

## Produksi Bioelektrik dengan Memaksimalkan Potensi Mikroba di TPA Tanah Lubuk Minturun

Davina Fitria<sup>1)</sup>, Malika Aissa Febrya<sup>1)</sup>, Irdawati<sup>2)</sup>

<sup>1)2)</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang  
Alamat Institusi Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Bar., Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat  
Email: [davinafitria612@gmail.com](mailto:davinafitria612@gmail.com)

---

### ABSTRACT

*The Lubuk Minturun Landfill in Padang City, West Sumatra, receives various types of waste, both organic and inorganic. The dominating landfill soil has the potential to be processed into a renewable energy source. This study aims to compare the bioelectricity production from soil near the river (SA) and soil from waste piles (SB) in Lubuk Minturun landfill. The research was conducted at the Microbiology Laboratory, Padang State University, in April 2024. Electric energy measurements were taken every 2 hours for 16 hours. Tests carried out in the form of Total Plate Number (TPC) using Nutrient Agar (NA) medium, gram staining test and Microbial Fuel Cell (MFC) test. The results of this study showed that in the NA medium the color of bacterial colonies was white and yellow. for the number of bacterial colonies the soil sample near the river (SA) was  $4.1 \times 10^6$  CFU/mL. while the waste pile soil sample (SB) was  $1.55 \times 10^6$  CFU/mL. Gram staining produced gram-negative bacteria in the form of coccus and bacilli. The results showed that SA produced a higher electrical voltage (514 mV) compared to SB (494 mV). This study shows that landfill soil has the potential to be processed into a renewable energy source through bioelectricity, with soil in the SA sample as the most promising location.*

**Kata kunci:** Bioelectrics, Landfill, MFC, Soil Microbes

### ABSTRACT

TPA Tanah Lubuk Minturun di Kota Padang, Sumatera Barat, menerima berbagai jenis sampah, baik organik maupun anorganik. Tanah timbunan sampah yang mendominasi memiliki potensi untuk diolah menjadi sumber energi terbarukan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan produksi biolistrik dari tanah di dekat sungai (SA) dan tanah dari tumpukan sampah (SB) di TPA Lubuk Minturun. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi, Universitas Negeri Padang, pada April 2024. Pengukuran energi listrik dilakukan setiap 2 jam selama 16 jam. Pengujian yang dilakukan berupa Angka Lempeng Total (ALT) dengan menggunakan medium *Nutrien Agar* (NA), uji pewarnaan gram dan uji *Microbial Fuel Cell* (MFC). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada medium NA warna koloni bakteri putih dan kuning. untuk jumlah koloni bakteri sampel tanah didekat Sungai (SA)  $4,1 \times 10^6$  CFU/mL. sedangkan sampel tanah tumpukan sampah (SB)  $1,55 \times 10^6$  CFU/mL. Pewarnaan gram menghasilkan bakteri gram negatif berupa coccus dan basil. Hasil menunjukkan bahwa SA menghasilkan tegangan listrik yang lebih tinggi (514 mV) dibandingkan dengan SB (494 mV). Penelitian ini menunjukkan bahwa tanah TPA memiliki potensi untuk diolah menjadi sumber energi terbarukan melalui bioelektrik, dengan tanah pada sampel SA sebagai lokasi yang paling menjanjikan.

**Kata kunci: Bioelektrik, Mikroba Tanah, MFC, TPA**

---

## **PENDAHULUAN**

Indonesia memiliki potensi sampah yang besar, jumlahnya semakin meningkat setiap tahunnya secara nasional bahkan dalam skala regional. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah penduduk yang besar, laju pertumbuhan penduduk yang tinggi dan aktivitas konsumsi masyarakat yang tinggi. Pada tahun 2021 volume sampah di Indonesia akan mencapai 68,5 juta ton dan pada tahun 2022 meningkat menjadi 70 juta ton. Dengan potensi jumlah sampah yang besar, pembangunan PLTSA di Indonesia menjadi solusi dari permasalahan yang ditimbulkan oleh sampah (Nur, 2023).

