



LAPORAN AKHIR PKM-P

PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS *MICROBIAL FUEL CELL* MENGUNAKAN ELEKTRODA KARBON BATERAI TERMODIFIKASI NANOSERAT POLIANILIN DENGAN MEDIA LIMBAH PASAR

Oleh :

Ribut Wahidin	G74100009	2010
Yudha Jati Wiratmoko	G74100073	2010
Hallimah Sa'diyah	G74120008	2012

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2014**

HALAMAN PENGESAHAN

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Judul Kegiatan | : Pembangkit Listrik Berbasis <i>Microbial Fuel Cell</i> Menggunakan Elektroda Karbon Baterai Termodifikasi Nanoserat Polianilin dengan Media Limbah Pasar |
| 2. Bidang Kegiatan | : PKM-P |
| 3. Ketua Pelaksana Kegiatan | |
| a. Nama Lengkap | : Ribut Wahidin |
| b. NIM | : G74100009 |
| c. Jurusan | : Fisika |
| d. Universitas | : Institut Pertanian Bogor |
| e. Alamat Rumah /No HP | : Babakan Tengah, Dramaga, Bogor |
| f. Alamat email | : ributfis47@gmail.com |
| 4. Anggota Pelaksana Kegiatan | : 2 orang |
| 5. Dosen Pendamping | : |
| a. Nama Lengkap dan Gelar | : Dr. Akhirudin Maddu, M.Si. |
| b. NIDN | : 0007096602 |
| c. Alamat Rumah /No. HP | : Jl. Panorama Asri No. 6 RT 03/05 Sindangbarang Bogor |
| 6. Biaya Kegiatan Total | : |
| a. Dikti | : Rp. 12.040.000,00 |
| b. Sumber lain | : Rp 0,- |
| 7. Jangka Waktu Pelaksanaan | : 5 bulan |

Bogor, 2 Juli 2014

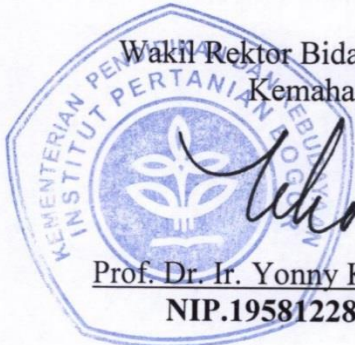
Menyetujui
Ketua Departemen Fisika

Dr. Akhirudin Maddu, M.Si
NIP. 19660907 1998021 006

Ketua Pelaksana Kegiatan

Ribut Wahidin
NIM. G74100009

Wakil Rektor Bidang Akademik dan
Kemahasiswaan



Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, M.S.
NIP.19581228 198503 1003

Dosen Pendamping

Dr. Akhirudin Maddu, M.Si
NIP. 19660907 1998021 006

RINGKASAN

Keterbatasan kandungan minyak dan gas bumi sebagai sumber energi dalam memenuhi kebutuhan manusia yang tidak terbatas menuntut penggunaan energi alternatif yang ramah lingkungan. *Microbial fuel cell* adalah suatu alat yang dapat menghasilkan listrik dari komponen organik melalui katabolisme pada mikrobial. Namun, rendahnya produksi listrik yang dihasilkan pada sistem MFC menjadi salah satu kendala utama. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kelebihan grafit mesopori berlapis polianilin sebagai elektroda pada sistem MFC. Penelitian ini dilakukan dengan metode polimerisasi elektrokimia potensiostatik dalam pelapisan grafit mesopori dengan polianilin. Pengujian sistem SMFC dengan substansi limbah pasar menghasilkan tegangan luaran tertinggi pada grafit yang direndam KOH (1:3) dan dilapisi polianilin 358 mV, grafit kontrol dilapisi polianilin 341 mV, dan grafit kontrol 299 mV, sedangkan arus luaran tertinggi pada grafit kontrol dilapisi polianilin 231 μA , grafit yang direndam KOH (1:3) dan dilapisi polianilin 194 μA , dan grafit kontrol 177 μA . Hasil ini memperlihatkan perlakuan pembentukan mesopori pada permukaan grafit serta pelapisan polianilin pada permukaan grafit dapat meningkatkan tegangan dan arus luaran dari sistem MFC.

