

**PERBEDAAN POTENSI LISTRIK *MICROBIAL FUEL CELL*
(MFC) BERBASIS MEMBRAN GERABAH BENTONIT
DAN SUBSTRAT LIMBAH KULIT PISANG AMBON
MENGUNAKAN ELEKTRODA GRAFIT DAN ALUMINIUM**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana Kimia**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Oleh:
Siti Nurrhohmah Selvianasari
17106030029

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2021**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1572/Un.02/DST/PP.00.9/08/2021

Tugas Akhir dengan judul : "Perbedaan Potensi Listrik Microbial Fuel Cell (MFC) Berbasis Membran Gerabah Bentonit dan Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon Menggunakan Elektroda Grafit dan Aluminium"

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SITI NURRHOHMAH SELVIANASARI
Nomor Induk Mahasiswa : 17106030029
Telah diujikan pada : Rabu, 11 Agustus 2021
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Sudarlin, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 61244a9f1a1ee



Penguji I
Dr. Imelda Fajriati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6124467f3ccaa



Penguji II
Endaruji Sedyadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 612327f4b4003



Yogyakarta, 11 Agustus 2021
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 612461535aa56



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Siti Nurrohmah Selvianasari
NIM : 17106030029
Judul Skripsi : Perbedaan Potensi Listrik Microbial Fuel Cell (MFC) Berbasis Membran Gerabah Bentonit dan Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon Menggunakan Elektroda Grafit dan Aluminium

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 19-07-2021

Pembimbing

Sudarlin, M.Si

NIP. 19850611 201503 1 002



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Siti Nurrohmah Selvianasari

NIM : 17106030029

Judul Skripsi. : Perbedaan Potensi Listrik Microbial Fuel Cell (MFC) Berbasis Membran Gerabah Bentonit dan Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon Menggunakan Elektroda Grafit dan Aluminium.

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 23 Agustus 2021

Konsultan

Dr. Imelda Fajriati, M.Si

NIP. 19750725 200003 2 001



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Siti Nurrohmah Selvianasari
NIM : 17106030029
Judul Skripsi : Perbedaan Potensi Listrik Microbial Fuel Cell (MFC) Berbasis Membran Gerabah Bentonit dan Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon Menggunakan Elektroda Grafit dan Aluminium.


sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum wr. Wb.

Yogyakarta, 23 Agustus 2021
Konsultan




Enderuji Sedvada, S.Si., M.Sc.
NIP. 19820205 201503 1 003

SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Siti Nurrohmah Selvianasari
NIM : 17106030029
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Perbedaan Potensi Listrik Microbial Fuel Cell (MFC) Berbasis Membran Gerabah Bentonit dan Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon Menggunakan Elektroda Grafit dan Aluminium”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 28- 07- 2021



Siti Nurrohmah Selvianasari
NIM 17106030029

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

Ilmu Pengetahuan itu bukanlah yang dihafal, melainkan yang memberi manfaat –Imam Syafi'i



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul “*Perbedaan Potensi Listrik Microbial Fuel Cell (MFC) Berbasis Membran Gerabah Bentonit dan Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon Menggunakan Elektroda Grafit dan Aluminium*” dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Skripsi ini sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai derajat Strata 1 Kimia.

Penyusun mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penyelesaian skripsi ini. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus penyusun sampaikan kepada :

1. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia.
3. Bapak Sudarlin, M.Si. selaku dosen pembimbing skripsi
4. Jajaran Pranata Laboratorium (PLP) Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga yang telah membantu penelitian di Laboratorium.
5. Bapak Muhammad sabar dan Ibu Lilis Nurhayati selaku kedua orang tua penyusun yang selalu mendukung penyusun
6. Siti Nur Mualimah Devianasari selaku kakak penyusun yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penyusun
7. Muhammad Abul Rhozyid Ridlo dan Muhammad Fathir Hasan AL-Ghofur selaku adek penyusun yang selalu memberi semangat kepada penyusun
8. Amin Sulistiyani, Ulia Fitrass, Indri dan Isna yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian penelitian ini
9. Era, Lia, Ovi, Tina, Raehan, Mita, Amin, Ulia, Balqis dan Arda selaku sahabat penyusun yang selalu memberi semangat kepada penyusun
10. Teman-teman kimia 2017 yang tidak bisa penyusun sebutkan namanya.

