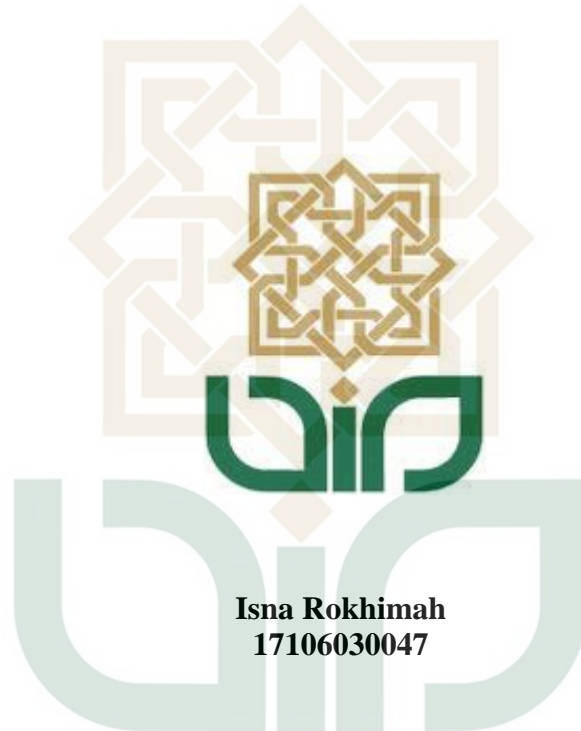


**PEMANFAATAN KARBON AKTIF SEBAGAI KOMPOSIT MEMBRAN  
GERABAH BENTONIT *MICROBIAL FUEL CELL* (MFC) BERBASIS  
SUBSTRAT LIMBAH KULIT PISANG AMBON**

Skripsi  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana Kimia



**Isna Rokhimah  
17106030047**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
**PROGAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2021**



## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1746/Un.02/DST/PP.00.9/09/2021

Tugas Akhir dengan judul : PEMANFAATAN KARBON AKTIF SEBAGAI KOMPOSIT MEMBRAN GERABAH BENTONIT MICROBIAL FUEL CELL (MFC) BERBASIS SUBSTRAT LIMBAH KULIT PISANG AMBON

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ISNA ROKHIMAH  
Nomor Induk Mahasiswa : 17106030047  
Telah diujikan pada : Jumat, 27 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: 613eeb22e596f



Penguji I  
Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 613e643aed713



Penguji II  
Endaruji Sedyadi, M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 613e95a01578



Yogyakarta, 27 Agustus 2021  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Dr. Dra. Hj. Kharul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 61432d7754be2



## **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 : Isna Rokhimah  
NIM : 17106030047  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Karbon Aktif Sebagai Komposit Membran Gerabah Bentonit *Microbial Fuel Cell* (MFC) Berbasis Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon

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.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 20 September 2021  
Pembimbing  
  
Sudarta, 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 : Isna Rokhimah

NIM : 17106030047


Judul Skripsi : Pemanfaatan Karbon Aktif Sebagai Komposit Membran Gerabah Bentonit *Microbial Fuel Cell* (MFC) Berbasis Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon

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, 15 September 2021  
Konsultan

  
Dr. Maya Rahmayanti, M.Si.  
NIP. 19810627 200604 2 003



## 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 : Isna Rokhimah  
NIM : 17106030047  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Karbon Aktif Sebagai Komposit Membran Gerabah Bentonit *Microbial Fuel Cell* (MFC) Berbasis Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon


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, 15 September 2021  
Konsultan



  
Endang Sedvadi, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19820205-201503-1-003

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Isna Rokhimah  
NIM : 17106030047  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Karbon Aktif Sebagai Komposit Membran Gerabah Bentonit *Microbial Fuel Cell* (MFC) Berbasis Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon” 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, 29 Agustus 2021



Isna Rokhimah  
NIM. 17106030047

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim.*

*Ahamdulillahirobbil'alamiin* puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, kekuatan dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proses penyusunan skripsi dengan judul “*Pemanfaatan Karbon Aktif sebagai Komposit Membran Gerabah Bentonit Microbial Fuel Cell (MFC) Berbasis Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon*”. Tak lupa sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada baginda Nabi Agung Muhammad SAW, Nabi akhir zaman yang menjadi suri tauladan seluruh umat dan selalu dinantikan syafaatnya.

Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas dari keterlibatan berbagai pihak yang telah memberikan dorongan baik moril maupun materil kepada penulis, sehingga tahap demi tahap penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis menghaturkan ucapan terimakasih yang tulus kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Imelda Fajriati M,Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Endaruji Sedyadi, S.Si, M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama menempuh studi di Progam Studi Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Bapak Sudarlin, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah bersedia memberikan waktu dan ilmu untuk memberi koreksi, arahan dan bimbingan dalam penulisan skripsi guna mencapai hasil yang maksimal dalam penulisan skripsi.
6. Segenap Dosen Progam Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
7. Bapak Wijayanto, S.Si beserta jajaran PLP Laboraturium Terpadu UIN Sunan Kalijaga yang telah membantu dan mengarahkan selama proses penelitian di laboratorium.
8. Kedua orang tua tercinta Bapak Mulyono dan Ibu Sri Wahyuni. Terimakasih atas segala kasih sayang, kesabaran dan dukungan yang selalu diberikan. Dengan ketulusan serta doa yang selalu bapak ibu panjatkan akhirnya penulis dapat menyelesaikan studi ini. Semoga penulis dapat menjadi putri yang sesuai dengan doa harapan bapak ibu.
9. Kakak tersayang Lina Choiriyah, Amd.Keb serta seluruh kerabat dan keluarga besar, terimakasih atas doa dan dukungannya.

10. Kepada Abah KH. Munir Syafaat dan Ibu Nyai Hj. Barokah Nawawi selaku pengasuh Pondok Pesantren Nurul Ummah Putri Kotagede Yogyakarta yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya. Semoga penulis bisa menjadi santri yang berpengetahuan luas dan mendapat ilmu yang barokah manfaat.
11. Segenap pengurus Pondok Pesantren Nurul Ummah Putri, sahabat A6 serta teman-teman di Pondok Pesantren Nurul Ummah Putri yang selalu memberi motivasi.
12. Sahabat-sahabat yang senantiasa membantu tahap demi tahap penelitian penulis: Dian Akmalia, Eka Wahyanti, Dita Ayu, Diana Zumrotul K, Ajeng Putri, Nuraini Fitri dan Amalia Ginanti. Terimakasih untuk bantuan, dukungan, kebersamaan dan semangatnya. Semoga tetap terjaga persaudaraannya.
13. Teman-teman setema seperbimbingan Amin, Selvi, Ulia, Indri dan Salman. Terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya.
14. Teman-teman Progam Studi Kimia angkatan 2017 yang saling mendukung.
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran sangat dibutuhkan demi perbaikan selanjutnya. Terakhir, penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat menjadi sumber referensi yang representatif dan dapat dijadikan rujukan untuk melakukan penelitian selanjutnya.

Yogyakarta, 28 Juli 2021

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## HALAMAN MOTTO

✚ (As-Shaffat:92) وَاللَّهُ خَلَقَكُمْ وَمَا تَعْمَلُونَ

✚ Teken, Tekun, Tekan



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirobbil'alamiin, atas berkah rahmat serta izin Allah SWT dengan penuh rasa syukur penulis persembahkan skripsi ini untuk:

almamater tercinta UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
Progam Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	vii
HALAMAN MOTTO .....	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	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 .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
A. Tinjauan Pustaka .....	7
B. Landasan Teori.....	10
C. Kerangka Berfikir dan Hipotesis Penelitian.....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
B. Alat-alat Penelitian.....	20
C. Bahan Penelitian .....	20
D. Cara Kerja Penelitian .....	20
E. Teknik Analisis Data.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
A. Kapasitas Tukar Kation (KTK) Membran MFC.....	24
B. Produksi Energi Listrik .....	25
C. Hasil Pengukuran COD dan BOD Limbah Kulit Pisang.....	31
BAB V PENUTUP.....	33
A. Kesimpulan .....	33
B. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA .....	34
LAMPIRAN.....	37
CURRICULUM VITAE .....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2. Skema alat sistem MFC .....	12
Gambar 3. 1. Ilustrasi reaktor MFC .....	22
Gambar 4. 1. Hasil pengukuran tegangan listrik.....	26
Gambar 4. 2. Hasil pengukuran kuat arus listrik .....	26
Gambar 4. 3. Ilustrasi mekanisme Grotthuss .....	30
Gambar 4. 4. Produksi listrik dalam sistem MFC.....	30



## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 KTK Bentonit- <i>Clay</i> dan ACCS/Bentonit- <i>Clay</i> .....	24
Tabel 4. 2 Hasil uji parameter COD.....	31
Tabel 4. 3 Hasil uji parameter BOD.....	31



## Abstrak

### PEMANFAATAN KARBON AKTIF SEBAGAI KOMPOSIT MEMBRAN GERABAH BENTONIT *MICROBIAL FUEL CELL* (MFC) BERBASIS SUBSTRAT LIMBAH KULIT PISANG AMBON

Oleh:

**Isna Rokhimah**  
**NIM. 17106030047**

Pembimbing

**Sudarlin, M.Si.**

Penelitian penambahan karbon aktif tempurung kelapa (ACCS) sebagai komposit pada membran gerabah bentonit (Bentonit-Clay) telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan menentukan potensi listrik serta penurunan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biochemical Oxygen*) limbah kulit pisang ambon pada MFC ACCS/Bentonit-Clay dan MFC Bentonit-Clay. Parameter yang digunakan yaitu kuat arus, tegangan, *power density* serta penurunan COD dan BOD limbah. MFC dilakukan selama 62 jam dan pengukuran parameter dilakukan setiap 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan MFC ACCS/Bentonit-Clay memperoleh rata-rata kuat arus 2,12 mA, tegangan 0,436 V dan *power density* 357,1957 mW/ m<sup>2</sup> serta penurunan nilai COD sebesar 24,44% dan BOD sebesar 27,29%. Secara keseluruhan, penambahan karbon aktif tempurung kelapa (ACCS) pada membran komposit gerabah bentonit mempengaruhi performa MFC berbasis limbah kulit pisang ambon.

Kata kunci : ACCS, kuat arus, tegangan, *power density*, limbah kulit pisang ambon, COD dan BOD.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## Abstract

### **THE UTILIZATION OF ACTIVE CARBON AS A COMPOSITE OF BENTONITE MICROBIAL FUEL CELL (MFC) POTTERY MEMBRANE BASED ON AMBON BANANA SKIN WASTE SUBSTRATE**

By:

**Isna Rokhimah**  
**NIM. 17106030047**

Advisor

**Sударlin, M.Si.**

Research on the addition of coconut shell activated carbon (ACCS) as a composite on bentonite (Bentonite-Clay) earthenware membranes has been carried out. This study aims to determine the electrical potential and decrease COD (Chemical Oxygen Demand) and BOD (Biochemical Oxygen) of Ambon banana peel waste in ACCS/Bentonite-Clay MFC and Bentonite-Clay MFC. The parameters used are current, voltage, power density and reduction of COD and BOD of waste. MFC was carried out for 62 hours and parameter measurements were carried out every 2 hours. The results showed that the ACCS/Bentonite-Clay MFC obtained an average current of 2.12 mA, a voltage of 0.436 V and a power density of 357.1957 mW/m<sup>2</sup> and a decrease in COD values of 24.44% and BOD of 27.29%. Overall, the addition of coconut shell activated carbon (ACCS) on bentonite pottery composite membranes affects the performance of MFC based on Ambon banana peel waste.