Energi diperlukan untuk semua aktivitas manusia, termasuk ekonomi, rumah tangga, industri, bisnis, dan transportasi. Sebagian besar energi saat ini berasal dari sumber daya tak terbarukan, seperti bahan bakar fosil. Namun, cadangan batu bara dan minyak bumi semakin berkurang, yang menyebabkan permintaan energi yang lebih besar. Penggunaan bahan bakar fosil juga menyebabkan kadar karbon yang lebih tinggi di atmosfer, yang menyebabkan pemanasan global. Oleh karena itu, sumber energi alternatif diperlukan (Irdawati *et al.*, 2023).

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Tanah Lubuk Minturun merupakan tempat pembuangan sampah terbesar di Kota Padang, Sumatera Barat. TPA ini memiliki potensi besar untuk menghasilkan biolistrik melalui proses dekomposisi sampah oleh mikroba. Mikroba di TPA Tanah Lubuk Minturun memiliki keragaman yang tinggi, termasuk bakteri, archaea, dan jamur.

Mikroba ini mampu menguraikan berbagai jenis sampah organik dan menghasilkan senyawa organik yang dapat diubah menjadi biolistrik. Produksi biolistrik di tanah TPA dapat dimaksimalkan dengan memanfaatkan mikroba dan teknologi yang tepat. Inokulasi mikroba dengan kemampuan dekomposisi tinggi, modifikasi tana TPA untuk mengoptimalkan pertumbuhan mikroba, dan penggunaan teknologi *Microbial Fuel Cell* (MFC) dapat meningkatkan efisiensi produksi biolistrik (Sari, 2020).

*Microbial Fuel Cell* (MFC) adalah teknologi konversi energi yang memanfaatkan kemampuan metabolisme bakteri. Bakteri yang berperan umumnya bersifat anaerobik, yaitu bakteri yang dapat mengubah berbagai macam bahan organik menjadi CO<sub>2</sub>, air, dan energi. Sistem MFC ini dapat menghasilkan tenaga

listrik. Jika dibuat dalam skala besar maka kemungkinan besar dapat menggantikan produksi energi listrik dari bahan bakar fosil (Zaeni, 2023).

Prinsip kerja alat MFC tipe jembatan garam (*salt bridge*) terdiri dari sepasang rangkaian elektroda katoda dan anoda dengan dua ruang. Batang karbon grafit digunakan sebagai elektroda katodik, dan batang tembaga digunakan sebagai elektroda anodik. Mikroba mengoksidasi substrat diruang anodik dalam keadaan planktonik atau dengan membentuk biofilm menghasilkan elektron, proton, dan metabolit lainnya sebagai hasil akhir. Elektron yang dilepaskan oleh mikroba dikumpulkan oleh anoda dan mengalir ke katoda melalui rangkaian eksternal. Aliran elektron melalui rangkaian luar menghasilkan arus listrik. Jembatan garam memungkinkan proton untuk mengalir ke katoda. Reaksi ini terjadi pada MFC dengan substrat asam amino bebas dan NAD<sup>+</sup> berfungsi sebagai penerima elektron (Ibrahim, 2022).

Sampah kota yang tidak diolah membuat tumpukan sampah meningkat di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah setiap hari karena populasi yang meningkat. Pada akhirnya, tumpukan sampah di TPA akan menyebabkan permasalahan di sekitar TPA. Sampah terbagi menjadi kategori organik dan anorganik. Analisis karakteristik limbah padat di banyak negara berkembang menunjukkan bahwa sampah organik merupakan sebagian besar (lebih dari 80%) dari semua limbah padat. Sampah organik biasanya tidak mendapatkan perhatian yang cukup untuk diolah atau didaur ulang, tetapi sekarang ada teknologi alternatif yang dapat digunakan untuk pengomposan limbah menjadi sumber energi bahan (Ariyanti, 2019).

