



Pemanfaatan Air Lindi dari Sampah Pasar Induk Jakabaring sebagai Media Elektrolit untuk Menghasilkan Listrik

Orin Tri Tandayu¹ Parmin Lumban Toruan^{1*} Andi Arif Setiawan²

¹Program Studi Fisika Fisika, F.SAINTEK Universitas PGRI Palembang, Palembang 30251, Indonesia

²Program Studi Sains Lingkungan, F.SAINTEK Universitas PGRI Palembang, Palembang 30251, Indonesia

*e-mail: parmin.lt70@gmail.com

Received: 01 07 2024. Accepted: 02 02 2025. Published: 02 2025

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi waktu fermentasi dan jarak elektroda terhadap nilai arus dan tegangan listrik yang dihasilkan dari media elektrolit air lindi sampah. Waktu fermentasi yang digunakan adalah 1 hari, 3 hari, dan 5 hari. Elektroda yang digunakan terdiri dari tembaga (Cu) sebagai katoda dan seng (Zn) sebagai anoda. Pengukuran dilakukan untuk menentukan arus dan tegangan listrik yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus dan tegangan listrik tertinggi diperoleh pada fermentasi hari pertama, dengan nilai masing-masing sebesar 0.074 mA dan 0.759 V. Sebaliknya, arus dan tegangan terendah tercatat pada fermentasi hari kelima, yaitu 0.027 mA dan 0.532 V. Variasi waktu fermentasi dan jarak elektroda berpengaruh terhadap nilai arus dan tegangan listrik yang dihasilkan, dengan kecenderungan penurunan arus dan tegangan seiring bertambahnya waktu fermentasi.

Kata Kunci : Air Lindi, Tegangan Listrik, Arus Listrik

Utilization of Leachate from Jakabaring Main Market Waste as an Electrolyte Medium for Electricity Generation

Abstract

This study aims to analyze the effect of fermentation time variation and electrode distance on the current and voltage generated from the landfill leachate electrolyte medium. The fermentation durations used were 1 day, 3 days, and 5 days. The electrodes consisted of copper (Cu) as the cathode and zinc (Zn) as the anode. Measurements were conducted to determine the generated current and voltage. The results indicate that the highest current and voltage were obtained on the first day of fermentation, with values of 0.074 mA and 0.759 V, respectively. In contrast, the lowest current and voltage were recorded on the fifth day of fermentation, at 0.027 mA and 0.532 V. The variation in fermentation time and electrode distance influenced the generated current and voltage, with a decreasing trend observed as fermentation time increased.

Keywords : Linded Water, Electric Voltage, Electric Current

PENDAHULUAN

Sampah merupakan buangan atau sisa dari suatu proses produksi baik rumah tangga dan industri. UU No 18 tahun 2008 menjelaskan tentang bagaimana pengelolaan sampah. Sampah

adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat diurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan.



Sampah-sampah tersebut kemudian dikumpulkan di Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPS) dan diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sehingga menjadi limbah di masyarakat (Larasati, 2016).

Limbah merupakan bahan buangan sampah berupa plastik, buah-buahan, ataupun sayur-sayuran yang telah dibuang di tempat sampah maupun hasil dari proses produksi industri atau domestik rumahan. Limbah terdiri dari berbagai jenis, termasuk limbah padat dan limbah cair. Limbah padat, yang lebih dikenal sebagai sampah, sering kali tidak diinginkan karena dianggap tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah ini dapat berupa bahan kimia, bahan organik, maupun senyawa anorganik. Sementara itu limbah cair seperti sayuran buah-buahan yang membusuk, biasanya dikenal dengan istilah air lindi (Marliani, 2014).

Air lindi merupakan limbah cairan yang timbul akibat masuknya cairan eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi-materi terlarut, termasuk juga materi organik hasil proses dekomposisi biologis. Air lindi merupakan salah satu polusi biomassa terbesar yang dapat mencemari lingkungan. Apabila sampah organik yang berada di permukaan tidak dimanajemen dengan baik pengelolannya, maka akan menyebabkan pencemaran air di dalam tanah (Mutiara, 2007). Salah satu pengolaan dengan menggunakan bakterik pengurai adalah dengan cara memanfaatkan teknologi *microbial fuel cell* (MFC). *Microbial fuel cell* (MFC) adalah salah satu pemanfaatan metabolisme mikroorganisme yang dipanen elektronnya sehingga dapat dihasilkan energi alternatif pembangkit listrik (Azizah, 2017).