Keywords: ACCS, current, voltage, power density, Ambon banana peel waste, COD and BOD.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

*Microbial Fuel Cell* (MFC) merupakan energi alternatif penghasil listrik yang memanfaatkan interaksi bakteri yang terdapat di alam. MFC juga termasuk salah satu jenis *fuel cell* berbasis pengolahan limbah (Rabaey dkk., 2005). Sistem bioelektrik kimia di dalam MFC dapat menghasilkan listrik dari oksidasi substrat organik dan anorganik dengan bantuan katalis mikroorganisme (Logan, 2008). Komponen dasar MFC terdiri dari ruang anoda dan katoda yang dipisahkan oleh membran. Membran tersebut berfungsi memisahkan larutan anoda dan katoda yang sekaligus menjadi media transfer ion dari anoda ke katoda. Kehadiran membran sebagai pemisah selektif ion sangat penting untuk memastikan operasi MFC efisien dan stabil. Masalahnya modifikasi membran hingga saat ini belum mendapatkan kinerja yang optimum. Oleh karena itu, optimalisasi kinerja membran menjadi perhatian besar guna meningkatkan sistem MFC dalam menghasilkan potensi listrik yang lebih optimum.

Penggunaan membran seperti gerabah menawarkan biaya yang lebih murah. Andika dan Sudarlin (2020) telah melakukan penelitian tentang pemanfaatan gerabah sebagai membran pengganti PEM menggunakan limbah cair tempe dengan penukar kation berupa jembatan garam sebagai pembanding. Hasilnya menunjukkan gerabah dapat digunakan sebagai membran dan hasilnya lebih baik dari pada penukar kation jembatan garam yaitu dengan *power density* mencapai 2197,343 mW/m<sup>2</sup> dan mampu menurunkan nilai *Chemical Oxygen*

*Demand* (COD) limbah cair tempe sebesar 27,69%. Namun masalahnya, potensi listrik yang dihasilkan masih sedikit sehingga perlu adanya modifikasi gerabah agar mendapat potensi listrik yang lebih maksimal.

Penelitian pengembangan membran menggunakan gerabah yang dicampur dengan mineral penukar kation seperti montmorilonit (bentonit) dan kaolinit telah dilakukan oleh Ghadge dan Ghangrekar (2015). Hasilnya menunjukkan bahwa montmorilonit dalam gerabah dapat meningkatkan kinerja MFC dengan meningkatkan transportasi kation, mengurangi *crusover* substrat dan difusi oksigen lebih rendah. Penambahan montmorillonit 20% (M-20) menghasilkan penurunan transfer muatan 4 kali lipat resistensi 3,4 V dan peningkatan 1,8 kali lipat dalam konduktivitas gerabah dibandingkan dengan kaolinit. Berdasarkan penelitian Ghadge dan Ghangrekar (2015), penambahan M-20 dapat memperoleh *output* daya terbesar, tetapi ukuran pori diketahui paling kecil yaitu 242 nm jika dibandingkan dengan penambahan montmorillonit 10% (316 nm), 15% (273 nm) dan kaolinit 20% (648 nm). Masalahnya, membran gerabah bentonit M-20 yang memiliki ukuran pori yang kecil ini dapat mengurangi daya yang dipanen oleh sistem MFC (Nafion 12,42 nm).

Penggantian PEM juga dilakukan Neethu dkk. (2019) dengan menggunakan karbon aktif yang berasal dari tempurung kelapa yang disusun berlapis dengan tanah liat atau *Activated Carbon from Coconut Shell-Clay* (ACCS-*clay*) sebagai membran penukar proton. Hasil penelitian menunjukkan MFC ACCS-*clay* mendapatkan tegangan operasi 1,5 lebih tinggi dari MFC Nafion 117, kapasitas pertukaran ion dua kali lebih tinggi, difusi oksigen lebih

sedikit, dan resistensi transfer biaya lebih rendah. Oleh karena itu, pemisah membran berbiaya rendah ini dapat menawarkan alternatif berkelanjutan untuk pengganti PEM yang mahal. Penambahan karbon aktif berupa tempurung kelapa ditandai dengan luas permukaan 500-2000 m<sup>2</sup>/g yang dapat memberi daya serap yang sangat baik. Penambahan karbon aktif tempurung kelapa juga dapat membantu menahan air yang terikat untuk perpindahan proton sehingga dapat meningkatkan transfer proton pada membran sistem MFC (Neethu dkk., 2019). Namun demikian masalahnya, penggunaan karbon aktif tempurung kelapa masih belum banyak dilakukan.