## **METODE PENELITIAN**

### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Waktu pelaksanaan kegiatan yaitu pada bulan April 2024. Penelitian ini menggunakan metode RAL dengan 2 perlakuan dan 2 ulangan (duplo).

### **B. Alat dan Bahan**

#### 1) Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: Gelas ukur, beaker glass, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, Erlenmeyer, api bunsen, spatula, vortex, stirrer, timbangan digital, jarum ose, hot plate, oven, sekop, pipet tetes, autoclave, magnetic stirrer, label, elektroda (plat zinc 2x3 cm dan plat tembaga), kabel jepit buaya, botol kaca 250 ml, multimeter digital, tali sumbu, lakban hitam/electrical tape, lem pipa PVC, tembaga, kabel tembaga dan voltmeter.

## 2) Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah sampel limbah air selokan rumah tangga dan sampel limbah domestik sampah rumah tangga. Untuk limbah air selokan rumah tangga diambil di selokan perumahan kemudian dimasukkan kedalam botol. Sedangkan untuk limbah domestik rumah tangga pada sampah organiknya digunakan dan kemudian di copper kemudian ditambahkan aquades 100 ml selanjutnya diambil sarinya. Sari dari sampah limbah domestik rumah tangga yang akan dilakukan dalam pengujian MFC.

## C. Pelaksanaan Penelitian

### Membuat Media NA (Nutrient Agar)

Menimbang sebanyak 10 g Nutrient Agar (NA) dilarutkan dengan aquades hingga volume 500 ml dalam beaker glass steril dan dipanaskan menggunakan hot plate hingga mendidih. Medium NA dituang ke dalam erlenmeyer steril dan ditutup menggunakan kapas dan aluminium foil. Medium disterilisasi dalam autoclave pada suhu 121°C tekanan 1 atm selama 15 menit untuk mencegah kontaminasi.

### Regenerasi Sampel

Mengisolasi sampel tanah TPA yang diambil dari tanah TPA Lubuk Minturun, kemudian dilakukan pengenceran pada 10<sup>-5</sup> dan 10<sup>-6</sup>, selanjutnya diinokulasikan ke media NA untuk mengetahui pertumbuhan bakteri yang terdapat didalamnya. Diinkubasi pada suhu ruang selama 3 hari. Proses pengamatan dan identifikasi dilakukan melalui 2 cara yaitu secara makroskopis dan mikroskopis yaitu pewarnaan gram dan jenis bakteri tergolong gram positif atau negatif. Pengamatan makroskopis dilakukan dengan melihat jumlah koloni, bentuk pinggiran koloni, dan elevasi nya.

### Uji Morfologi (Pewarnaan Gram) Bakteri Isolat Murni

Setelah dibersihkan dan dibersihkan, kaca objek dipanaskan tiga sampai empat kali pada nyala api bunsen. Isolasi bakteri diambil secara aseptik dengan jarum ose, dan kemudian dioleskan pada kaca objek. Isolat bakteri kemudian ditetesi dengan larutan iodine selama 30 detik, kemudian dicuci dengan air mengalir dan tunggu hingga kering. Kemudian, isolat bakteri ditetesi dengan alkohol 95% selama 30 detik, kemudian dicuci dengan air mengalir dan tunggu hingga kering kembali. Selanjutnya, isolat bakteri ditetesi dengan kristal violet selama 1 menit, kemudian dicuci dengan air mengalir dan tunggu hingga kering kembali. Langkah terakhir melakukan pengamatan dibawah mikroskop (Sari *et al.*, 2020).

#### **D. Melakukan Uji MFC**

##### **a. Tahap Konstruksi MFC**

Pada tanah TPA dilakukan di dalam Bioreaktor yang dirangkai. Menyiapkan 2 tabung menggunakan reaktor dual chamber, yang terbagi antara kompartemen katoda dan anoda. Kompartemen anoda diisi dengan tanah TPA dengan komposisi tanah 50 gr dan dihomogenkan dengan ditambahkan aquades 100 ml sedangkan kompartemen katoda diisi dengan larutan aquades sebanyak 100 ml.