Penyusun menyadari skripsi ini memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan masukan demi kesempurnaan skripsi ini agar bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 20 April 2021

Penyusun

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penyusun persembahkan untuk kedua orang tua yaitu Bapak Muhammad Sabar dan Ibu Lilis Nurhayati yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penyusun sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
NOTA DINAS KONSULTAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
A. Tinjauan Pustaka.....	7
B. Landasan teori.....	11
C. Kerangka Berpikir dan Hipotesis Penelitian.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
B. Alat-alat Penelitian.....	22
C. Bahan Penelitian.....	22
D. Cara Kerja Penelitian.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
A. Potensi Listrik Microbial Fuel Cell (MFC).....	26
B. COD dan BOD Limbah Kulit Pisang Ambon.....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
A. Kesimpulan.....	34
B. Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema alat sistem MFC.....	12
Gambar 2.2 Mekanisme transfer elektron melalui membran luar sel.....	13
Gambar 2.3 Mekanisme transfer elektron dengan media.....	14
Gambar 2.4 MFC <i>dual chamber</i>	15
Gambar 2.5 Pengujian SEM pada elektroda karbon.....	18
Gambar 2.6 Pengujian SEM pada elektroda aluminium.....	19
Gambar 3.1 Ilustrasi MFC Gerabah Bentonite.....	24
Gambar 4.1 Grafik tegangan MFC-C/C dan MFC-Al/C.....	27
Gambar 4.2 Grafik kuat arus MFC-C/C dan MFC-Al/C.....	28
Gambar 4.3 Grafik power density MFC-C/C dan MFC-Al/C	30



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi kulit pisang	16
Tabel 2.2 Komposisi Nutrien dalam kulit pisang Ambon	17
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran COD dan BOD	32



PERBEDAAN POTENSI LISTRIK *MICROBIAL FUEL CELL* (MFC) BERBASIS MEMBRAN GERABAH BENTONIT DAN SUBSTRAT LIMBAH KULIT PISANG AMBON MENGGUNAKAN ELEKTRODA GRAFIT DAN ALUMINIUM

Oleh:
Siti Nurrhohmah Selvianasari
17106030029
Sudarlin, M.Si

ABSTRAK

Jenis elektroda dapat mempengaruhi potensial listrik dan efisiensi *Microbial Fuel Cell* (MFC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan potensi listrik dan penurunan kadar limbah pada MFC limbah kulit pisang ambon menggunakan elektroda grafit (MFC-Bentonit Kulit Pisang (C/C) dan aluminium (MFC-Bentonit Kulit Pisang (Al/C)). Parameter yang digunakan adalah kuat arus (I), tegangan (V), dan *power density* (W) serta penurunan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) limbah. Ruang anoda berisi susbstrat limbah cair pisang ambon dan ruang katoda berisi larutan KMnO_4 0.1 M. Hasil penelitian selama 44 jam waktu pengoperasian menunjukkan MFC-Bentonit/Kulit Pisang (Al/C) menghasilkan potensi listrik yang lebih tinggi. Kuat arus tertinggi pada MFC-Bentonit/Kulit Pisang (Al/C) yaitu 10,1 mA, tegangan tertinggi 1,18 V, dan nilai *power density* tertinggi 363,7703 mW/cm^2 . Pada MFC-Bentonit Kulit Pisang (C/C), kuat arus tertinggi yaitu 1,65 mA, tegangan tertinggi 0,21 V, dan nilai *power density* tertinggi 11,70608 mW/cm^2 . Penurunan COD dan BOD yang lebih besar didapatkan pada sistem MFC-Bentonit Kulit Pisang (C/C) yaitu 9865,31 mg/L dan 4833,997 mg/L. Pada elektroda MFC-Bentonit/Kulit Pisang (Al/C), penurunan COD dan BOD sebesar 9326,548 mg/L dan 4570,007mg/L. Hasil uji-T untuk parameter pengukuran kuat arus, beda potensial, dan perhitungan *power density* menghasilkan perbedaan signifikan karena nilai $p < 0,05$. Perbedaan signifikan pada parameter tersebut menunjukkan adanya pengaruh terhadap penggunaan elektroda aluminium pada MFC.

