

Limbah Domestik Sebagai Media Sel Bahan Bakar Mikroba Penghasil Elektrigens

Malika Aissa Febrya¹⁾, Davina Fitria¹⁾, Irdawati¹⁾

¹⁾ Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Alamat Institusi Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat., Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat
Email: malikaaisyah18012003@gmail.com

ABSTRACT

Innovation in the utilization of domestic waste as a renewable energy source is increasingly relevant to the increasing need for environmentally friendly energy. This research was conducted at the Padang State University Laboratory. Electrical energy measurements were taken every 2 hours for 16 hours. Tests conducted 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 on the NA medium the color of bacterial colonies was white and yellow. for the number of bacterial colonies of domestic waste samples of household waste (LD) 4.35×10^6 CFU/mL while the sewer wastewater sample (SK) 6.6×10^5 CFU/mL. Gram staining produces gram-negative bacteria in the form of coccus and bacilli. sewer water waste reaches a peak electrical voltage of 560 mV, while domestic waste reaches 315 mV. This research shows that domestic sewage water waste can be sustainably utilized through MFC technology to produce electrical energy, and provides a potential solution to the need for environmentally friendly energy.

Kata kunci: Domestic Sewage, MFC, Sewer water

ABSTRAK

Inovasi dalam pemanfaatan limbah domestik sebagai sumber energi terbarukan semakin relevan dengan meningkatnya kebutuhan energi ramah lingkungan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Negeri Padang. Pengukuran energi listrik dilakukan setiap 2 jam selama 16 jam. Pengujian yang dilakukan berupa Angka Lempeng Total (ALT) dengan menggunakan media *Nutrient 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 limbah domestik sampah rumah tangga (LD) $4,35 \times 10^6$ CFU/mL sedangkan sampel air limbah selokan (SK) $6,6 \times 10^5$ CFU/mL. Pewarnaan gram menghasilkan bakteri gram negatif berupa coccus dan basil. limbah air selokan mencapai tegangan listrik puncak 560 mV, sedangkan limbah domestik mencapai 315 mV. Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah air selokan rumah tangga dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan melalui teknologi MFC untuk menghasilkan energi listrik, dan memberikan solusi potensial bagi kebutuhan energi ramah lingkungan.

Kata kunci: Air selokan, Limbah Domestik, MFC

PENDAHULUAN

Microbial fuel Cell sebagai dasar untuk aplikasi teknologi *bioelectrochemical* MFC berfungsi sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Bakteri menggunakan materi organik (substrat) sebagai sumber energi saat melakukan aktivitas metabolismenya, yang menghasilkan listrik. MFC adalah bioreaktor yang menggunakan reaksi katalitik mikroorganisme dalam kondisi anaerob untuk mengubah energi kimia dari senyawa organik menjadi energi listrik. Bakteri digunakan dalam sistem MFC untuk menghasilkan energi listrik dan menguraikan materi organik dari substratnya. Sistem MFC terdiri dari anoda, katoda, dan larutan elektrolit. Dalam keadaan anaerob, mikroba mengubah substrat menjadi proton, elektron dan karbondioksida (Sulistiyawati *et al.*, 2020).

Prinsip utama dari sel bahan bakar mikroba adalah kemampuannya untuk mengubah energi kimia secara langsung menjadi energi listrik yang memberikan efisiensi konversi yang jauh lebih tinggi dari pada sistem termo-mekanis konvensional sehingga dapat menghasilkan listrik yang dapat dimanfaatkan oleh manusia. Melalui unit ini ada beberapa medium untuk dapat menghasilkan energi listrik, antara lain; endapan air laut, tanah, air limbah, endapan air tawar, lumpur aktif dan semua sumber yang kaya akan mikroorganisme (Cahyani, 2020).

Energi diperlukan untuk semua aktivitas manusia, terutama untuk ekonomi, rumah tangga, industri, bisnis, dan transportasi. Sebagian besar energi dihasilkan dari sumber daya tak terbarukan, bahan bakar fosil. Namun, cadangan batu bara dan minyak bumi semakin menipis, sehingga kebutuhan akan energi akan terus meningkat. Penggunaan bahan bakar fosil menyebabkan kelebihan karbon di atmosfer, yang menyebabkan pemanasan global. Adanya sumber energi alternatif yang diperlukan (Irdawati *et al.*, 2023).