##### **b. Preparasi Elektroda**

Material elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah lempeng zinc (Zn) untuk bagian kompartemen anoda dan pada katoda menggunakan elektroda tembaga (Cu), dengan masing-masing ukuran elektroda 2 x 5 cm, elektroda disambungkan dengan jepit buaya dan dihubungkan ke alat multimeter digital.

#### **E. Pengamatan**

Mengamati perhitungan energi listrik diukur dengan alat multimeter digital dalam satuan milliVolt (mV) yang hasilnya bisa dibaca secara langsung di layar multimeter digital, pengukuran dilakukan setiap 2 jam sekali selama 16 jam.

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Mikroba tanah melakukan respirasi menggunakan senyawa organik sebagai sumber energi. Proses respirasi ini menghasilkan elektron yang ditransfer dari substrat organik ke akseptor akhir, yang dapat berupa oksigen (respirasi aerobik) atau

senyawa lain seperti nitrat, sulfat, atau besi (respirasi anaerobik). Faktor-faktor lingkungan seperti ketersediaan oksigen, kelembaban tanah, pH, dan ketersediaan senyawa reduksi lainnya dapat mempengaruhi jenis respirasi yang dominan oleh mikroba tanah pada suatu lokasi. Variasi ini mengarah pada produksi elektron yang berbeda dalam proses respirasi, yang pada gilirannya mempengaruhi potensial listrik atau voltase yang diukur melalui elektroda (Sholikah, 2022).

**Tabel 1.** Pengukuran Voltase Tanah TPA Sampel 1 Tanah di Dekat Sungai (SA)

<b>Jam</b>	<b>SA1</b>	<b>SA2</b>	<b>Rata-rata(mVolt)</b>
0 (07.00)	145 mV	140 mV	143 mV
2 (09.00)	298 mV	154 mV	226 mV
4 (11.00)	433 mV	165 mV	299 mV
6 (13.00)	446 mV	180 mV	313 mV
8 (15.00)	454 mV	492 mV	473 mV
10 (17.00)	574 mV	454 mV	514 mV
12 (19.00)	503 mV	268 mV	386 mV
14 (21.00)	461 mV	231 mV	346 mV
16 (23.00)	459 mV	215 mV	337 mV

Tegangan MFC pada voltase tanah TPA yang diambil di dekat sungai TPA (SA) lebih tinggi daripada tanah TPA yang diambil di tanah tumpukan sampah (SB) karena beberapa faktor: Sungai TPA biasanya memiliki ketersediaan oksigen yang lebih baik dibandingkan dengan tanah tumpukan sampah. Oksigen adalah akseptor elektron yang penting dalam proses metabolisme bakteri pada MFC. Ketersediaan oksigen yang lebih baik dapat meningkatkan efisiensi proses metabolisme dan menghasilkan tegangan yang lebih tinggi (Al Gazali, 2023).

Sungai TPA biasanya memiliki konsentrasi substrat yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah tumpukan sampah. Substrat yang digunakan dalam MFC harus biodegradable dan memiliki nilai nutrisi yang diperlukan oleh bakteri. Semakin tinggi konsentrasi substrat, maka semakin baik bagi perolehan listrik karena proses metabolisme dapat dilakukan dengan waktu yang singkat.

Kondisi lingkungan di sekitar sungai TPA biasanya lebih stabil dan memiliki suhu yang lebih konstan dibandingkan dengan tanah tumpukan sampah. Kondisi lingkungan yang stabil dapat meningkatkan aktivitas mikroba dan menghasilkan tegangan yang lebih tinggi (Kurniawati *et al.*, 2017).