Kata kunci: Kuat arus, tegangan, *power density*, aluminium, karbon, limbah kulit pisang, COD, BOD

DIFFERENCES OF THE ELECTRICAL POTENTIAL MICROBIAL FUEL CELL (MFC) BASED ON BENTONITE EARTHENWARE MEMBRANE AND AMBON BANANA PEEL WASTE USING GRAPHITE AND ALUMINUM ELECTRODES

By:
Siti Nurrohmah Selvianasari
17106030029
Sudarlin, M. Si

ABSTRACT

The type of electrode can effect the electrical potential and efficiency of the Microbial Fuel Cell (MFC). This study aims to determine the difference in electrical potential and decrease in waste levels in the MFC of Ambon banana peel waste using graphite electrodes (MFC-Bantonite Banana Peel (C/C) and aluminum (MFC-Bentonite Banana Peel (Al/C). Parameters used is current (I), voltage (V), and power density (W) as well as a decrease in the value of Chemical Oxygen Demand (COD) and Biological Oxygen Demand (BOD) of waste. The anode chamber contains the substrate of Ambon banana peel waste and the cathode chamber contains 0.1 M KMnO₄. The results of the experiment for 44 hours of operating time showed that MFC-Bentonite/Banana Peel (Al/C) produced a higher electrical potential. The highest current strength in MFC-Bentonite/Banana Peel (Al/C) is 10.1 mA, the highest voltage is 1.18 V, and the highest power density value 363.7703 mW/cm². In MFC-Bentonite Banana Peel (C/C), the highest current is 1.65 mA, the highest voltage is 0.21 V, and the highest power density value is 11.70608 mW/cm². A greater decrease in COD and BOD was found in the MFC-Bentonite Banana Peel (C/C) system, namely 9865.31 mg/L and 4833.997 mg/L. At the MFC-Bentonite/Banana Peel (Al/C) electrode, the decrease in COD and BOD was 9326,548 mg/L and 4570,007mg/L. The T-test result for the mearsurement parameters of current strength, potential difference, and calculation of power density resulted in significant difference, because $p < 0,05$. The significant difference in this parameter means that there is an effect on the use aluminium elektrode for MFC.

Keywords: Current, voltage, power density, aluminum, carbon, banana peel waste, COD, BOD

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Microbial Fuel Cell (MFC) merupakan salah satu alat yang dapat menghasilkan energi listrik dari energi kimia dengan memanfaatkan metabolisme mikroorganisme suatu substrat organik. Metabolisme yang terjadi adalah degradasi substrat organik menjadi ion proton dan elektron sehingga menghasilkan energi listrik karena adanya perbedaan potensial. Selain itu, MFC ini juga dapat digunakan untuk menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) (Akbar *et al*, 2017). Sistem MFC terus mengalami perkembangan, akan tetapi masih banyak hambatan dalam aplikasi praktisnya..

Pada umumnya, MFC yang digunakan adalah MFC *Dual-Chamber* yang terdiri dari dua ruang, yaitu ruang anoda dan ruang katoda. Membran seperti *Proton Exchange Membrane* (PEM) digunakan sebagai pemisah antara kedua ruang sehingga larutan pada masing-masing ruang tidak saling bercampur. Fungsi utama PEM tersebut adalah memindahkan proton yang dihasilkan dari ruang anoda ke ruang katoda (Bose *et al.*,2018). Modifikasi membran menggunakan gerabah bentonit telah dilakukan tetapi belum memberikan hasil maksimal.