Energi alternatif biasanya dihasilkan dari bahan bakar fosil yang bersumber dari alam, seperti tumbuhan

mati, hewan, air dan lain sebagainya yang dapat digunakan untuk menghasilkan suatu energi terbarukan. Secara khusus, energi yang sering digunakan dalam pembangkit listrik maupun transportasi semakin banyak untuk menarik perhatian orang-orang. Walaupun hanya sebagian kecil memenuhi dari kebutuhan sumber energi yang ada di dunia, lebih banyak sumber komersial maupun sumber energi alternatif yang berkembang pesat di tengah masyarakat yang memberikan peluang jangka panjang, salah satunya sel volta (Liun, 2011).

Sel volta merupakan salah satu sel elektrokimia yang dapat menghasilkan energi listrik yang diperoleh dari reaksi kimia yang berlangsung secara spontan. Prinsip sel volta termasuk dalam sel elektrokimia yang terdiri atas larutan elektrolit dan elektroda (anoda dan katoda) untuk menghasilkan energi listrik (Harahap, 2016).

Elektroda katoda dan anoda digunakan sebagai penghantar elektron listrik. Prinsip kerja elektroda adalah muatan bergerak dari satu titik ke titik lain karena elektroda memiliki nilai beda potensial listrik antara kedua muatan dinyatakan dalam gaya gerak listrik. Berdasarkan deret volta, logam yang memiliki nilai potensial lebih kecil digunakan sebagai elektroda negatif (anoda) dan yang memiliki nilai potensial lebih besar sebagai elektroda positif (katoda) (Yulianti, 2017). Jika pasangan elektroda dimasukkan larutan elektrolit, maka ion-ion bergerak sehingga terjadi proses transfer elektron dari anoda ke katoda yang menghasilkan keluaran berupa arus dan tegangan (Hendri et al., 2015).

Cairan limbah yang berbentuk elektrolit dalam limbah-limbah tertentu memungkinkan elektroda seperti tembaga (Cu) dan seng (Zn), serta elektroda nyata lainnya seperti karbon, grafit, karbon teraktivasi, dan karbon gelas, untuk dihubungkan secara langsung dengan

pemisah dan elektrolit guna mengumpulkan arus. (Barmawi et al., 2011).

Bertitik tolak dari uraian di atas, peneliti tertarik melakukan riset tentang media elektrolit yang berasal dari air lindi sampah pasar, dengan menggunakan elektroda yang berasal dari media elektrolit 2. Aliran listrik yang terjadi dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi baterai, yang umumnya dikenal sebagai sel volta. Penelitian ini dilakukan dalam upaya pencarian sumberdaya energi terbarukan (Khan, 2019), ramah lingkungan dan berbiaya murah (Golberg et al., 2010).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Maret - Juni Tahun 2024. Pengambilan sampel air lindi di Pasar Induk Jakabaring Kota Palembang. Percobaan pengukuran tegangan dan arus listrik di Laboratorium Sains Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas PGRI Palembang. Penelitian ini menggunakan metode survei dan eksperimen. Survei dilakukan di Tempat Pembuangan Akhir (TPS) di Pasar Induk Jakabaring yang diikuti dengan pengumpulan air lindi. Air lindi diperoleh lalu digunakan untuk penelitian eksperimen dengan lama fermentasi dan jarak elektroda dalam media elektrolit air lindi sampah, arus dan tegangan listrik yang dihasilkan diukur menggunakan multimeter digital.

1. Air lindi diambil lalu dimasukkan ke dalam gelas ukur sebanyak 200 ml.
2. Elektroda Cu dan Zn dimasukkan ke dalam wadah elektrolisis, kemudian jarak antar elektroda diatur 1 cm, 2 cm, 3cm dengan lama fermentasi 1 hari, 3 hari, 5 hari. (Gambar 3.3).
3. Elektroda Cu (kutub positif) dihubungkan dengan kabel penjepit elektroda berwarna merah, kemudian elektroda Zn (kutub negatif)

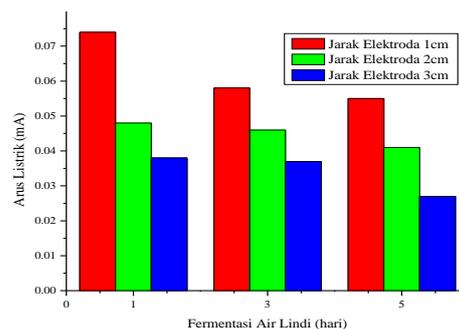
dihubungkan dengan kabel penjepit berwarna hitam..