Kata kunci : Anoda, *microbial fuel cell*, polianilin, *power density*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan laporan akhir Program Kreativitas Mahasiswa Penelitian (PKM-P) ini. Laporan akhir ini menjelaskan tentang Pembangkit Listrik Berbasis *Microbial Fuel Cell* Menggunakan Elektroda Karbon Baterai Termodifikasi Nanoserat Polianilin dengan Media Limbah Pasar.

Kami ucapkan terimakasih kepada Dr. Akhiruddin Maddu, M.Si selaku dosen pendamping yang sudah memberikan bimbingan, motivasi, serta masukan berupa saran selama pelaksanaan program kegiatan ini. Tidak lupa kami ucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah memberikan masukan berupa saran dan kritik sehingga laporan akhir Program Kreativitas Mahasiswa Penelitian (PKM-P) ini dapat terselesaikan.

Karya tulis ini kami tulis sebagai laporan hasil kerja PKM-P 2013 yang didanai oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional. Kami berharap dengan karya tulis ini dapat dijadikan bahan untuk menambah wawasan serta ilmu pengetahuan bagi pembaca. Akhir kata kami selaku tim penulis laporan akhir berharap semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan. Terimakasih.

Bogor, 2 Juli 2014

Tim Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi baru Energi baru dan terbarukan (EBT) saat ini sudah ramai dibicarakan sebagai energi alternatif. Kebutuhan energi terbarukan dalam menggantikan bahan bakar fosil yang tidak dapat terbaharukan sudah menjadi pemikiran banyak orang sejak tahun 1970 ketika krisis energi di dunia berlangsung. Peranan ini menjadi sangat penting, terlebih dengan semakin besarnya emisi gas buangan kendaraan bermotor yang mencapai sekitar 3 juta ton karbondioksida ke udara pada setiap tahunnya serta memberikan dampak besar terhadap perubahan iklim global.

Energi listrik dapat dilakukan melalui teknologi *microbial fuel cell* (MFC). Teknologi ini memanfaatkan senyawa yang mengandung hidrogen atau senyawa yang menghasilkan elektron sehingga ramah lingkungan.¹ MFC merupakan salah satu tipe *bioelectrochemical systems* (BESs) yang mengubah biomassa secara spontan menjadi energi listrik melalui aktivitas metabolisme mikroorganisme.² Prinsip kerja MFC yaitu terdapat aliran proton dari ruang anoda menuju ruang katoda melalui membran elektrolit dan aliran elektron yang bergerak ke arah yang sama melalui kabel konduksi.³

Sistem MFC mempunyai kelebihan apabila dibandingkan sistem pembangkit listrik lainnya. Operasi sistem MFC dapat berlangsung pada kondisi suhu *ambient*, pH netral, tekanan normal, sumber bahan bakarnya banyak tersedia, dan bahkan ketersediaannya tidak terbatas. Beberapa penelitian yang sudah ada, hasil keluaran MFC berupa *power density* masih tergolong kecil, hal ini terjadi karena rendahnya hasil oksidasi dalam substrat tersebut sehingga banyak dilakukan penelitian untuk meningkatkan kinerja dari sistem MFC. Peningkatan kinerja sistem MFC dapat dilakukan dengan beberapa usaha diantaranya meningkatkan daya konduksi dengan membedakan kekuatan ion, megunakan akseptor elektron baru seperti *permanganate*, serta mengurangi jarak elektroda.^{4,5,6} Material elektroda berupa material komposit sudah banyak dikembangkan pada eletroda anoda.

Saat ini, bahan polimer yang bersifat konduktif sudah banyak menarik perhatian untuk diaplikasikan pada sensor kimia, sensor biologi, elektroda, dan perangkat elektronik. Bahan ini juga memiliki kelebihan seperti lingkungan stabil, kemudahan disintesis, dan daya konduksi tinggi pada suhu-kamar.⁷ Salah satu contoh dari bahan polimer ini adalah polianilin (PANI). Schröder and Scholz menerangkan apabila platina anoda termodifikasi polianilin dapat meningkatkan arus keluaran.⁸ Furukawa juga menggunakan modifikasi polianilin untuk meningkatkan kinerja MFC.⁷ Modifikasi menggunakan polianilin berfungsi sebagai penghubung dari kumpulan elektron dengan elektroda secara langsung,

daripada menggunakan penghubung dari luar seperti *methylene blue*. Bahan polimer ini dapat meningkatkan nilai konduktivitas serta transfer elektron dari sistem MFC.

