teknologi. Baterai merupakan salah satu sumber energi yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Baterai yang tidak berfungsi lagi dibuang ke lingkungan dan menjadi salah satu limbah yang berbahaya bagi kehidupan, buangan limbahnya termasuk dalam limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Baterai yang dibuang sembarangan akan mencemari air tanah dan membahayakan makhluk hidup, karena kandungan baterai, seperti merkuri, mangan, timbal, kadmium, nikel, dan lithium.

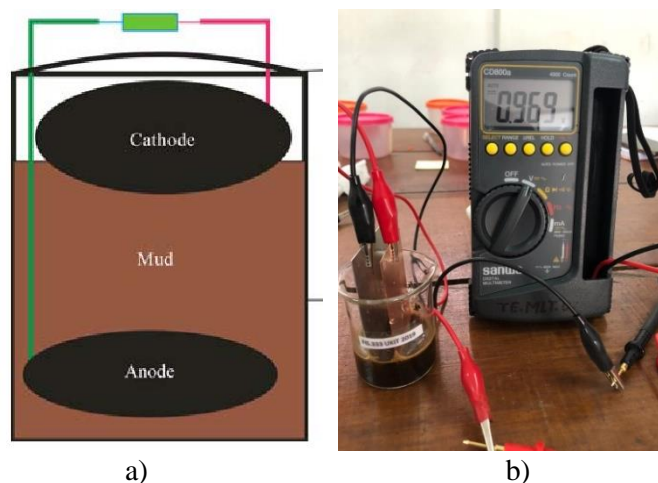
Kopi adalah salah satu minuman berkafein paling terkenal dan tingkat komersial yang terus berkembang. Kandungan antioksidan dan beberapa manfaat kesehatan antara lain perlindungan sel dari kerusakan, efek perlindungan terhadap beberapa jenis kanker, dan penyakit kronis, serta menurunkan risiko kematian akibat jantung dan neurologis [1]. Mengonsumsi minuman kopi atau biasa diistilahkan “ngopi” adalah kebiasaan sehari-hari bahkan sudah menjadi kebiasaan budaya di banyak negara, termasuk di Toraja (kabupaten Tana Toraja dan Toraja Utara) pada acara pesta adat Rambu Tuka’ (sukacita) dan Rambu Solo’ (dukacita) minuman kopi menjadi hidangan hangat sebagai penyambutan

tamu yang datang. Peningkatan konsumsi kopi berdampak pada perdagangan dan penggunaan kopi yang terus meningkat di seluruh dunia, Organisasi Kopi Internasional per Januari 2021 melaporkan bahwa setidaknya di tahun 2020/2021 konsumsi kopi global mencapai 167 ribu kemasan (60 kg/kemasan) [2]. Kopi yang dikonsumsi akan meninggalkan residu. Penelitian menunjukkan bahwa dalam 100 kg bubuk kopi setidaknya mengandung 90 kg atau sekitar 90% dari kopi yang dihasilkan berakhir dengan apa yang disebut ampas kopi atau Spent Coffee Grounds (SCG) [3]. Sejumlah besar residu padat yang dihasilkan ini dapat mengakibatkan efek merusak lingkungan karena limbah kopi dapat menyebabkan kerusakan DNA dan menimbulkan toksisitas bagi organisme air [4]. Efek limbah kopi belum disadari sepenuhnya bahkan oleh kalangan industri ditandai dengan pembuangan residu kopi secara sembarangan tanpa perlakuan apapun.

Topik penelitian terkait pemanfaatan ampas kopi telah banyak dilakukan untuk menghindari efek negatif yang disebutkan di atas, limbah kopi mulai dimanfaatkan sebagai penyimpanan energi [5], [6], Anoda baterai litium ion [7], produksi biofuel [5] dan produksi biodiesel [8]. Dalam penelitian ini akan diidentifikasi potensi ampas kopi sebagai bahan pasta elektrolit bio-baterai sekaligus menganalisis beberapa faktor yang mempengaruhi ampas kopi untuk menghasilkan arus dan tegangan listrik dengan keluaran optimum. Pemanfaatan ampas kopi sebagai bahan bio-baterai ini tidak hanya untuk menghasilkan sumber arus dan tegangan tetapi juga diharapkan mampu mengurangi efek negatif pembuangan residu ampas kopi ke lingkungan serta mengurangi ketergantungan pemanfaatan bahan kimia sebagai pasta elektrolit baterai yang selama ini digunakan.