4. Kabel yang berasal dari elektroda dihubungkan ke multimeter, lalu dilakukan pengamatan arus dan tegangan listrik yang dihasilkan. Langkah di atas diulangi sebanyak 3 kali pengulangan pengukuran.

Pengumpulan data dilakukan dengan tiga kali pengulangan perlakuan untuk setiap jarak elektroda dan lama fermentasi terhadap arus dan tegangan listrik yang dihasilkan oleh air lindi sampah. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif, yang diperkuat dengan penelitian terdahulu terkait dengan penelitian sel volta, khususnya variasi jarak dan lamanya fermentasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan media elektrolit yang berasal dari air lindi sampah yang berada di lingkungan pasar Induk Jakabaring. Arus listrik yang dihasilkan dengan variasi jarak antar elektroda adalah 1 cm, 2 cm dan 3 cm, dan fermentasi selama 1 hari, 3 hari, 5 hari dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.

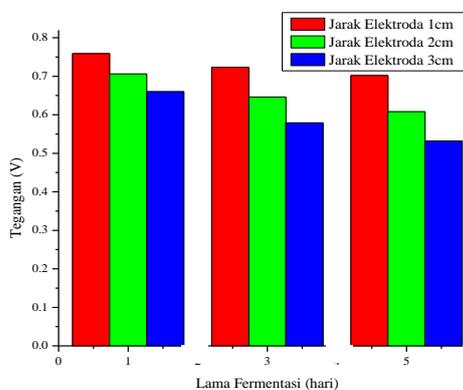


Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengukuran Pengaruh Jarak Elektroda terhadap Arus Listrik

Gambar 4.1 menunjukkan grafik besar arus listrik yang dihasilkan untuk lama fermentasi 1 hari, didapatkan bahwa arus listrik terbesar adalah 0,074 mA pada saat jarak elektroda 1 cm dan terendah sebesar 0,038 mA pada saat

jarak elektroda sebesar 3 cm. Lama fermentasi 3 hari dihasilkan arus paling tinggi sebesar 0,058 mA dan terendah sebesar 0,037 mA. Selanjutnya untuk fermentasi 5 hari arus paling tinggi 0,055 mA sedangkan terendah 0,027 mA. Grafik juga menunjukkan bahwa jarak antara elektroda mempengaruhi besar arus yang dihasilkan, semakin jauh jarak elektroda arus yang dihasilkan semakin kecil.

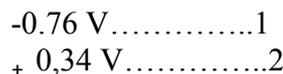
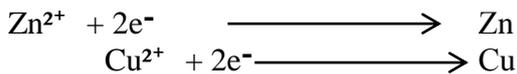
Selanjutnya jarak elektroda terhadap tegangan (V) dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengukuran Pengaruh Jarak Elektroda terhadap Tegangan

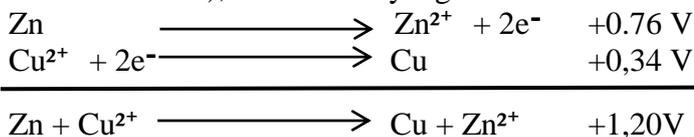
Gambar 4.2 Grafik juga menunjukkan variasi jarak elektroda dengan lama fermentasi 1 hari didapatkan bahwa tegangan listrik dengan hasil sebesar 0,759 V dan terendah sebesar 0,660 V, lama fermentasi 3 hari didapatkan bahwa tegangan listrik dengan hasil sebesar 0,723 V dan terendah sebesar 0,579 V, pada fermentasi 5 hari didapatkan bahwa tegangan listrik dengan hasil sebesar 0,702 V dan terendah sebesar 0,532 V.

Aliran listrik terjadi diakibatkan karena potensial standar reduksi Zn lebih kecil dibandingkan standar reduksi Cu, sehingga elektroda Zn mengalami oksidasi (kutub anoda) dan elektroda Cu mengalami reduksi (kutub katoda). Sariasih et al., (2016) mengemukakan bahwa reaksi reduksi berlangsung di katoda, sedangkan reaksi oksidasi berlangsung pada anoda.