Teknologi MFC dalam skala komersil yang sudah ada sekarang ini beberapa menggunakan karbon baterai sebagai elektrodanya dikarenakan harganya murah dan berfungsi baik. Penelitian ini dilakukan dengan memodifikasi pada grafit atau karbon baterai dengan merubah struktur material menjadi mesopori. Pelapisan grafit dengan polianilin diharapkan mampu meningkatkan nilai konduktivitas serta transfer elektron dari sistem MFC. Penelitian ini diharapkan dapat diperoleh keluaran energi listrik yang lebih besar dari perlakuan penelitian yang sudah ada.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang menjadi latar belakang proposal ini :

1. Apakah permukaan mesopori elektroda grafit mempengaruhi kinerja MFC ?
2. Apakah pelapisan polianilin pada elektroda grafit mesopori mampu meningkatkan kinerja MFC menjadi lebih baik ?
3. Apakah limbah pasar sebagai substrat pada MFC dapat menghasilkan keluaran listrik ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan kelebihan grafit mesopori limbah baterai yang berlapis polianilin sebagai elektroda pada MFC serta mengetahui besarnya arus dan tegangan keluaran yang dihasilkan untuk memudahkan akses masyarakat pada sumber-sumber energi alternatif.

1.4 Luaran yang Diharapkan

Luaran yang diharapkan adalah grafit mesopori berlapis nanoserat polianilin dapat meningkatkan produksi listrik sistem MFC, publikasi ilmiah dan hak paten alat MFC berbasis lumpur pasar dengan elektroda termodifikasi dari limbah baterai.

1.5 Manfaat

1. Bagi penyusun :
 - a. Meningkatkan pengetahuan dan wawasan sumber energi alternatif.
 - b. Mengembangkan kemampuan kerjasama tim (*softskills*).
2. Bagi masyarakat pengguna

Sebagai sumber tenaga listrik alternatif untuk pencahayaan skala kecil (LED) dan alat-alat elektronik berdaya rendah (*charger HP*).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Mikrobia Fuel Cell (MFC)*

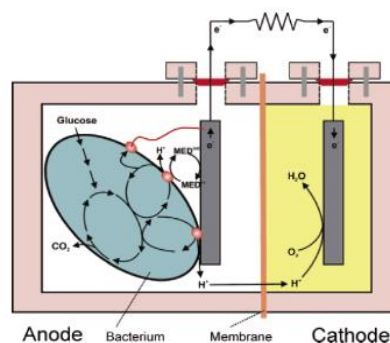
Microbial fuel cell merupakan suatu alat yang dapat menghasilkan listrik dari komponen organik melalui katabolisme pada mikrobial. Elektron dihasilkan selama proses oksidasi yang dilakukan oleh mikroba, kemudian elektron akan berpindah melalui membran.⁹ Prinsip kerja sistem MFC adalah bakteri pada bejana anoda mentransfer elektron dari donor elektron ke elektroda anoda (Gambar 1). Bakteri yang hidup pada bejana anoda mengkonversi substrat seperti glukosa, asetat dan juga limbah cair menjadi CO₂, proton dan elektron. Bejana anoda berada dalam kondisi anaerobik dan bakteri harus mengubah penerima elektron alaminya menjadi penerima elektron *insoluble* contohnya anoda. Penerimaan elektron ke anoda terjadi melalui kontak langsung kabel-kabel nano (*nanowires*) atau pengangkut elektron yang dapat larut. Elektron mengalir dari anoda melalui hambatan luar ke katoda. Selama produksi elektron, proton juga diproduksi dalam jumlah banyak. Proton ini bermigrasi melalui membran ke bejana katoda, selanjutnya bereaksi dengan oksigen menjadi air.¹⁰

Reaksi yang terjadi pada sistem MFC dengan contoh substrat asetat adalah sebagai berikut :

Reaksi pada anoda : $\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CO}_2 + 7\text{H}^+ + 8\text{e}^-$

Reaksi pada katoda : $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Keseluruhan reaksi yang terjadi merupakan degradasi substrat menjadi karbondioksida, air dan pada saat yang bersamaan dihasilkan listrik. Berdasarkan reaksi pada elektroda, bioreaktor MFC dapat menghasilkan listrik dari aliran elektron di anoda ke katoda melalui rangkaian eksternal.¹¹