Aktivitas mikroba di sungai TPA biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan tanah tumpukan sampah. Mikroba yang ada di sungai TPA lebih aktif dalam proses metabolisme dan dapat menghasilkan tegangan yang lebih tinggi (Fildzah *et al.*, 2017).

Jenis mikroba yang terdapat di sungai dan tanah tumpukan sampah juga berbeda. Sungai biasanya memiliki mikroba yang lebih beragam dan lebih aktif dalam proses metabolisme, seperti bakteri anaerob yang dapat mentransfer langsung elektron ke elektrode. Tanah tumpukan sampah, sebaliknya, memiliki mikroba yang lebih terbatas dan kurang aktif dalam proses metabolisme (Tsani, 2021).

Jenis mikroba tertentu yang lebih umum di tanah di dekat sungai. Mikroba yang umum ditemukan di tanah di dekat sungai adalah jenis bakteri dan fungi yang berpotensi sebagai biofertilizer. Beberapa contoh mikroba yang umum ditemukan di tanah di dekat sungai adalah bakteri seperti *Pseudomonas*, *Rhizobium*, dan *Azotobacter* yang berperan penting dalam siklus nitrogen dan fosfor (Sutarman, 2019).

Konsentrasi mikroba di tanah di dekat sungai lebih tinggi karena adanya faktor-faktor seperti akses oksigen yang lebih baik, kadar nutrisi yang lebih tinggi, dan pH yang lebih netral. Hal ini memungkinkan mikroba untuk berkembang biak dan beraktivitas dengan lebih efektif

**Tabel 2.** Pengukuran Voltase Tanah TPA Sampel 2 Tanah dari Tumpukan Sampah

Jam	SB1	SB2	Rata Rata(mVolt)
0 (07.00)	243 mV	189 mV	216 mV
2 (09.00)	317 mV	216 mV	267 mV

4 (11.00)	326 mV	231 mV	279 mV
6 (13.00)	389 mV	248 mV	319 mV
8 (15.00)	486 mV	260 mV	373 mV
10 (17.00)	495 mV	492 mV	494 mV
12 (19.00)	480 mV	386 mV	433 mV
14 (21.00)	430 mV	325 mV	378 mV
16 (23.00)	423 mV	315 mV	369 mV

---

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengkurun voltase rendah pada tanah tumpukan sampah (SB) adalah: Sampah yang terkumpul di TPA Lubuk Minturun mengandung kadar organik yang tinggi. Kadar organik ini dapat menghambat proses biodegradasi dan mengurangi produksi biolistrik pada tanah tumpukan sampah.

Tekstur tanah yang bersifat lempung dapat meningkatkan permeabilitas tanah, yang memungkinkan air lindi untuk lebih mudah menyebar ke bawah permukaan. Hal ini dapat menghambat aktivitas mikroba dan mengurangi produksi biolistrik (Arsyadi *et al.*, 2017).

Tanah tumpukan sampah biasanya memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan tanah di dekat sungai. Kadar air yang rendah dapat menghambat aktivitas mikroba yang diperlukan untuk proses biodegradasi dan mengurangi produksi biolistrik. Tanah tumpukan sampah biasanya memiliki kadar oksigen yang lebih rendah dibandingkan tanah di dekat sungai. Kadar oksigen yang rendah dapat menghambat aktivitas mikroba yang diperlukan untuk proses biodegradasi dan mengurangi produksi biolistrik (Audina *et al.*, 2018).

Bakteri di tanah TPA memproduksi berbagai metabolit selama proses degradasi sampah, beberapa di antaranya dapat menjadi donor elektron yang efektif untuk MFC. Metabolit ini termasuk asam organik, alkohol, dan gas-gas seperti hidrogen yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri elektrogenik untuk menghasilkan listrik.

Menggunakan tanah dari TPA sebagai sumber bakteri untuk MFC merupakan pendekatan yang berbiaya rendah dan ramah lingkungan. Ini memungkinkan pemanfaatan limbah yang ada untuk menghasilkan energi listrik, mengurangi



ketergantungan pada sumber energi fosil, dan mendukung pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan.