Terkait substrat, salah satu limbah organik yang dapat dimanfaatkan sebagai substrat pada MFC adalah limbah kulit pisang. Limbah kulit pisang merupakan salah satu limbah yang mengandung lemak, protein dan karbohidrat yang cukup tinggi. Karbohidrat tersebut yang dapat dimanfaatkan sebagai substrat makanan bagi bakteri untuk menghasilkan listrik pada sistem MFC (Utami dkk., 2018). Penggunaan limbah dalam sistem MFC mempunyai beberapa keuntungan, seperti dapat menghasilkan energi listrik sekaligus dapat menurunkan level COD dari limbah dan mengurangi pencemaran lingkungan. Penelitian pemanfaatan kulit pisang sebagai substrat pada MFC telah dilakukan Utami dkk., (2018). Hasilnya menunjukkan bahwa limbah kulit pisang dapat digunakan sebagai substrat dalam produksi listrik dengan perolehan *power density* maksimum 31,9 mW/m<sup>2</sup>. Namun demikian masalahnya, nilai produksi listrik tersebut dinilai masih belum maksimal.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka penelitian menggunakan membran ACCS/Bentonit-Clay, sebagaimana telah digunakan Netthu dkk. (2019) untuk diaplikasikan pada MFC berbasis substrat limbah kulit pisang perlu dilakukan. Penggunaan membran ACCS/Bentonit-Clay bertujuan untuk meningkatkan produksi energi listrik yang dihasilkan limbah kulit pisang pada sistem MFC. Selanjutnya, sistem tersebut disebut MFC ACCS/Bentonit-Clay. Kinerja MFC ACCS/Bentonit-Clay akan dibandingkan dengan MFC yang menggunakan membran bentonit tanpa penambahan karbon aktif (MFC Bentonit-Clay). Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan kesimpulan terkait kemampuan campuran karbon aktif pada Bentonit-Clay dalam memproduksi listrik pada MFC berbasis substrat limbah kulit pisang ambon.

## **B. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Sistem MFC yang digunakan pada penelitian ini adalah MFC *double chamber*. Jenis membran yang digunakan adalah komposit ACCS/Bentonit-Clay dan Bentonit-Clay dalam bentuk lempeng ukuran  $10 \times 10 \times 1 \text{ cm}^3$ . Selanjutnya, kedua sistem MFC disingkat MFC Bentonit-Clay dan MFC ACCS/Bentonit-Clay.
2. Limbah cair yang digunakan adalah limbah *artifical* yang dibuat dari kulit pisang ambon dengan tanpa menganalisis jenis bakteri.

3. Parameter yang digunakan adalah kuat arus (I), tegangan (V), dan *power density* (W). Parameter pengolahan limbah yang digunakan adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD).

### **C. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana perbedaan potensi listrik pada MFC ACCS/Bentonit-Clay dan MFC Bentonit-Clay berdasarkan parameter kuat arus (I), tegangan (V), dan *power density* (W)?.
2. Bagaimana perbedaan penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) substrat limbah kulit pisang ambon pada MFC ACCS/Bentonit-Clay dibandingkan dengan MFC Bentonit-Clay?.

### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan dan menganalisis perbedaan kuat arus (I), tegangan (V), dan *power density* (W) MFC-Bentonit-Clay dan MFC- ACCS/Bentonit-Clay.
2. Menentukan dan menganalisis penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) substrat limbah kulit pisang ambon pada MFC-Bentonit-Clay dan MFC- ACCS/Bentonit-Clay.

### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini antara lain:

1. Pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi energi listrik yang berguna.



2. Perancangan sistem MFC yang murah sehingga dapat diterapkan di kehidupan sehari-hari.
3. Produksi energi listrik yang ekonomis, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.