Hendri (2015) melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh jenis kulit pisang terhadap kelistrikan dari sel *accu* jenis kulit pisang yang digunakan adalah kulit pisang ambon, raja, mas, dan kepok. Hasil menunjukkan bahwa kulit pisang ambon memberikan kuat arus tertinggi dibandingkan kulit pisang lainnya,

Pada umumnya kulit pisang mengandung beberapa mineral yang dapat berfungsi sebagai elektrolit. Mineral dalam jumlah terbanyak adalah pottasium atau kalium (K^+) yang berpengaruh pada kelistrikan (Young et al, 2012). Selain itu, mineral lain yang mempengaruhi kelistrikan kulit pisang adalah banyaknya kandungan mineral fosfor dan air yang terdapat dalam kulit pisang. Pisang ambon mengandung 72,9% air, 1% protein, 0,8% lemak, 24,3% karbohidrat, 1,9% serat, 0,02% kalsium, 0,03% fosfor dan senyawa lainnya (Puspaningtyas,2013). Modifikasi jenis substrat menggunakan limbah kulit pisang ambon juga telah dilakukan, tetapi power density yang dihasilkan masih rendah.

Elektroda yang digunakan harus mempunyai konduktifitas yang tinggi, permukaan yang luas, non korosif, biokompatible dan stabil (Safitri *et al.*, 2020). Elektroda berfungsi mentransfer elektron yang dihasilkan dari proses degradasi substrat organik di anoda menuju ruang katoda (Suyuthi et al.,2015). Elektron tersebut mengalir menuju katoda melalui sirkuit eksternal, sedangkan proton akan mengalir dari ruang anoda ke katoda melalui membran gerabah. Pertemuan elektron dan proton menyebabkan perbedaan potensial antara kedua ujung elektroda (katoda dan anoda) sehingga menghasilkan listrik (Estuning, 2015). Menurut Harahap (2017), penggunaan elektroda logam dapat menghasilkan listrik dari reaksi redoks secara spontan. Penggunaan elektroda karbon pada sistem MFC telah dilakukan, akan tetapi konduktifitas elektroda karbon masih rendah. Oleh karena itu, diperlukan modifikasi pada jenis elektroda untuk mendapatkan potensi listrik yang tinggi.

Penggunaan elektroda aluminium pada ruang anoda dapat meningkatkan kinerja MFC karena aluminium memiliki sifat kereaktifan yang tinggi sehingga lebih mudah untuk melepaskan elektron (Ibrahim *et al.*, 2017). Pada penelitian Ibrahim (2017), perbedaan jenis elektroda pada sistem MFC telah dilakukan menggunakan elektroda karbon, besi, aluminium dan kombinasi karbon dengan aluminium. Substrat yang digunakan adalah limbah cair industri perikanan. Hasil yang diperoleh menunjukkan potensi listrik tertinggi didapatkan dari kombinasi elektroda aluminium dan karbon yaitu sebesar 0,34 V. Akan tetapi, *power density* yang dihasilkan pada sistem MFC substrat limbah perikanan dengan kombinasi elektroda aluminium dan karbon masih rendah.

Scott *et al* (2007) menyatakan bahwa semakin ke kiri kedudukan suatu logam dalam deret volta maka semakin mudah melepas elektron dan merupakan reduktor kuat. Aluminium merupakan golongan logam yang mempunyai nilai potensial standar -1,66 sedangkan karbon grafit merupakan golongan non logam yang mempunyai nilai potensial standar -1,59. Berdasarkan perbedaan nilai potensial standar tersebut, aluminium memiliki sifat kereaktifan yang lebih tinggi dibandingkan dengan karbon grafit (Ibrahim *et al.*, 2017). Penelitian Gao (2018), menggunakan aluminium sebagai elektroda pada ruang anoda. Substrat yang digunakan adalah air limbah beban tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sistem MFC dengan anoda Al menghasilkan daya maksimum 365,1 mW/m³ dan terbukti dapat menurunkan COD >99,4%. Masa operasi membran konduktif lebih lama dibandingkan dengan membran non konduktif. Akan tetapi, lama

penggunaan membran katoda konduktif harus dipertimbangkan untuk pergantian berkala.