Tanah tumpukan sampah biasanya memiliki pH yang lebih rendah dibandingkan tanah di dekat sungai. pH yang rendah dapat menghambat aktivitas mikroba yang diperlukan untuk proses biodegradasi dan mengurangi produksi biolistrik. Tanah tumpukan sampah biasanya memiliki kadar nutrisi yang lebih rendah dibandingkan tanah di dekat sungai. Kadar nutrisi yang rendah dapat menghambat aktivitas mikroba yang diperlukan untuk proses biodegradasi dan mengurangi produksi biolistrik (Audina *et al.*, 2018).

### Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri

SA	Ulangan 1	Ulangan 2
$10^{-4}$	216	194

SB	Ulangan 1	Ulangan 2
$10^{-4}$	72	83

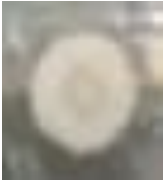
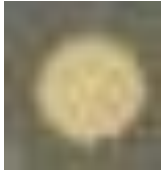
### Hasil Perhitungan ALT


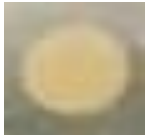

	SA	SB
Analisis ALT menunjukkan kepadatan mikroba dalam sampel tanah, yang penting untuk mengevaluasi potensi bioelektrik. Kemungkinan	$ALT = \text{Jumlah Koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$ $\left[ 216 \times \frac{1}{10^{-4}} \right] + \left[ 194 \times \frac{1}{10^{-4}} \right]$ $2.160.000 + 1.940.000$ $= 4.100.000 \text{ Koloni/g atau } 4,1 \times 10^6 \text{ CFU/mL.}$	$ALT = \text{Jumlah Koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$ $\left[ 72 \times \frac{1}{10^{-4}} \right] + \left[ 83 \times \frac{1}{10^{-4}} \right]$ $720.000 + 830.000$ $= 1.550.000 \text{ Koloni/g atau } 1,55 \times 10^6 \text{ CFU/mL.}$

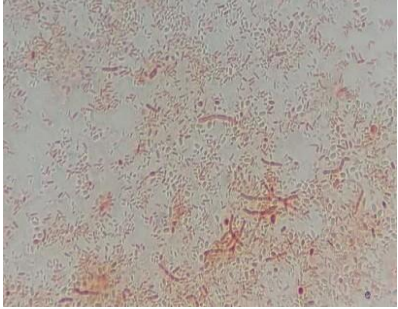
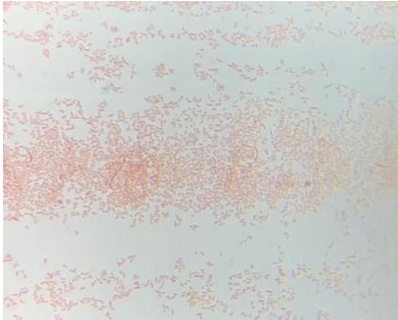
bakteri elektrogenik yang dapat dimanfaatkan meningkat seiring dengan kepadatan mikroba. Jumlah total mikroba membantu melacak dan mengontrol kondisi mikrobiologis selama eksperimen, memastikan populasi mikroba berada pada tingkat yang ideal untuk produksi bioelektrik.

### Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis

<b>Makroskopis</b>
--------------------

Gambar Sampel SA	Ulangan	Margin	Elevansi	Warna	Bentuk
	10 <sup>-4</sup>	Entire	Convex	Putih	Circular
	10 <sup>-4</sup>	Erose	Convex	Kuning	Circular

Gambar Sampel SB	Ulangan	Margin	Elevansi	Warna	Bentuk
	10 <sup>-4</sup>	Lobate	Umbonate	Putih	Ireguler
	10 <sup>-4</sup>	Entire	Convex	Kuning	Circular
	10 <sup>-4</sup>	Entire	Convex	Putih	Circular