Elektroda anoda (-) Zn yang terhubung dengan katoda (+) Cu terendam dalam media elektrolit, maka kutub anoda Zn akan mengalami oksidasi (melepaskan electron), electron yang

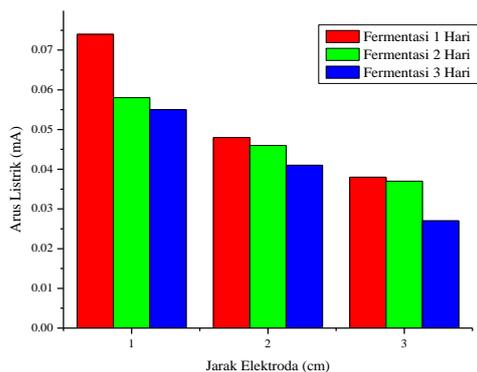
dilepaskan ditangkap oleh elektroda katoda (+), sehingga terjadi aliran listrik. Reaksi yang terjadi ditunjukkan pada reaksi berikut (Setiawan et al., 2024).



Penelitian ini sejalan dengan penelitian Setiawan et al., (2024) yang melakukan penelitian sel volta dengan menggunakan elektroda Cu dan Zn dalam media yang dikombinasi antara air lindi stockpile batu bara dengan serbuk gergaji. Hasil penelitian menunjukkan semakin jauh jarak elektroda semakin kecil tegangan dan arus yang dihasilkan.

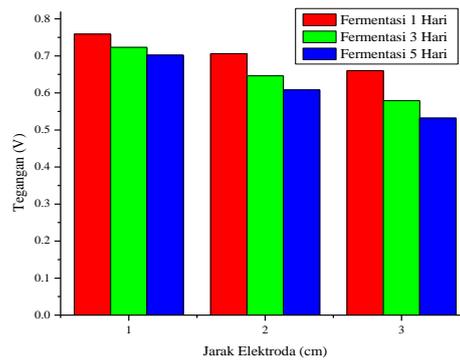
Nur et al., (2021) telah melakukan penelitian kulit jeruk pamele dengan variasi jarak elektroda yang digunakan yaitu 1cm, 2cm, 3cm dan 4 cm. Hasil penelitian menunjukkan jarak antar elektroda mempengaruhi besarnya tegangan dan arus listrik yang dihasilkan, semakin jauh jarak elektroda tegangan dan arus listrik semakin kecil.

Pengukuran tegangan dan arus listrik dengan variasi lamanya fermentasi dengan menggunakan media elektrolit yang berasal dari air lindi sampah yang berada di lingkungan pasar Induk Jakabaring. Variasi fermentasi adalah 1 hari, 3 hari dan 5 hari, di dapatkan data arus listrik terukur (Gambar 4.3). Hasil pengukuran yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Arus

Gambar 4.3 di atas terlihat bahwa pengaruh dari lamanya fermentasi untuk jarak elektroda 1 cm dengan variasi lama fermentasi menunjukkan arus yang dihasilkan paling besar 0,074 mA terjadi pada waktu fermentasi 1 hari dan terendah sebesar 0,055 mA lama fermentasi 5 hari. Jarak elektroda 2 cm arus paling tinggi sebesar 0,048 mA dan terendah sebesar 0,041 mA. Jarak elektroda 3 cm arus yang paling tinggi didapatkan sebesar 0,038 mA dan terendah sebesar 0,027 mA. Gambar 4.3 menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi arus yang dihasilkan semakin kecil.



Gambar 4.4 Hasil Pengukuran Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Tegangan

Gambar 4.4 di atas terlihat bahwa pengaruh dari lamanya fermentasi untuk jarak elektroda 1 cm dengan variasi lama fermentasi menunjukkan tegangan yang dihasilkan paling besar 0,759 V terjadi pada waktu fermentasi 1 hari dan terendah sebesar 0,702 V pada lama fermentasi 5 hari. Jarak elektroda 2 cm tegangan paling tinggi sebesar 0,706 V dan terendah sebesar 0,608 V. Jarak elektroda 3 cm tegangan yang paling tinggi didapatkan sebesar 0,660 V dan terendah sebesar 0,532 V. Gambar 4.4 menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi tegangan yang dihasilkan semakin kecil.

Yolanda, (2021) telah melakukan penelitian fermentasi larutan sari buah tomat dengan variasi waktu yang digunakan yaitu 48 jam, 96 jam, 144 jam dan 192 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lamanya waktu fermentasi mempengaruhi besarnya tegangan dan arus dimana semakin lama fermentasi berlangsung menyebabkan ion-ion yang bermuatan positif dan ion-ion bermuatan negatif akan bereaksi membentuk senyawa yang pada akhirnya mengakibatkan ion-ion yang ada dalam lindi tersebut berkurang sehingga pada akhirnya menyebabkan tegangan dan arus listrik menjadi kecil.