Penggunaan kombinasi elektroda aluminium dengan karbon sudah pernah dilakukan. Akan tetapi, belum dipelajari pengaruh penggunaan kombinasi elektroda aluminium dengan karbon terhadap potensi listrik MFC berbasis membran gerabah bentonit dan substrat limbah kulit pisang. Penelitian sebelumnya menjelaskan pengaruh kombinasi elektroda aluminium dengan karbon pada substrat perikanan yang mengandung banyak protein. Penelitian ini dilakukan pada substrat limbah kulit pisang yang banyak mengandung karbohidrat untuk mengetahui potensi listrik yang dihasilkan. Aluminium digunakan sebagai pengganti elektroda karbon karena mempunyai nilai potensial yang lebih tinggi dan mempunyai sifat mudah melepas elektron. Pada penelitian ini akan dipelajari pengaruhnya terhadap potensi listrik MFC dual chamber berbasis membran gerabah bentonit dan substrat limbah kulit pisang ambon (MFC-Bentonit/Kulit Pisang). Parameter yang digunakan adalah kuat arus (I), tegangan (V), dan *power density* (W) serta penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) limbah.

B. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas, maka dalam penelitian ini penulis menekankan

1. Desain MFC yang digunakan adalah sistem *dual-chamber* dengan substrat limbah cair kulit pisang ambon dan membran gerabah bentonit (MFC-Bentonit/Kulit Pisang).

2. Kombinasi dilakukan di anoda, yakni elektroda aluminium menggantikan elektroda karbon di anoda. Selanjutnya, kedua sistem disingkat MFC-Bentonit/Kulit Pisang (Al/C) dan MFC-Bentonit/Kulit Pisang (C/C).
3. Parameter efisiensi MFC yang diterapkan adalah kuat arus (I), tegangan (V), *power density* (W), penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) limbah.
4. Limbah yang digunakan merupakan limbah artifisial yaitu limbah buatan sendiri dari kulit pisang Ambon yang diblender.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana potensi listrik yang dihasilkan MFC-Bentonit/Kulit Pisang (Al/C) dan MFC-Bentonit/Kulit Pisang (C/C) berdasarkan parameter kuat arus (I), tegangan (V), dan *power density* (W) MFC ?
2. Bagaimana penurunan kadar limbah cair kulit pisang ambon pada MFC-Bentonit/Kulit Pisang (Al/C) dan MFC-Bentonit/Kulit Pisang (C/C) berdasarkan parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) ?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Membandingkan kuat arus (I), tegangan (V), dan *power density* (W) MFC-Bentonit/Kulit Pisang (Al/C) dan MFC-Bentonit/Kulit Pisang (C/C).

2. Membandingkan penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) limbah pada MFC-Bentonit/Kulit Pisang (A/C) dan MFC-Bentonit/Kulit Pisang (C/C).