<b>Mikroskopis</b>		
<b>Gambar Pewarnaan Gram</b>	<b>Jenis Gram</b>	<b>Keterangan</b>
 <b>Sampel SA 10<sup>-4</sup></b>	Gram Negatif	Bentuk Koloni : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coccus</li> <li>• Sterptococcus</li> </ul>
 <b>Sampel SB 10<sup>-4</sup></b>	Gram Negatif	Bentuk Koloni : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacillus</li> <li>• Sterptobacili</li> </ul>

Bakteri gram negatif sering ditemukan di lingkungan anaerobik, seperti yang ada di dalam tanah TPA. Ini menjelaskan bahwa bakteri gram negatif, dapat beradaptasi dengan baik dalam kondisi tanpa oksigen, yang ideal untuk operasi MFC yang sering berfungsi dalam kondisi anaerobik. Dan Bakteri ini mampu memetabolisme bahan organik kompleks dalam sampah menjadi senyawa yang dapat digunakan dalam proses bioelektrik.

Pada Penelitian yang dilakukan di TPA Supit Urang, Kota Malang bakteri pada tanah TPA yang di temukan yaitu *Pseudomonas* sp, *Salmonella* sp, *Shigella* sp dengan bentuk koloni bulat dan gram negatif (Pusporini, 2016). Bakteri gram negatif dapat mendegradasi berbagai senyawa organik, termasuk limbah kompleks, sehingga meningkatkan jumlah substrat yang tersedia untuk produksi listrik. Keragaman ini memungkinkan penyesuaian yang lebih baik terhadap perubahan kondisi lingkungan di TPA, seperti variasi dalam ketersediaan nutrisi dan pH.

Pada sampel 1 (SA) ang merupakan tanah gembur berwarna hitam pekat dari sekitar sungai di dekat TPA Lubuk Minturun, terlihat bahwa voltase puncak yang dihasilkan pada jam ke-10 (17.00) mencapai 514 mV. Tanah gembur cenderung memiliki porositas tinggi dan kandungan bahan organik yang banyak, yang dapat meningkatkan aktivitas mikroba dan menghasilkan lebih banyak listrik melalui proses bioelektrokimia.

Warna hitam pekat menunjukkan kandungan organik yang tinggi, yang berkontribusi pada efisiensi konduksi listrik. Faktor-faktor ini mungkin menjadi penyebab utama mengapa sampel 1 (SA) menunjukkan voltase puncak yang lebih tinggi pada jam ke-10.

Sementara itu, sampel 2 (SB) yang merupakan tanah liat berwarna abu-abu dari tumpukan sampah di TPA Lubuk Minturun menunjukkan voltase puncak sebesar 494 mV pada waktu yang sama. Tanah liat memiliki tekstur yang lebih padat dan kurang poros dibandingkan dengan tanah gembur, yang dapat membatasi pergerakan mikroba dan difusi oksigen, sehingga mengurangi produksi listrik. Warna abu-abu menunjukkan bahwa kandungan bahan organik dalam sampel ini lebih rendah dibandingkan sampel 1 (SA).

Selain itu, tumpukan sampah biasanya mengandung bahan yang lebih beragam dan mungkin kurang stabil untuk mendukung aktivitas mikroba yang optimal untuk menghasilkan listrik. Oleh karena itu, voltase puncak yang dihasilkan oleh sampel 2 sedikit lebih rendah dibandingkan dengan sampel 1 (SA).

## **KESIMPULAN**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada medium NA warna koloni bakteri putih dan kuning. Untuk jumlah koloni bakteri sampel tanah di dekat Sungai (SA)  $4,1 \times 10^6$  CFU/mL. Sedangkan sampel tanah tumpukan sampah (SB)  $1,55 \times 10^6$  CFU/mL. Pewarnaan gram menghasilkan bakteri gram negatif berupa coccus dan basil. Hasil menunjukkan bahwa SA menghasilkan tegangan listrik yang lebih tinggi (514 mV) dibandingkan dengan SB (494 mV). Penelitian ini menunjukkan bahwa tanah TPA memiliki potensi untuk diolah menjadi sumber energi terbarukan melalui bioelektrik, dengan tanah pada sampel SA sebagai lokasi yang paling menjanjikan.