## **BAB V PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

1. MFC ACCS/Bentonit-Clay memiliki potensi listrik yang lebih tinggi dibanding MFC Bentonit-Clay. Rata-rata kuat arus, tegangan, dan *power density* MFC ACCS/Bentonit-Clay berturut-turut sebesar 2,12 mA, 0,436 V dan 357,1957 mW/m<sup>2</sup>. Rata-rata kuat arus, tegangan, dan *power density* MFC Bentonit-Clay berturut-turut sebesar 1,30 mA, 0,424 V dan 257,4128 mW/m<sup>2</sup>.
2. MFC ACCS/Bentonit-Clay mampu menurunkan kadar COD dan BOD dengan persentase yang lebih besar yaitu 24,44% dan 27,29%. Pesentase penurunan kadar COD dan BOD pada MFC Bentonit-Clay sebesar 8,77% dan 10,49%. Hal ini menunjukkan bahwa MFC ACCS/Bentonit-Clay dapat lebih bagus dalam mendegradasi bakteri dan menurunkan kadar COD BOD dalam limbah kulit pisang.

### **B. Saran**

Perbaikan pada desain MFC terutama pada membran dan substrat yang digunakan akan meningkatkan performa MFC dalam menghasilkan listrik serta dapat menurunkan kadar COD dan BOD pada limbah. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperbaiki desain MFC yang lebih baik lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, RM dan Bennetto, HP. 1993. Microbial fuel cells: electricity production from carbohydrate. *J. Appl. Biochem. Biotechnol.* 39:27-40.
- Andika dan Sudarlin. 2020. Pemanfaatan Gerabah dan Limbah Cair Tempe sebagai Sumber Energi Alternatif Berbasis Microbial Fuel Cell (MFC). *Jurnal Inovasi dan Pengelolaan Laboraturium.* 2:1.
- Andrew E. 2015. Technical Evaluation of the Mikrobial Fuel Cell Technology in Wastewater Aplication. Ireland:nCork Institute of Technology.
- Ayuningtyas, A dan Ellyza, N. 2017. Pemanfaatan Bakteri *Escherica coli* dan *Shewanella oneidensis* dalam Limbah Organik pada Produksi Listrik dengan *Microbial Fuel Cell* (MFC). Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Budi E., Nasbey H., Budi S., Handoko E. 2012. Kajian Pembentukan Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. *Seminar Nasional Fisika 2012.* Jakarta: UNJ.
- Daud., Maryam S., Ramli W., Daud W., Kim B.H., Somalu M.R., Bakar M.H., Muchtar A., Jamaliah MD., Lim S.S., Chang I.S. 2018. Comperarison of Performace and Ionic Concentration Gradient of Two Chamber Microbial Fuel Cell Using Ceramic Membrane (CM) and Cation Exchange Membrane (CEM) as Separators. *Elsevier*, Issue 259, pp. 365-376.
- Deluca, N.W dan Elabd, Y.A. 2006. Polymer Electrolyte Membranes for The Direct Methanol Fuel Cell; a Review. *Journal Polymer Science Part B Polymer Physics.* 44: 2201-2213.
- Elisa. 2004. Kimia Tanah. Yogyakarta: UGM.
- Fitriani, D. 2013. Skripsi. *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Elektrolit Pada Sel Kering.* Bandung: UIN Bandung. Tidak diterbitkan.
- Ghadge, A.N dan Ghangrekar. M.M. 2015. Development of low ceramic separator using mineral cation exchanger to enhance performance of microbial fuel cells: *Electrochimica Acta* 166 (2015) 320-328.
- Gil G.C., Chang I.S., Kim B.H., Kim M., Jang J.K., Park H.S., Kim H.J. 2003. Operational parameters affecting the performannce of a mediator-less microbial fuel cell method. *Biosens Bioelectroni.* 18: 327-334.