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah

1. Pemanfaatan dan pengelolaan limbah yang menjadi masalah dalam masyarakat umumnya.
2. Pembuatan MFC lebih efisien, murah dan mudah agar dapat diaplikasikan dalam masyarakat.
3. Pengembangan dari energi alternatif yang ramah lingkungan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MFC-Bentonit/Kulit Pisang (Al/C) menghasilkan potensi listrik yang lebih tinggi berdasarkan parameter kuat arus (I), tegangan (V) dan *power density* (W). Kuat arus tertinggi pada MFC-Bentonit/Kulit Pisang (Al/C) yaitu 10,1 mA, tegangan tertinggi 1,18 V, dan nilai *power density* tertinggi 363,7703 mW/cm². Pada MFC-Bentonit Kulit Pisang (C/C), kuat arus tertinggi yaitu 1,65 mA, tegangan tertinggi 0,21 V, dan nilai *power density* tertinggi 11,70608 mW/cm².
2. Penurunan COD dan BOD yang lebih besar didapatkan pada sistem MFC-Bentonit Kulit Pisang (C/C) yaitu 9865,31 mg/L dan 4833,997 mg/L. Pada elektroda MFC-Bentonit/Kulit Pisang (Al/C), penurunan COD dan BOD sebesar 9326,548 mg/L dan 4570,007mg/L.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap jenis dan peran bakteri untuk meningkatkan potensi listrik pada sistem MFC.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi jumlah elektroda agar didapatkan potensi listrik yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina,A., Suprihatin, I, E., Sibarani, J., (2016). Pengaruh Biofilm Terhadap Efektivitas Penurunan BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak dari Limbah Pengolahan Ikan Menggunakan Tracking Fiter. *Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*, Vol 4 No 2.
- Akbar, T.N., Kirom, M. R., dan Iskandar, R.F. (2017). Analisis Pengaruh Material Logam Sebagai Elektroda Mikrobial Fuel Cell Terhadap Produksi Energi Listrik Analysis of the Effect of Metals As an Electrode in Microbial Fuel Cell To the Electrical Energy Production. *E-Procceding of Engineering*, 4 (2), 2123-2138, Bandung.
- Ambarita, M. D. Y., Bayu E. S., Setiado, H. (2015). *Identifikasi Karakter Morfologis Pisang (Musa spp) di Kabupaten Deli Serdang*. 4(1), 1911-1924.
- Andika & Sudarlin. (2020). Pemanfaatan Gerabah dan Limbah Cair Tempe Sebagai Sumber Energi Alternatif Berbasis Microbial Fuel Cell (MFC). *Jurnal Inovasi dan Pengelolaan Laboratorium*.
- Atima, W.(2015). BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air imbah. *Jurnal Biologi Science dan Education*, 83-93.
- Bose, D., Dhawan , H., Kandpal, V., Vijay. P., dan Gopinath, M. (2018). Sustainable Power Generation From Sewage And Energy Recovery From Wastewater With Variable Resistance Using Mikrobial Fuel Cell, *Enzyme And Microbial Technology*, 118,92-101.
- Carlos A. Ramirez Vargas, AmandaPrado, Carlos A, Pedro N, Carvalho, Abraham Esteve-Nunez, dan Hans Brix. (2018) . Microbial Electrochemical Technologies for Wastewater Treatment: Principles and Evolution from Microbial Fuel Cell to Bioelectrochemical Based Constructed Wetlands (Review). *Water* (10) : 1128.
- Cotton, F. Albert dan Geoffrey Wilkinson. Basic Inorganic Chemistry. (1989). terjSaharti Suharto. *Kimia Anorganik Dasar*. Jakarta : UI-Press.
- Daud, Siti Maryam, Wan Ramli Wan Daud, Byung Hong Kim, Mahendra Rao Somalu, Mimi Hani Abu Bakar, Andanastuti Muchtar, Jamaliah MD Jahim, Swee Su Lim, dan In Seop Chang.(2018). Comparison of Performance and Ionic Concentration Gradient of Two Chamber Microbial Fuel Cell Using Ceramic Membrane (CM) and Cation Exchange Membrane as Separator. *Electrochimia Acta* 256 : 365-376.
- Estuning, RM., Suniyati S., Samudro, G. (2015). Pengaruh Konsentrasi Chemica Oxygen Demand (COD) dan pH terhadap Kinerja Granular Activated Carbon Fue Cels (GAC-DCMFCs). *Jurnal Teknk Lingkungan*. Universitas Diponegoro, 4(2), 1-8
- Fan, Li-Ping dan Song Xue. (2016). Overview on Electricigens for Microbial Fuel Cell. *The Open Biotechnology Journal* (10): 398-406.