Sel bahan bakar mikroba merupakan teknologi yang memanfaatkan kemampuan mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik dan mengubahnya menjadi energi listrik. Dalam konteks limbah domestik, berbagai jenis mikroba dapat dimanfaatkan untuk mendegradasi senyawa organik kompleks menjadi produk-produk yang lebih sederhana, sambil melepaskan elektron yang kemudian ditangkap oleh elektroda untuk menghasilkan arus listrik.

Air limbah domestik merupakan suatu limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, industri, dan sejenisnya yang berpotensi menjadi sumber pencemaran badan air dan lingkungan. Air limbah domestik mengandung senyawa organik dan senyawa kimia lainnya serta adanya mikroorganisme patogen sehingga dapat berdampak pada masyarakat (Saputri, 2021).

Limbah cair yang memiliki potensi untuk diteliti adalah limbah cair domestik. Limbah cair domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, peternakan dan asrama. Limbah cair domestik berasal dari aktivitas rumah tangga sehingga jumlah yang dihasilkan cukup besar dan berpotensi sebagai pencemar bagi lingkungan

apalagi di daerah perkotaan yang padat penduduk. Usaha penghasilan elektrisitas dapat dilakukan melalui teknologi *Microbial Fuel Cell* (MFC) dengan memanfaatkan senyawa yang mengandung hidrogen atau senyawa yang menghasilkan elektron sehingga ramah lingkungan (Maharani, 2019).

Hidrogen dimanfaatkan sebagai energi dan atau sebagai donor elektron dalam teknologi *Fuel Cell*. Sel elektrokimia berbasis mikroba atau *Microbial Fuel Cell* (MFC) merupakan pemanfaatan materi organik sebagai bahan bakar untuk digunakan dalam melakukan metabolisme mikroba (Parkash, 2016).

Beberapa penelitian membuktikan bahwa energi fuel cell dapat menggunakan zat lain dimana di dalam zat tersebut mengandung hidrogen dan tidak harus hidrogen murni, seperti air buangan limbah industri dan limbah domestik. Air limbah dalam sistem MFC memiliki kelebihan yaitu sumber karbon yang berasal dari polutan dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik (Ananto, 2023)

Proses ini menjadikan MFC sebagai teknologi yang menarik dan inovatif dalam pengelolaan limbah, karena tidak hanya mengurangi volume dan toksisitas limbah domestik, tetapi juga menghasilkan listrik sebagai produk sampingan. Penelitian mengenai MFC terus berkembang dengan fokus pada peningkatan efisiensi, kestabilan, dan biaya produksi, yang semuanya bertujuan untuk menjadikan teknologi ini lebih praktis dan dapat diimplementasikan secara luas.

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 Rancangan Acak Lengkap (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 selanjutya diambil sarinya. Sari dari sampah limbah domestik rumah tangga yang akan dilakukan dalam pengujian MFC.

C. Pelaksanaan Penelitian

1. 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.

2. Regenerasi Sampel

Mengisolasi sampel tanah TPA yang diambil dari tanah TPA Lubuk Minturun, kemudian dilakukan pengenceran pada 10⁻⁵ dan 10⁻⁶, 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.

3. 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 iodin 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

Bakteri dalam limbah domestik dan air selokan memiliki potensi untuk menghasilkan arus listrik adalah karena proses metabolisme mereka dapat menghasilkan elektron sebagai produk sampingan. Ketika bakteri ini mendekomposisi bahan organik yang ada dalam limbah, mereka mengambil energi dari senyawa organik tersebut dan melepaskan elektron dalam proses tersebut. Elektron ini dapat dialirkan melalui elektroda dalam sebuah *Microbial Fuel Cell* (sel bahan bakar mikroba) atau sistem serupa untuk menghasilkan arus listrik.

Keberadaan bakteri aerob dipengaruhi oleh kadar DO (*Dissolved Oxygen*) dalam air limbah. Kadar DO yang rendah dapat menghambat perkembangan bakteri (Sila *et al.*, 2022). Bakteri coliform dapat tumbuh dalam air rumah tangga dan industri yang tercemar, dan dapat menyebabkan diare, demam, kram perut, dan muntah-muntah (Ariani *et al.*, 2018).

Dengan demikian, kandungan listrik dari bakteri dalam limbah domestik dan air selokan berasal dari proses alami mereka dalam menguraikan materi organik yang ada dalam limbah tersebut. Hal ini menjadikan limbah organik sebagai sumber energi potensial yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan melalui teknologi produksi listrik mikrobia. (Marhayuni & Faizi, 2022).