- Hendri, Y.N., Gusnedi., Ratnawulan. 2015. Pengaruh Jenis Kulit Pisang dan Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kelistrikan dari Accu dengan Menggunakan Larutan Kulit Pisang. *Pillar of physics*, Vol. 6 97-104.
- Ibrahim B, Suptijah P, Adjani ZN. 2017. Kinerja microbial fuel cell penghasil biolistrik dengan perbedaan elektroda pada limbah cair industri perikanan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 296-304.
- Liu, H. 2008. *Microbial Fuel Cell: Novel Anaerobic Biotechnology for Energy Generation from Wastewater*. Anaerobic. Biotechnology for Bioenergy Production: Principles and Applications. S. K. Khanal. Iowa, Blackwell Publishing: 221-243.
- Logan B.E., B Hamelers., R Rozedal., U. Schoreder., J. Keller., S. Freguia, P., Aelternman., W. Verstratee., K. Rabae., 2006. *Microbial Fuel Cell: Methodology and technology*. Environmental Science and Technology. Vol. 40, No. 17. 2006.
- Logan, B.E 2008. *Microbial Fuel Cells*. New jersey : John & Wiley Inc, Publication : United State of America.
- Ludueno., Guillermo A., Thomas D. Kuhne., Daniel. 2010. Mixed Grotthuss and Vehicle Transport Mechanism in Proton Conducting Polymers from Abinitio Molecular Dynamics Simulation. *Chemistry of Material*. 23: 1424-1429.
- Milliken C.E., May H.D. 2007. Sustained generation of electricity by the spore-forming, gam positive, Desulfitobacterium hafniese strain DCB2. *Applied Microbial and Cell Physiology*. 73:1180-1189.
- Neethu B., Bhowmkarthick G.D., Ghangrekar MM. 2019. A novel proton exchange membrane developed from clay and activated carbon derived from coconut shell for application in microbial fuel cell. *J. Biochemical Engineering*. 148 (2019) 170-177.
- Parkash, A. 2016. Microbia Fuel Cell: A Source of Bioenergy. Pakistan: *Jurnal Microbial and Biochemical Technology*. Volume 8(3): 247-255 (2016)-247.
- Pullman. 2004. *Cation Exchange Capacity*. Tree Fruit Research and Extension Center: Washington State University.
- Rabaey, K., Verstraete., W., Microbial Fuel Cells: Novel Biotechnology For Energy Generation. *Journal Trends Biotechnol* 2005, 23 (6), 291-298.
- Rokhati. N dan Prasetyaningrum. A. 2004. Absorpsi Logam Berat Limbah Cair Industri Kerajinan Kuningan Juana Menggunakan Campuran Bentonit dan Abu Sekam Padi. *Reaktor*. Vol.8, Hal: 29-32.

- Sari E, P., Agus S, B., Esmar B 2012. *Pengaruh Aditif Arang Batok Kelapa Terhadap Densitas dan Porositas Membran Keramik Berbasis Zeolit dan Tanah Lempung*. Seminar Nasional Fisika 2012. Jakarta: UNJ.
- Sudarlin., Wahyu A. A., Khoerunnisa M., Ramadhani D., Rahmafhani D.W., Nugroho A. 2020. Utilization of Montmorillonit-Modified Earthenware from Bentonite-Ca as a Microbial Fuel Cell (MFC) Membrane Based on Tempe Liquid Waste as Substrate. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*.
- Sundarti dan Linda W. 2017. *Kajian Teoritis Mekanisme Transportasi Proton Pada Model Membran Komposit Kitosan/ Asam Fosfat untuk Sistem Direct Methanol Fuel Cell (DMFC)*. Tesis. Surabaya: ITS.
- Suyanti dan Supriyadi A. 2008. *Pisang, Budidaya, Pengolahan dan Prospek Pasar*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Taryana, Meylita. 2002. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Skripsi. Jurusan Teknik Industri. USU.
- Utami L., Lazulva L., Indrabrata GA. 2018. Produksi Energi Listrik dari Limbah Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca L.*) Menggunakan Teknologi Microbial Fuel Cells dengan Permanganat sebagai Katolit. *Al-Kimiya*. Vol. 5, No. 2 (62-67).