Gambar 1 Prinsip kerja sistem MFC¹⁰

2.2 Substrat

Substrat merupakan sumber untuk produksi listrik dalam sistem MFC sebagai material organik sederhana sampai campuran kompleks misalnya terdapat pada limbah cair. Substrat kaya dengan kandungan organik untuk membantu

pertumbuhan beragam mikroba aktif, namun dianggap lebih baik untuk produksi dalam waktu singkat. Beberapa substrat yang telah digunakan contohnya asetat, glukosa, biomassa lignoselulosa dari sampah pertanian, limbah cair industri bir, limbah pati, selulosa, dan kitin.¹² Optimasi komunitas mikroba aktif bisa menghasilkan peningkatan efisiensi transfer elektron dan degradasi substrat.

Berbagai bentuk bahan organik dapat dimanfaatkan sebagai substrat dalam microbial fuel cell, misalnya: glukosa, pati, asam lemak, asam amino, protein, dan air limbah dari manusia atau hewan. Percobaan MFC pada berbagai jenis substrat dan bakteri sebagai biokatalisnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Jenis substrat dengan biokatalisnya

Jenis Substrat	Biokatalis	Referensi
Galaktosa, maltosa,sukrosa,trehalose	<i>Proteus vulgaris</i>	<i>Kim et al. (2000)</i>
Pati (starch)	<i>Clostridium butyricum</i> atau <i>C. Beijerinckii</i>	<i>Niessen et al.(2004)</i>
Asetat	<i>E. coli</i>	<i>Park et al. (2000)</i>
Endapan kotoran	<i>E.coli K12</i>	<i>Liu et al. (2004)</i>
Glukosa	<i>Rhodoferax</i> <i>ferrireducens</i>	Chaudhuri dan Lovley (2003)

2.3 Elektroda

Elektroda merupakan material yang bersifat konduktif, *biocompatible* (sesuai dengan makhluk hidup), dan secara kimia stabil di dalam larutan bioreaktor. Area permukaan elektroda yang lebih luas diberikan oleh elektroda lelehan grafit. Tetapi tidak semua area permukaan yang terindikasi dapat digunakan oleh bakteri.¹³ Karbon aktif adalah karbon dengan struktur *amorphous* atau monokristalin melalui perlakuan khusus sehingga memiliki luas permukaan 300-2000 m²g⁻¹. Karakteristik karbon yang ideal adalah pada rentang pH antara 5-6 (50g/L H₂O, 20°C), titik leleh 3800°C, dan ukuran partikel ≤ 50 µm. Resin perekat (10⁻¹⁰/Ω.m – 10⁻¹⁵/Ω.m) berguna untuk merekatkan karbon aktif sehingga memiliki struktur yang kuat dan tidak rapuh selama MFC dioperasikan.

2.4 Polianilin

Polianilin adalah salah satu bahan polimer konduktif yang banyak dikaji pada lebih dari dua dekade terakhir karena sifat fisika dan kimianya yang khas sehingga memiliki potensi aplikasi yang luas. Bahan polimer konduktif ini sangat unik yaitu dapat mengalami perubahan sifat listrik dan optik yang dapat balik (*reversible*) melalui reaksi redoks dan doping-dedoping atau protonasi-deprotonasi sehingga sangat potensial dimanfaatkan pada berbagai aplikasi. Sejauh ini, bahan

polianilin telah digunakan pada berbagai aplikasi seperti sensor kimia khususnya sensor gas, piranti elektrokromik, sel fotovoltak, LED polimer, dan baterai sekunder.¹⁴

2.5 Material Mesopori

Material mesopori merupakan material solid berpori yang mempunyai diameter pori antara 2 nm sampai 50 nm. Definisi ini berasal dari *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), yang membagi material solid berpori menjadi tiga kategori berdasarkan ukuran diameter porinya (d), yaitu mikropori ($d < 2$ nm), mesopori ($2 \text{ nm} < d < 50$ nm), dan makropori ($d > 50$ nm). Riset mengenai material mesopori muncul karena kebutuhan material dengan sistem pori yang dapat dikontrol sehingga mempunyai aplikasi luas untuk penetrasi molekul berukuran antara sub-nanometer sampai nanometer.