Microbial Fuel Cell (MFC) menggunakan mikroorganisme untuk mengubah energi kimia dalam limbah air menjadi energi listrik melalui reaksi biokimia. Mikroorganisme menguraikan bahan organik dalam limbah air menjadi energi yang dapat diubah menjadi listrik. Limbah domestik, seperti sampah rumah tangga dan air

limbah selokan rumah tangga juga dapat diolah menggunakan MFC. Penelitian telah dilakukan untuk mengolah limbah air domestik menggunakan MFC, dengan hasil yang menunjukkan bahwa MFC dapat menghasilkan energi listrik yang relatif sedikit tetapi berorientasi jangka panjang. Sistem MFC ini diharapkan dapat mengurangi biaya operasional dan menjadi sumber energi alternatif lokal yang berkelanjutan.

Tabel 1. Pengukuran Voltase Limbah Air Selokan Rumah Tangga

Jam Ke-	SK1	SK2	Rata-rata (miliVolt)
0 (07.00)	149	238	194
2 (09.00)	152	254	203
4 (11.00)	190	270	230
6 (13.00)	231	377	304
8 (15.00)	506	613	560
10 (17.00)	442	600	521
12 (19.00)	361	524	443
14 (21.00)	342	405	374
16 (23.00)	244	392	318

Keterangan SK : Limbah Air Selokan Rumah Tangga

Bakteri dalam limbah domestik dan air selokan memiliki potensi untuk menghasilkan arus listrik adalah karena proses metabolisme mereka dapat menghasilkan elektron sebagai produk sampingan. Ketika bakteri ini mendekomposisi bahan organik yang ada dalam limbah, mereka mengambil energi dari senyawa organik tersebut dan melepaskan elektron dalam proses tersebut. Elektron ini dapat dialirkan melalui elektroda dalam sebuah *Microbial Fuel Cell* (sel bahan bakar mikroba) atau sistem serupa untuk menghasilkan arus listrik.

Oleh karena itu, kandungan listrik bakteri dalam limbah domestik dan air selokan berasal dari proses alami yang terjadi saat bakteri menguraikan bahan

organik dalam limbah. Dengan demikian, limbah organik adalah sumber energi yang potensial yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan melalui teknologi produksi listrik mikroba (Marhayuni & Faizi, 2022).

Tegangan voltase limbah air selokan lebih tinggi daripada limbah domestik karena beberapa faktor yaitu : Limbah selokan mengandung bahan kimia seperti fosfat, surfaktan, ammonia, dan nitrogen, serta kadar padatan terlarut yang lebih tinggi dibandingkan limbah domestik. Bahan kimia ini dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia air, termasuk tegangan voltase (Darwito *et al.*, 2017).

Limbah air selokan memiliki kadar padatan terlarut yang lebih tinggi, yang dapat meningkatkan tegangan voltase. Kadar padatan terlarut ini dapat berasal dari berbagai sumber, seperti deterjen, sabun, dan bahan organik sisa air cucian piring. Proses biologis yang terjadi dalam limbah air selokan, seperti degradasi bahan organik oleh bakteri, dapat meningkatkan tegangan voltase. Proses ini dapat menghasilkan energi listrik yang lebih besar dibandingkan dengan limbah domestik voltase (Darwito *et al.*, 2017).

Kondisi fisik seperti suhu, kecepatan aliran, dan volume air juga dapat mempengaruhi tegangan voltase. Limbah air selokan mungkin memiliki kondisi fisik yang lebih optimal untuk meningkatkan tegangan voltase dibandingkan limbah domestik (Darwito *et al.*, 2017).

Faktor yang mendukung seperti pH air juga dapat mempengaruhi tegangan voltase. Limbah air selokan memiliki pH yang lebih optimal untuk meningkatkan tegangan voltase dibandingkan limbah domestik (Wulandari & Wahyuni, 2018). Dalam penelitian yang dilakukan, limbah air selokan mencapai tegangan voltase sebesar 560 mV, sedangkan limbah domestik mencapai 315 mV. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh kombinasi faktor-faktor di atas yang mempengaruhi tegangan voltase dalam limbah air selokan.