## **REFERENSI**

---

- Ariyanti, M., Samudro, G., & Handayani, D. S. (2019). "Penentuan rasio bahan sampah organik optimum terhadap kinerja compost solid phase microbial fuel cells (CSMFCs)." *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 16(1), 24-28.
- Audina, M., Anwar, S., & Antomi, Y. (2018). Prediksi dan analisis tempat pembuangan akhir (tpa) sampah di Kota Padang.
- Fildzah, A., Zaman, B., & Purwono, P. (2017). Pemanfaatan Sistem Microbial Fuel Cell (Mfc) sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif pada Pengolahan Cod dalam Lindi Menggunakan Rumput Belulang (*Eleusine Indica*) (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Ibrahim, B., & Hardiningtyas, S. D. 2022. "Kinerja Pembangkit Biolistrik Salt Bridge Mirrobial Fuel Cell Variasi Rasio Karagenan-Karboksimetil Selulosa." *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 25(2), 214-225.
- Irdawati, I., Auliya, P. R., Putri, D. H., Handayani, D., & Yusrizal, Y. (2023). The Ability of the Thermophilic Bacteria Triculture Consortium from Mudiak Sapan Hot Springs to Produce Biofuel. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 2265-2270.
- Kurniawati, A. D., Zaman, B., & Purwono, P. (2017). Pemanfaatan Sistem Microbial Fuel Cell (Mfc) Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Pada Pengolahan COD Dalam Lindi Menggunakan Tumbuhan Sente (*Alocasia macrorrhiza*) (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Nur, M. S., Husen, A., & Purwandari, D. A. 2023. "The Potential of Waste-Based Renewable Energy with A Gas Landfill System in Palopo." *Eduvest-Journal of Universal Studies*, 3(10), 1827-1840.
- Pusporini, A. D. (2016). *Biodiversitas Bakteri Pada Tanah Tercemar Air Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Supit Urang Kota Malang* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Sari, D. P., Amir, H., & Elvia, R. 2020. "Isolasi bakteri dari tanah tempat pembuangan akhir (TPA) air sebakul sebagai agen biodegradasi limbah plastik polyethylene." *ALOTROP* 4(2), 98- 106.
- Sholikhah, U., Anifah, E. M., Saud, M. N. I. L., & Nikmah, I. C. (2022). Pengaruh Luas Permukaan Elektroda terhadap Produksi Biolistrik dengan Metode Sediment Microbial Fuel Cells (SMFCs) menggunakan Substrat Lumpur Instalasi Pengolahan Air Lindi. *SPECTA Journal of Technology*, 6(2), 242-249.
- Sutarman (2019). *Mikrobiologi Tanah*. UMSIDA PRESS

- Tsani, F. F. (2021). Isolasi dan karakterisasi bakteri lipolitik dari tanah Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Talangagung Kepanjen Kabupaten Malang (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Zaeni, A., Widani, N. M., Yanti, N. A., Aba, L., Armid, A., & Susilowati, P. E. 2023. "Performance of microbial fuel cells in generating bioelectricity using clay membranes and leachate substrate from Kendari city waste landfill." *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2704, No. 1). AIP Publishing.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Alhamdulillah puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan karya tulis ilmiah ini. Kami mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah Mikrobiologi Tanah yang telah membimbing serta memberikan motivasi untuk dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini adalah hasil dari dedikasi dalam eksplorasi judul "Produksi Bioelektrik dengan Memaksimalkan Potensi Mikroba di TPA Tanah Lubuk Minturun" dan kami sangat senang bahwa temuan kami akan berkontribusi pada literatur ilmiah. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi rekan-rekan peneliti semua.