BAB III METODE PENDEKATAN

3.1 Modifikasi grafit mesopori dengan pelapisan nanoserat polianilin

Membuat struktur mesopori dari bahan batang grafit baterai menggunakan proses aktivasi. Metode yang digunakan *chemical treatment* dengan proses aktivasi berupa aktivasi kimia. Batang grafit baterai yang sudah dipisahkan dicuci dengan alkohol 70% dan aseton. Bahan batang grafit direndam pada larutan basa kuat KOH dengan perbandingan massa 1:1 selama 24 jam. Proses dilanjutkan dengan dikeringkan pada suhu 60° selama ± 5 jam. Batang grafit kemudian direndam pada larutan HCl 10% selama 2 jam dan dicuci dengan aquades sampai diperoleh pH normal ($\text{pH}=7$). Tahapan berikutnya pelapisan polianilin pada grafit dihasilkan dari polimerisasi elektrokimia anilin. Metode polimerisasi yang digunakan adalah polimerisasi elektrokimia potensiostatik dengan alat AMEL Instruments Model 2053. Preparasi bahan mencakup monomer anilin 0.2 M dalam larutan 100 ml HCL 1.2 M. Pelapisan grafit ini dilakukan dengan variasi sampel yaitu grafit kontrol, grafit KOH (1:3), dan grafit KOH (1:6). Pelapisan metode potensiostatik ini dengan tegangan yang diberikan sebesar +1 Volt, rentang arus auto 1 Ampere, serta waktu pelapisan selama ± 30 menit.



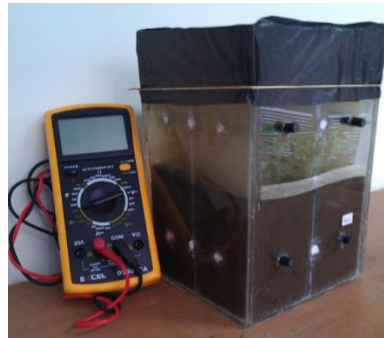
Gambar 2 Grafit mesopori berlapis polianilin

3.2 Penyiapan substrat MFC

Limbah pasar yang digunakan berasal dari Pasar Dramaga, Cibeureum, Bogor. Limbah diolah terlebih dahulu menjadi substrat sehingga siap untuk digunakan. Limbah pasar dipotong-potong kemudian diblender, setelah itu dicampur dengan lumpur dengan perbandingan (1:1) kemudian dibiarkan semalaman. Pengolahan ini ditujukan agar substrat mempunyai kandungan berupa metabolisme atau koloni-koloni bakteri yang banyak. Penambahan bakteri juga diperlukan untuk menambahkan jumlah koloni dari proses daur hidup bakteri. Bahan tersebut sebelumnya dicampur dengan bahan tambahan yaitu gula 1 M sebesar 10% dari jumlah substrat. Substrat telah siap pakai untuk proses MFC.

3.3 Pengujian kinerja MFC

Pengukuran tegangan dan arus luaran menggunakan multimeter. Multimeter dihubungkan pada anoda dan katoda setiap bejana. Pengukuran kinerja SMFC dilakukan selama dua hari. Waktu pengukuran pada hari ke 1 dilakukan selama 5,5 jam dalam selang waktu setiap setengah jam dari jam ke 0 sampai jam ke 5,5 dimulai pukul 12.30 s/d 18.00 WIB dilanjutkan pengukuran hari ke 2 selama 5.5 jam dalam selang waktu setiap satu jam dari jam ke 22 sampai jam ke 27,5 pukul 10.30 s/d 16.00 WIB sehingga lama pengujian 27,5 jam.



Gambar 3 Pengujian kinerja MFC

BAB IV PELAKSANAAN PROGRAM

4.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biofisika Material, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor dan Laboratorium Terpadu, Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Gunung Batu, pada bulan Januari 2014 – Juni 2014.

4.2 Tahapan Pelaksanaan

Tabel 2 Jadwal kegiatan penelitian

No.	Jenis Kegiatan	Bulan				
		1	2	3	4	5
1	Penelusuran literature dan jurnal					
2	Persiapan dan pembuatan alat MFC					
3	Pelaksanaan dan pengambilan data eksperimen					
4	Pengolahan data eksperimen dan evaluasi					
5	Penyusunan laporan kemajuan					
6	Penyerahan laporan kemajuan					
7	Penyusunan laporan akhir					
8	Penyerahan laporan akhir					