Tabel 2. Pengukuran Voltase Limbah Domestik Rumah Tangga

Jam Ke-	LD 1	LD 2	Rata-rata (miliVolt)
0 (07.00)	142	105	124
2 (09.00)	164	127	146
4 (11.00)	181	130	156
6 (13.00)	230	141	186
8 (15.00)	324	306	315
10 (17.00)	300	147	224

12 (19.00)	294	257	276
14 (21.00)	280	231	256
16 (23.00)	253	157	205

Keterangan SK : Limbah Domestik Rumah Tangga

Pada pada jam ke-8 (15.00) pada Limbah air selokan terjadi peningkatan tegangan voltase mencapai puncaknya yaitu 560 mV. Pada jam ke-8 (15.00) pada Limbah Domestik rumah tangga terjadi peningkatan tegangan voltase mencapai puncaknya yaitu 315 mV.

Beberapa faktor dapat menyebabkan penurunan uji MFC pada limbah domestik rumah tangga organik. Yang pertama adalah bahwa limbah domestik rumah tangga organik memiliki kadar padatan terlarut yang lebih rendah daripada limbah air selokan, yang berdampak pada sifat fisik dan kimia air, termasuk tegangan voltase. yang kedua adalah bahwa proses biologis, seperti bakteri yang menghancurkan bahan organik, dapat meningkatkan tegangan voltase.

Dibandingkan dengan limbah air selokan, proses ini menghasilkan tegangan voltase yang lebih kecil. Kondisi fisik limbah rumah tangga organik, seperti suhu, kecepatan aliran, dan volume air, mungkin kurang ideal untuk meningkatkan tegangan voltase daripada limbah air selokan (Hermayanti & Nugraha, 2014).

Semakin lama waktu, maka mikroba akan semakin banyak merombak zat-zat organik Kenaikan tegangan disebabkan karena mikroba yang merombak zat-zat organik untuk bermetabolisme akan semakin banyak jumlah mikroba yang ada dalam limbah. Hal ini mengindikasikan masih terdapat zat-zat organik yang belum dirombak.

Waktu tinggal hidrolis limbah di reaktor juga dapat mempengaruhi tegangan voltase; nilai tegangan voltase yang dihasilkan lebih tinggi jika waktu tinggal limbah rumah tangga organik lebih pendek daripada limbah air selokan; namun, limbah rumah tangga organik mungkin lebih pendek daripada limbah air selokan, yang dapat mengurangi tegangan voltase yang dihasilkan (Rinaldi *et al.*, 2014).

Tabel 3. Hasil Perhitungan Jumlah koloni Bakteri

SK	ULANGAN 1	ULANGAN 2
10^{-4}	40 CFU	62 CFU
LD	ULANGAN 1	ULANGAN 2

10-4


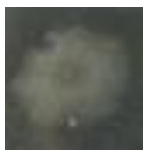
210 CFU

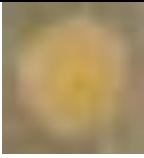


225 CFU

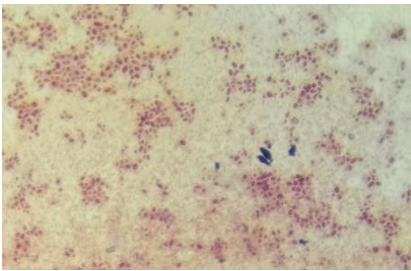
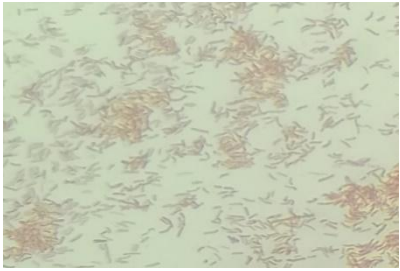
SK	LD
$ALT = \text{Jumlah Koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$ $\left[40 \times \frac{1}{10^{-4}} \right] + \left[62 \times \frac{1}{10^{-4}} \right]$ $400.000 + 620.000$ $= 660.000 \text{ Koloni/g atau } 6,6 \times 10^5 \text{ CFU/mL}$	$ALT = \text{Jumlah Koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$ $\left[210 \times \frac{1}{10^{-4}} \right] + \left[225 \times \frac{1}{10^{-4}} \right]$ $2.100.000 + 2.250.000$ $= 4.350.000 \text{ Koloni/g atau } 4,35 \times 10^6 \text{ CFU/mL}$

Perhitungan Angka Lempeng Total (ALT) adalah metode yang digunakan untuk menghitung jumlah mikroba yang terdapat dalam suatu sampel. ALT mengukur jumlah koloni mikroba yang tumbuh pada media agar setelah pengenceran sampel. Mengetahui jumlah bakteri dalam MFC penting untuk memahami kinerja dan efisiensi bioelektrik yang dihasilkan. Semakin banyak bakteri, semakin tinggi potensi produksi elektron.