- Gao, Changfei., Liu, Lifan, Yang, Fenglin. (2018). A Novel Bio-Electrochemical System With Sand/Activated Carbon Separator, Al Anode And Bio-Anode Integrated Micro-Electrolysis/Electro-Flocculation Cost Effectively Treated High Load Wastewater With Energy Recovery. *Bioresource Technology*. 249, 24-34.
- Ghadge, N. A., Ghangrekar, M. M. (2015). Development of Low Cost Ceramic Separator Using Mineral Cation Exchanger to Enhance Performance of Microbial Fuel Cells . *Electrochimica Acta*. 320-328.
- Harahap, M. R. (2017). Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *Circuit*, 2 (1).
- Hendri, Y.N., Gusnedi., Ratnawulan. (2015). Pengaruh Jenis Kulit Pisang dan Variasi Waktu Fermentasi terhadap Kelistrikan dari Sel Accu dengan Menggunakan Larutan Kulit Pisang. *Pillar of Physics*, 6, 97-104.
- Ibrahim, B., Suptijah, P., Andiani, Z.N. (2017). Kinerja Microbial Fuel Cell Penghasil Biolistrik dengan Perbedaan Jenis Elektroda pada Limbah Cair Industri Perikanan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20,(2), 296-304.
- Kurniawati, L., Sanjaya, I, G, M. (2013). Pengaruh Jenis Bakteri Selulolitik Terhadap Efisiensi Sel Bakar Mikrobial. Surabaya: UNESA.
- Kurniati, E., Haji, A, T, S., Permatasari, A, C. (2012). Pengaruh Penambahan EM₄ Dan Jarak Elektroda Terhadap Listrik Yang Dihasilkan MFC (Air Lindi). *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Kim, B, H., Chang I,S., Gil, G,C., Park H,S, Kim H.J. (2003). Nove BOD Sensor Using Mediatorless Microbial Fuel Cell. *Biotechnol. ett*. 25:541-545
- Liu, H. 2008. Microbial Fuel Cell: Novel Anaerobic Biotechnology for Energy Generation From Wastewater. *Anaerobic Biotechnology for Bioenergy Production: Principles and Application*. S. K. Khanal. Iowa, Blackwell publishing: 221-234.
- Logrono, W., Ramirez, G., Recalde C., Echeverria, M., Cunachi, A. (2017). Bioelectricity Generation From Vegetables and Fruits Waste by Using Single Chamber Microbial Fuel Cells with High Andean Soils. *Energy Procedia*. 75 : 2009-2014
- Lotfi, M., Younesi, H., Bahramifar, N. (2018). Wastewater Treatment Using Dual-Chamber Microbial Fuel Cell with *Saccharomyces Cerevisiae*. *Journal of Water and Wastewater*. 29(4). 101-108
- Novarina, D., Swistoro, E., Firdaus L,M., Medriati, R. (2018). Inovasi Sistem Stack Microbial Fuel Cell menggunakan Substrat Limbah Rumen Sapi serta Implementasinya sebagai Media Pembelajaran. *Journal of Science Education*. Vol. 2 (3), 188-195.
- Parkash, Anand. (2016). Microbial Fuel Cells : A. Source of Bioenergy. *Journal of Microbial and Biochemical Technology* 8 (3) : 247-255.