Tabel 3 Jadwal faktual penelitian

No	Hari/Tanggal	Tempat	Jenis Kegiatan
1	Senin, 16 Desember 2013	Departemen Fisika	1. Konsultasi mengenai tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan. 2. Membuat surat pengantar melakukan penelitian di Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (Puslitbang) di Gunung Batu
2	Senin, 20 Januari 2014	Departemen Fisika	Melaporkan hasil diskusi dengan peneliti dari puslitbang terkait dengan metode serta tahapan yang harus dilakukan dalam penelitian.
3	Kamis, 6 Februari 2014	Departemen Fisika	1. Mendapat pinjaman dana dari departemen. 2. Konsultasi mengenai susahny mencari batu baterai bekas disekitar kampus dan di Bogor dikarenakan sudah jarang penggunaan baterai jenis ini.
4	Kamis, 13 Februari 2014	Pasar Glodok	1. Membeli Akrilit ukuran 2 x 1 meter tebal 3 mm, lem akrilit, mata pisau pemotong. 2. Membeli Batu baterai 40 buah 3. Lem silikon sealeut dan etanol
5	Selasa s/d kamis, 18 s/d 20 Februari 2014	Bengkel Departemen Fisika	Membuat Reaktor atau <i>Camber</i> MFC

6	Senin, 3 Maret 2014	Puslitbang Kehutanan Bogor	Pembuatan grafit mesopori
7	Kamis, 27 Februari 2014	Puslitbang Kehutanan Bogor	Pengujian daya jerap IOD
8	Jum'at, 28 Februari 2014	Puslitbang Kehutanan Bogor	Karakterisasi Daya Jerap IOD
9	Selasa, 4 & 11 Maret 2014	Puslitbang Kehutanan Bogor	Pengujian IOD
10	Kamis, 20 Maret 2014	Bateng, Dramaga	Pengiriman sampel untuk diuji BET
11	Selasa, 25 Maret 2014	Departemen Fisika	1. Konsultasi mengenai hasil karakterisasi yang telah didapat 2. Konsultasi untuk penelitian pelapisan
12	Rabu, 2 April 2014	Lab spektroskopi Departemen Fisika	1. Pelapisan grafit dengan metode elektrokimia. 2. Polimerasi anilin menjadi polianilin
13	Sabtu s/d minggu, 12 s/d 13 April 2014	Lab spektroskopi Departemen Fisika	1. Pengambilan data 2. Menguji hasil perolehan listrik yang terjadi dari metode MFC
14	Selasa, 15 April 2014	Departemen	Membahas persiapan untuk monitoring evaluasi Fakultas MIPA
15	Jumat, 18 April 2014	Dramaga, Kampus	1. Print Logbook dan Laporan kemajuan 2. Diskusi
16	Senin, 21 April 2014	Pasar Anyar Bogor	1. Membeli Blender Bekas 2. Membeli Limbah pasar dan Pisang 3. Membeli HCL 500 ml dan H ₂ SO ₄ 500 ml
17	Senin, 19 Mei 2014	Bengkel Fisika IPB	1. Membuat kembali bentuk reaktor MFC sehingga diharapkan dapat lebih baik dari sebelumnya 2. Menyewa pegawai bengkel untuk membuatnya 3. Membeli bahan-bahan tambahan
18	Rabu, 18 Mei 2014	Lab. Biofisika, Departemen Fisika IPB	1. Mengukur berapa besar hambatan, konduktivitas, dll pada Grafit 2. Semua sampel grafit yang digunakan diukur menggunakan LCR Meter

19	Sabtu, 31 Mei 2014	Pasar Darmaga Bogor, Bakakan Raya Darmaga, Lab Material	1. Membeli Blender Baru 2. Mengambil Limbah pasar di Pasar Darmaga 3. Mengambil lumpur sawah
20	Minggu dan Senin, 1 dan 2 Juni 2014	Lab.Spektroskopi, Departemen Fisika	Pengambilan data : tegangan dan arus keluaran dari sistem MFC
21	Rabu, Kamis, dan Jumat, 4 s/d 6 Juni 2014	Darmaga, Kampus	1. Print Logbook dan Laporan kemajuan 2. Diskusi
22	Selasa s/d Kamis 17 s/d 19 Juni 2014	Kampus IPB	Mengganti substrat dengan limbah tahu untuk melihat pengaruh dari perbedaan kondisi substrat
23	Senin dan Selasa, 23 dan 24 Juni 2014	Kampus IPB	Pengambilan data tegangan dan arus listrik
24	Kamis 3 Juli 2014	Kampus IPB	Diskusi mengenai kedua hasil MFC dari substrat yang berbeda
25	Senin 7 Juli 2014	Puslitbang Kehutanan Gunung Batu, Bogor	Diskusi mengenai kedua hasil MFC dari substrat yang berbeda
26	Selasa, 8 Juli 2014	Kampus IPB	1. Print Logbook dan Laporan kemajuan 2. Laporan Akhir 3. Diskusi
27	Sabtu, 12 Juli 2014	RK. OFAC 16 A	Monev Dikti