2. Metode Penelitian

Skema perancangan tahapan penelitian terdiri dari 3 tahapan yaitu preparasi, karakterisasi sifat kelistrikan dan analisis kelistrikan ampas kopi. Tahapan preparasi terdiri atas pengumpulan bahan baku berupa ampas kopi, penyortiran ampas kopi berdasarkan jenis. Preparasi sampel dimulai dengan menimbang berat kopi masing masing seberat 40 gram kemudian dimasukkan ke dalam kemasan plastik. Ampas kopi yang telah dipreparasi selanjutnya dipersiapkan untuk proses identifikasi sifat kelistrikan. Identifikasi kelistrikan yang dilakukan meliputi arus (mA) dan tegangan (mV) menggunakan multimeter digital (Sanwa CD800a). Susunan alat uji seperti pada Gambar 1a, pada bagian penutup kemasan plastik diberi lubang yang disesuaikan dengan besar ukuran elektroda. Susunan pengukuran sifat kelistrikan alat bio-baterai ampas kopi seperti ditunjukkan pada Gambar 1b. Sifat kelistrikan bio-baterai ampas kopi diambil setiap 24 jam kemudian uji analisis pada semua sampel dilakukan untuk dikaji lebih lanjut.



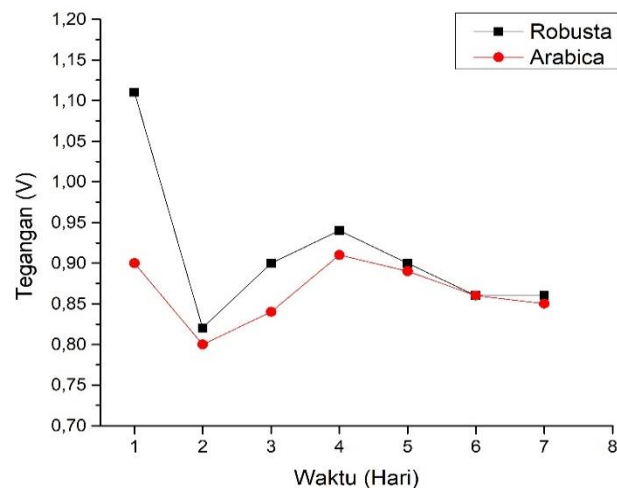
Gambar 1. (a) Skema susunan bio-baterai [9], (b) Susunan alat bio-baterai ampas kopi.

3. Hasil Dan Pembahasan

Data penelitian yang telah didapatkan telah dirangkum seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Selanjutnya, data pada Tabel 1 dibuat dalam grafik menggunakan aplikasi Origin Pro 9 yakni grafik tegangan (V) terhadap waktu (hari), arus listrik (mA) terhadap waktu (hari), dan daya (mW) terhadap waktu (hari) yang masing masing ditunjukkan pada Gambar 2, 3, dan 4.

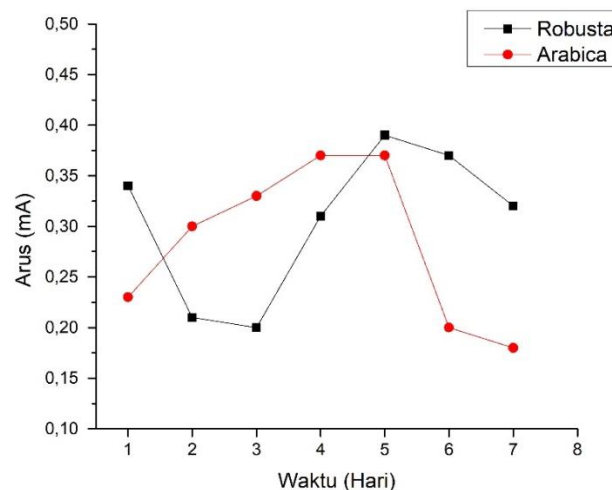
Tabel 1. Data tegangan, arus dan daya listrik bio-baterai ampas kopi Robusta dan Arabica.

Hari Ke-	Robusta			Arabica		
	V ($\pm 0,09$ V)	I ($\pm 0,07$ mA)	P ($\pm 0,08$ mW)	V ($\pm 0,04$ V)	I ($\pm 0,08$ mA)	P ($\pm 0,08$ mW)
1	1,11	0,34	0,38	0,90	0,23	0,21
2	0,82	0,21	0,17	0,80	0,30	0,24
3	0,90	0,20	0,18	0,84	0,33	0,28
4	0,94	0,31	0,29	0,91	0,37	0,33
5	0,90	0,39	0,35	0,89	0,37	0,33
6	0,86	0,37	0,32	0,86	0,20	0,17
7	0,86	0,32	0,27	0,85	0,18	0,15



Gambar 2. Grafik tegangan luaran ampas kopi Arabica dan Robusta.