- Pramartaningthya, E. K., Endarko., Muntini, M, S. (2014). Optimasi Adsorpsi Ion-ion NaCl pada Elektroda Capacitive Deionization dengan Membran Pertukaran Ion. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. Volume 10, No.1.
- Ramadhani, Muhammad Islam., Mursadin, Aqli. (2020). Pengaruh Variasi Elektroda Tembaga dan Seng Terhadap Produktivitas Listrik Microbial Fuel Cell (MFC) Pada Substrat Limbah Cair Rebusan Mie Instan. *Scientific Journal Of Mechanical Engineering Kinematika*. Vol 5, NO.1
- Ramdani, D., Hernaman, I., Nurmeidiansyah, A, A., Heryadi, D.(2016). Potensi Nutriens, Fenol, dan Tanin Dalam Kulit Pisang Ambon Dengan Tingkat Kematangan Berbeda untuk Pakan Ternak. *Prosiding Seminar Nasional Peternakan Berkelanjutan 8*, 8, 883-888.
- Riyanto, B., Mubarik, N. R dan Idham, F. (2011). Energi Listrik dari Sedimen Laut Teluk Jakarta melalui Teknologi Microbial Fuel Cell. *Jurnal Pengolahan Hail Perikanan Indonesia*, XIV (1): 35-42.
- Safitri, V., Rachmanto. (2020). Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Power Density Pada Microbial Fuel Cell Dengan Penambahan Granular Activated Carbon. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 12(2), 1-9.
- Said, Nusa Idaman. (2017). Teknologi Pengolahan Air Limbah: *Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Santoro, C., Arbizzani, C., Erable, B., Ieropoulos, I., (2017). Microbial fuel cells: From fundamentals to applications. A review. *Journal of Power Sources* 356, 225-224.
- Scott K, Rimbu GA., Katuri KP., Prasad KK., Head IM. (2007). Aplication of Modified Carbon Anodes in Microbial Fuel Cells. *International Chemical Engineers*. 85 (5) : 481-488.
- Singh, Shiv. (2018). Bio Energy Production Using Carbon Based Electrodes in Double an Single Microbial Fuel Cells: A review. *Progress in Petrochemical Science : Crimson Publishers*.
- Sitorus, Berlian. 2010. Diversikan Sumber Energi Terbarukan Melalui Penggunaan Air Buangan dalam Sel Elektrokimia Berbasis Mikroba. *Jurnal ELKHA*. 2(1).
- Siwiendrayanti., Mardiana., Irwan, B. (2008). Penurunan Kadar BOD5 Air Limbah Pematangan Ayam (RPA) Pasar Rejomulyo Semarang pada Pengoperasian Trickling Filter dengan Berbagai Variasi Frekuensi Sirkulasi. *Jurnal Kemas Vol 4* (1). Semarang.
- Sorkhabi, H, A., Ghazemi, Z., Sifzadeh, D., (2005). The Inhibition Effect of Some Amino Acids Towards The Corrosion of Aluminium in 1 M HCl + 1 M H₂SO₄ Solution. *Applied Surface Science*. 249, 408-418.
- Syahri, M., Mahargiani, T., Indrabrata, G, A., Orlanda, O, O. (2019). Teknologi Bersih Microbial Fuel Cell (MFC) dari Limbah Cair Tempe Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan. *Jurnal Teknik Kimia*.

- Utami, L., Lazulva, L., & Fatisa, Y. (2019). Produksi Energi Listrik dari Limbah Kulit Pisang (*Musa Parasiaca L*) Menggunakan Teknologi Microbial Fuel Cell Dengan Permanganat Sebagai Katolit. *Al-Kimiya*.
- Wulandari, S. (2019) . Pemanfaatan Microbial Fuel Cell Sebagai Penghasil Energi Listrik Alternatif dan Pengolahan Limbah Cair IPLT Keputih Surabaya. *Skripsi*. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- You, S., Zhao, Q., Zhang, J., Junqiu., Shiqi, Z. (2006). Microbia Fuel Cell Using Neutral Red as an Electronophone. *Applied And Enviromental Microbiology*, 66, 1292-1927.
- Young & Freedman. (2012). *University Physics : with Modern Physics*. 13 th ed. Francis Weston: *Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*.
- Zahara, N, C. (2011). Pemanfaatan *Saccharomyces cerevisiae* dalam Sistem Microbial Fuel Cell Untuk Produksi Energi Listrik. *Skripsi*. Universitas Indonesia: Depok.
- Zhang, Y. (2012). Energy Recovery from Waste Streams with Microbial Fuel Cell (MFC)-Based Technologies. *Thesis Department of Environment Engineering Technical*. University of Denmark.
- Zheng, Chunli, Ling Zhao, Xiaobai Zhou, Zhimin Fu dan An Li. (2013). Treatment Technologies for Organic. Wastewater. *Intechopen Journal*