Al Gazali et al., (2023) melakukan penelitian lama fermentasi terhadap air lindi, menunjukkan semakin lama

fermentasi nutrisi dalam air lindi semakin berkurang. Nutrisi yang semakin berkurang menyebabkan semakin banyak mikroba yang tidak memperoleh nutrisi sehingga akan terjadi fase kematian, yaitu jumlah mikroba untuk menghasilkan elektron akan terus menurun mengakibatkan tegangan dan arus listrik akan menurun satu sama lain.

Penelitian yang telah dilakukan adalah semakin dekat jarak elektroda akan semakin besar arus dan tegangan yang dihasilkan dan semakin lama fermentasi akan semakin kecil arus dan tegangan yang dihasilkan karena terjadinya perubahan yang signifikan pada larutan setelah dilakukan elektrolisis. Hal ini mungkin saja disebabkan oleh elektroda yang digunakan yaitu bentuk dan jarak antar elektroda yang mempengaruhi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, variasi jarak elektroda dan waktu fermentasi pada air lindi berpengaruh terhadap nilai arus dan tegangan listrik yang dihasilkan. Arus listrik tertinggi tercatat sebesar 0.074 mA, sedangkan yang terendah adalah 0.027 mA. Sementara itu, tegangan listrik tertinggi yang dihasilkan mencapai 0.759 V, dengan nilai terendah sebesar 0.532 V. Secara keseluruhan, semakin lama waktu fermentasi, terjadi penurunan nilai arus dan tegangan listrik. Hal ini menunjukkan bahwa parameter fermentasi dan jarak elektroda merupakan faktor penting dalam optimasi pemanfaatan air lindi sebagai media elektrolit untuk pembangkitan listrik, dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

Al Gazali, M. H., Zaeni, A., Susilowati, P. E., Alwahab, A., & Efendi, R. (2023). Potensi Air Lindi dari TPA Puuwatu sebagai Sumber

Energi Alternatif Berbasis Teknologi Microbial Fuel Cell. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 9(2), 140-148.

Azizah, S. 2017. Potensi Pemanfaatan Air Lindi Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik Dengan Menggunakan *Microbial Fuel Cell* (MFC) (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

Barmawi, I., Taer, E., & Umar, A. A. 2011. Efek Penumbuhan Nanopartikel Platinum Pada Elektroda Karbon Terhadap Prestasi Superkapasitor. *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, 11(1), 1-5.

Golberg, A., Rabinowitch, H. D., & Rubinsky, B. 2010. Zn/Cu-vegetative batteries, bioelectrical characterizations, and primary cost analyses. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 2(3), 1-2.

Harahap, M. R. 2016. Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1), 177-180.

Liliana, & Susi Afriani. 2015. Konversi Energi. Pekanbaru: Fakultas Sains dan Teknologi. *Skripsi Universitas Islam Negeri (UIN)*.

Liun, E. 2011. Potensi energi alternatif dalam sistem kelistrikan Indonesia. *In Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Energi Nuklir IV*, 1(1), 311-322.

Marliani, N. 2015. Pemanfaatan limbah rumah tangga (sampah anorganik) sebagai bentuk implementasi dari pendidikan lingkungan hidup. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 4(2), 124-132.

- Mutiara, L. 2007. Pemanfaatan limbah cair sebagai sumber energi listrik pada microbial fuel cell. *Skripsi Institut Teknologi Bandung (ITB)*.
- Nur, M., Hasriadi, H., Juwita, A. I., & Mursida, M. (2021). Korelasi waktu fermentasi terhadap arus listrik Albedo dan Flavedo Jeruk Pamelo (Citrus maxima). *Agrokompleks*, 21(1), 33-39.
- Setiawan, A.A., Rahman, D.Y., Sulistyowati, R., Kiki Risky Midia, K.R. and Rusli, M., 2024. Study of Voltage and Electric Current Generated from Cu-Zn Electrode in a Medium of Sawdust and Coal Stockpile Wastewater. *Indonesian Physical Review*, 7(1), 95-106.
- Yolanda, N. (2021). Analisis Kelistrikan Sel Volta Dengan Memanfaatkan Buah Tomat Sebagai Energi Alternatif Bio-Baterai. (*Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara*).