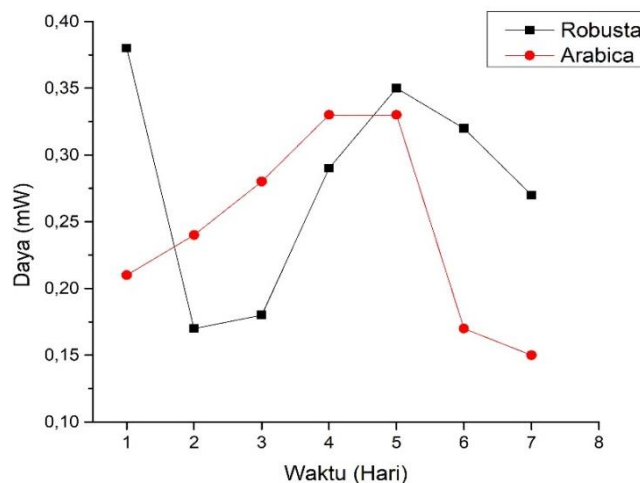
Gambar 2 menunjukkan grafik hubungan antara tegangan yang dihasilkan ampas kopi jenis Arabica dan Robusta. Hari ke-1 tegangan yang dihasilkan ampas kopi jenis Arabica dan Robusta masing masing 1,11V dan 0,9 V. Tegangan yang dihasilkan pada hari ke-2 untuk jenis ampas kopi Arabica dan Robusta mengalami penurunan yang cukup signifikan. Penurunan nilai tegangan ini akibat adanya proses reduksi pada elektroda tembaga (Cu) dan peristiwa oksidasi pada elektroda seng (Zn) yang digunakan. Elektron yang mengalir dari elektroda seng (Cu) ke tembaga (Zn) akan mengakibatkan elektroda tembaga tertutupi oleh lapisan hasil oksidasi. Peristiwa ini ditunjukkan oleh adanya perubahan warna dan penebalan pada permukaan elektroda tembaga. Hari ke-2 hingga hari ke-4 tegangan yang dihasilkan mengalami



Gambar 3. Grafik arus luaran ampas kopi Arabica dan Robusta.

peningkatan pada kedua jenis ampas kopi dan lebih lanjut mengalami penurunan hingga hari ke-7 mencapai 0,86 V untuk jenis ampas kopi Arabica dan 0,85 untuk jenis ampas kopi Robusta.

Grafik hubungan antara arus terhadap waktu yang dihasilkan ampas kopi jenis Arabica dan Robusta ditunjukkan pada Gambar 3. Hari ke-1 arus yang dihasilkan ampas kopi jenis Arabica dan Robusta masing masing 0,34 A dan 0,23 V. Hari ke-2 hingga hari ke-5 arus yang dihasilkan oleh ampas kopi jenis Arabica mengalami trend yang meningkat meski demikian selanjutnya mengalami penurunan. Disisi lain, ampas kopi jenis Robusta menunjukkan trend yang berbeda. Hari ke-1 hingga hari ke-3 terus mengalami penurunan nilai arus hingga 0,20 A dan lebih lanjut mengalami peningkatan yang signifikan hingga hari ke-5 mencapai 0,39 V. Selain itu, kurva arus menunjukkan puncaknya pada hari ke-5 yang kemungkinan akibat adanya senyawa gula yang telah diubah secara alami menjadi glukosa [10]. Lebih lanjut, beberapa bentuk puncak ganda yang diamati pada hari ke-6 dan hari ke-7 pada kedua jenis ampas kopi termasuk juga hari ke-3 dan ke-4 pada jenis kopi Robusta yang mengindikasikan terjadinya kekurangan glukosa [11].



Gambar 4. Grafik daya luaran ampas kopi Arabica dan Robusta.