Tabel 4. Pengamatan Makroskopis

Makroskopis					
Gambar Sampel SK	Ulangan	Margin	Elevansi	Warna	Bentuk
	10 ⁻⁴	Entire	Convex	Putih	Circular
	10 ⁻⁴	Erose	Embonate	Putih	Irreguler
Gambar Sampel LD	Ulangan	Margin	Elevansi	Warna	Bentuk
	10 ⁻⁴	Entire	Pulvinate	Kuning	Circular

					
	10^{-4}	Undulate	Convex	Putih	Irreguler
	10^{-4}	Entire	Umbunate	Putih	Circular

Gambar Pewarnaan Gram	Jenis Gram	Keterangan
 Sampel SK 10-4	Gram Negatif	Bentuk Koloni : <ul style="list-style-type: none"> ● Coccus (Monococcus)
 Sampel LD 10-4	Gram Negatif	Bentuk Koloni : <ul style="list-style-type: none"> ● Bacillus ● Streptobacillus

Penentuan Gram negatif dan Gram positif pada uji *Microbial Fuel Cell* (MFC) sangat penting karena jenis bakteri ini memiliki peran yang berbeda dalam produksi bioelektrik dan berkontribusi pada kinerja keseluruhan MFC. Bakteri Gram Negatif memiliki dinding sel yang lebih kompleks dengan lapisan lipopolisakarida (LPS). Mereka sering lebih resisten terhadap antibiotik dan memiliki kemampuan transfer elektron yang berbeda dibandingkan bakteri Gram positif.

Bakteri pada sampah organik rumah tangga seperti *Bacillus subtilis* merupakan bakteri ini berperan dalam dekomposisi protein dan polisakarida, serta menghasilkan biogas berupa gas CH₄. Clostridium, Bakteri ini berperan dalam dekomposisi protein, polisakarida, dan selulosa, serta menghasilkan biogas (Susilowati, 2011) dan *Lactobacillus bulgaricus*, bakteri ini berperan dalam fermentasi maltosa dan menghasilkan biogas.

Bakteri yang biasanya ditemukan di air limbah selokan yaitu bakteri anaerob, bakteri ini berperan dalam dekomposisi partikel/polutan organik dan menghasilkan biogas berupa gas CH₄. Bakteri aerob berperan dalam dekomposisi partikel/polutan organik dan menghasilkan oksigen (Susilowati, 2011).

Dalam pengujian sel bahan bakar mikroba MFC terhadap berbagai jenis limbah, hasil yang signifikan teramati pada jam ke-8 (15.00). Limbah air selokan menunjukkan peningkatan tegangan voltase yang mencapai puncaknya pada 560 mV. Hal ini menunjukkan bahwa komunitas mikroba dalam limbah air selokan sangat efisien dalam metabolisme bahan organik dan menghasilkan bioelektrik. Keberhasilan ini tidak hanya menyoroti potensi limbah air selokan sebagai sumber energi terbarukan, tetapi juga memberikan wawasan tentang bagaimana sistem MFC dapat dioptimalkan untuk aplikasi yang lebih luas dalam pengolahan limbah dan produksi energi.

Sebaliknya, pengujian pada limbah domestik rumah tangga menunjukkan hasil yang berbeda. Tegangan voltase mencapai puncaknya pada 315 mV pada jam ke-8 (15.00). Meskipun lebih rendah dibandingkan dengan limbah air selokan, hasil ini tetap signifikan dan menunjukkan bahwa limbah domestik juga dapat berfungsi sebagai sumber bioelektrik dalam MFC. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh variasi dalam komposisi organik dan mikroba dalam kedua jenis limbah.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada medium NA warna koloni bakteri putih dan kuning. Untuk jumlah koloni bakteri sampel limbah domestik sampah rumah tangga (LD) $4,35 \times 10^6$ CFU/mL sedangkan sampel air limbah selokan (SK) $6,6 \times 10^5$ CFU/mL. Pewarnaan gram menghasilkan bakteri gram negatif berupa coccus dan basil. Limbah air selokan mencapai tegangan listrik puncak 560 mV, sedangkan limbah domestik mencapai 315 mV. Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah air selokan rumah tangga dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan melalui teknologi MFC untuk menghasilkan energi listrik, dan memberikan solusi

potensial bagi kebutuhan energi ramah lingkungan.