Grafik hubungan daya terhadap waktu untuk jenis ampas kopi Robusta dan Arabica ditunjukkan Gambar 4. Daya yang dihasilkan oleh kedua jenis ampas kopi menunjukkan trend yang berbeda. Perbedaan trend ini diakibatkan oleh tegangan dan juga arus yang dihasilkan oleh kedua jenis ampas kopi. Produksi daya terbesar pada kedua jenis ampas kopi adalah pada jenis ampas kopi Robusta yakni 0,38 mW. Produksi daya dipengaruhi oleh arus ampas kopi. Arus yang dihasilkan diduga kuat berasal dari dekomposisi pasta elektrolit [12]. Meski demikian, studi lebih lanjut tentang keberadaan glukosa menjadi diperlukan untuk mengkonfirmasi mekanisme produksinya dalam pasta elektrolit ampas kopi.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah prototipe perangkat bio-baterai berbahan ampas kopi telah dikembangkan. Arus, tegangan, dan daya listrik yang dihasilkan oleh ampas kopi Arabica dan Robusta selama 7 hari bersifat fluktuatif. Karakterisasi perangkat bio-baterai menghasilkan tegangan maksimum $1,11 \pm 0,09$ V dan daya $0,38 \pm 0,08$ mW pada jenis ampas kopi Robusta. Arus maksimum $0,39 \pm 0,07$ mA dihasilkan jenis kopi Arabica.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Kristen Indonesia Toraja (LPPM-UKI Toraja) yang telah membiayai penelitian ini melalui Penelitian Kompetitif Internal skema Penelitian Dosen Pemula, UKI Toraja.

Pustaka

- [1] M. Ding *et al.*, "Association of coffee consumption with total and cause-specific mortality in 3 large prospective cohorts," *Circulation*, vol. 132, no. 24, 2015, pp. 2305-2315, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.017341.

- [2] International Coffee Organization (ICO), "World coffee consumption.", Available from <http://www.ico.org/prices/new-consumption-table.pdf>. [Cited 2021 March 20].
- [3] C. Kourmentza, C. N. Economou, P. Tsafrakidou, and M. Kornaros, "Spent coffee grounds make much more than waste: Exploring recent advances and future exploitation strategies for the valorization of an emerging food waste stream," *J. Clean. Prod.*, vol. 172, 2018, pp. 980-992, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.10.088.
- [4] A. S. Fernandes *et al.*, "Impacts of discarded coffee waste on human and environmental health," *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 141, no. April, 2017, pp. 30-36, doi: 10.1016/j.ecoenv.2017.03.011.
- [5] I. Efthymiopoulos, P. Hellier, N. Ladommatos, A. Kay, and B. Mills-Lampthey, "Effect of Solvent Extraction Parameters on the Recovery of Oil From Spent Coffee Grounds for Biofuel Production," *Waste and Biomass Valorization*, vol. 10, no. 2, 2019, pp. 253-264, doi: 10.1007/s12649-017-0061-4.
- [6] X. Hu, H. Huang, Y. Hu, X. Lu, and Y. Qin, "Novel bio-based composite phase change materials with reduced graphene oxide-functionalized spent coffee grounds for efficient solar-to-thermal energy storage," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 219, no. September 2020, 2021, p. 110790, doi: 10.1016/j.solmat.2020.110790.
- [7] F. Luna-Lama *et al.*, "Non-porous carbonaceous materials derived from coffee waste grounds as highly sustainable anodes for lithium-ion batteries," *J. Clean. Prod.*, vol. 207, 2019, pp. 411-417, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.10.024.
- [8] L. Blinová, A. Pastierova, and M. Sirotiak, "Biodiesel Production from Spent Coffee Grounds," *Res. Pap. Fac. Mater. Sci. Technol. Slovak Univ. Technol.*, vol. 25, 2017, doi: 10.1515/rput-2017-0013.
- [9] M. I. Simeon, M. Y. Otache., T. A. Ewemojie, and A. Raji, "Application of Urine as Fuel in a Soil-based Membrane-less Single Chamber Microbial Fuel Cell," *Agric. Eng. Int. CIGR J.*, vol. 21, 2019, pp. 115-121.
- [10] J. Hu, J. Zhang, H. Li, Y. Chen, and C. Wang, "A promising approach for the recovery of high value-added metals from spent lithium-ion batteries," *J. Power Sources*, vol. 351, 2017, pp. 192-199, doi: 10.1016/j.jpowsour.2017.03.093.
- [11] D. Hartley, *Perspectives on renewable energy and the environment ed J W Tester, D O Wood, N A Ferrari*. Massachusetts: MIT, 1990.
- [12] I. C. F. Dos Santos, S. H. V de Carvalho, J. I. Solleti, W. Ferreira de La Salles, K. Teixeira da Silva de La Salles, and S. M. P. Meneghetti, "Studies of Terminalia catappa L. oil: characterization and biodiesel production," *Bioresour. Technol.*, vol. 99, no. 14, 2008, pp. 6545-6549, doi: 10.1016/j.biortech.2007.11.048.