REFERENSI

- Cahyani, D. e. 2020. "Sel Bahan Bakar Berbasis Mikroba-Tanaman (P-Mfc) Sebagai Sumber Energi Listrik; Prinsip Kerja, Variasi Desain, Potensi Dan Tantangan." *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9 (2) : 112-121.
- Darwito, P. A., Dhanardono, T., Joestiono, H., Soehartanto, T., Abdurrahman, A., & Hamidah, N. L. (2017). Implementasi Sistem Pembangkit Listrik dari Limbah Cair Mesin Cuci untuk Mereduksi Pencemaran Lingkungan dan Meningkatkan Efisiensi di Umkm Gd Laundry Keputih Surabaya. *Sewagati*, 1(1), 8-16.
- Hermayanti, A., & Nugraha, I. (2014). The potency of obtaining electrical energy from tofu industry liquid waste using salt bridge microbial fuel cell method. *Jurnal Sains Dasar*, 3(2).
- 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).
- Maharani, R. D. 2019. "Pengolahan Air Buangan Limbah Menjadi Energi Listrik Dengan Microbial Fuel Cell (Mfc)."
- Marhayuni, Y., & Faizi, M. N. (2022). Pembuatan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Bersistem ABR (Aerobic Baffled Reactor) untuk Mengatasi Limbah Domestik sebagai Pengamalan QS Al A'raf Ayat 56. *Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam dan Sains*, 4(1), 34-38.
- Parkash, A. 2016. "Microbia Fuel Cell: A Source of Bioenergy. ." *Pakistan: Jurnal of Microbial and Biochemical Technology Volume 8(3)*: 247-255 (2016) – 247.
- Prayogo, F. A., Suprihadi, A., & Raharjo, B. (2017). Microbial Fuel Cell (MFC) Menggunakan Bakteri *Bacillus Subtilis* dengan Substrat Limbah Septic Tank Serta Pengaruhnya Terhadap Kualitas Limbah. *Jurnal Akademika Biologi*, 6(2), 17-25.
- Rinaldi, W., Nurdin, Y., Syahiddin, S., Windari, W., & Agustina, C. P. (2014). Pengolahan limbah cair organik dengan microbial fuel cell. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 10(2).
- Saputri, D. M. 2021. "Evaluasi aspek teknis dan lingkungan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) komunal di Kabupaten Sleman Yogyakarta." *Jurnal Rekayasa Proses*, 15(1), 71-83.
- 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.
- Sila, N., Birawida, A. B., & Natsir, M. F. (2022). Keberadaan Bakteri Pengurai Bahan Pencemar Organik Pada Air Limbah Domestik Pulau Kodingareng. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 4(3), 44-51.
- Sulistiyawati, I., Rahayu, N. L., & Purwitaningrum, F. S. 2020. "Produksi Biolistrik Menggunakan Microbial Fuel Cell (MFC) *Lactobacillus bulgaricus* dengan

- Substrat Limbah Tempe dan Tahu." *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal* 37(2), 112-117.
- Susilowati, P. E. (2011). Alternatif Pengolahan Limbah Organik Rumah Tangga Untuk Produksi Biogas. *Jurnal Progres Kimia Sains*, 1(2), 210553.
- Syahri, M., Mahargiani, T., & Indrabrata, A. G. (2019, April). Teknologi Bersih Microbial Fuel Cell (MFC) dari Limbah Cair Tempe Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan. In *Seminar Nasional Teknik Kimia" Kejuangan*.
- Wulandari, T., & Wahyuni, S. (2018). Analisis Kandungan Fe (II) Air Selokan di Sekitar TPA II Kelurahan Karya Jaya Musi 2 Palembang dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *ALKIMIA: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 2(2), 15-21.
- Zulfikar, E. S. (2021). Produktivitas Listrik Microbial Fuel Cell Pada Substrat Limbah Air Rebusan Mie Instan. *JTAM ROTARY*, 3(1), 69-80.

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 Industri yang telah membimbing serta memberikan motivasi untuk dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini adalah hasil dari dedikasi dalam eksplorasi judul "Limbah Domestik sebagai Media Sel Bahan Bakar Mikroba Penghasil Elektrigens" 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.