4.3 Instrumen Pelaksanaan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah pasar yang sudah membentuk lumpur sebagai substrat, karbon baterai, KOH untuk aktivasi dan monomer anilin. Bahan-bahan yang digunakan untuk penyiapan dan pembuatan substrat dari limbah pasar meliputi akuades dan gula.

Alat-alat yang digunakan untuk membuat rangkaian SMFC ialah akrilit, timbangan digital, multimeter, elektroda karbon, kabel, blender, dan gelas ukur.

4.4 Rekapitulasi Rancangan dan Realisasi Biaya

Penggunaan biaya selama pelaksanaan penelitian MFC, di antaranya sebagai berikut:

1. Rincian biaya yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Jumlah Biaya Kegiatan

No	Jenis Biaya	Anggaran (Rp)
1.	Dana DIKTI yang sudah turun	3.000.000,00
2.	Dana bantuan pembimbing	600.000,00
3.	Pengeluaran	12.018.800,00
Jumlah Sisa Dana Saat Ini		0,00

2. Rincian biaya yang dikeluarkan selama penelitian sebagai berikut :

Tabel 4. Biaya yang telah digunakan selama penelitian

1. Bahan

No.	Bahan	Volume	Biaya Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
Grafit Mesopori				
1	Batu baterai	40 Buah	4.950,00	198.000,00
2	Batu baterai	40 Buah	4.450,00	178.000,00
3	Etanol	2 Botol	10.000,00	20.000,00
4	Aquades	20 liter	5.000,00	100.000,00
5	Plastik sampel	1 pak	15.000,00	15.000,00
6	Sabun Cair	1 liter	15.000,00	15.000,00
7	Masker	3 buah	10.000,00	30.000,00
8	<i>Tissue</i>	2 pak	21.400,00	42.800,00
9	Sarung tangan lab	1 pak	50.000,00	50.000,00
10	Kain Handuk	1 buah	10.000,00	10.000,00
11	Bahan Kimia :			
	• Larutan HCL 250 mL	1 botol	350.000,00	350.000,00
	• Larutan H ₂ SO ₄ 250 mL	1 botol	350.000,00	350.000,00
	• Monomer anilin 250 mL	1 botol	1.000.000,00	1.000.000,00
	Uji Bakteri	2 sampel	250.000,00	500.000,00

Reaktor atau <i>Chamber</i> MFC				
12	Lembaran Akrilit	1 x 1 meter	350.000,00	350.000,00
13	Lem Akrilit	1 buah	50.000,00	50.000,00
14	Mata Pisau	1 buah	15.000,00	15.000,00
15	Silikon Sealeant kecil	1 buah	7.000,00	7.000,00
16	Silikon Sealeant besar	2 buah	14.000,00	28.000,00
17	Biaya Pembuatan	3 buah	50.000	150.000,00
Biaya Pengujian Sampel dan Pengukuran				
18	Uji BET	3 sampel	500.000,00	1.050.000,00
19	Biaya kirim sampel	2 x kirim	20.000,00	20.000,00
20	Kabel	5 meter	4.000,00	20.000,00
21	Tang	1 buah	20.000,00	20.000,00
22	Uji LCR Meter	10 sampel	100.000,00	1.000.000,00
23	Multimeter analog kecil	1 buah	30.000,00	30.000,00
24	Multimeter	1 buah	500.000,00	500.000,00
25	Penggunaan alat Potensiostat / Galvanostat	15 sampel	50.000,00	750.000,00
Substrat MFC				
26	Limbah Pasar ❖ Kulit pisang ❖ Sayuran	1 wadah	20.000,00	20.000,00
27	Blender Baru	1 buah	210.000,00	210.000,00
28	Blender bekas	1 buah	100.000,00	100.000,00
29	Pisau	1 buah	15.000,00	15.000,00
Jumlah Biaya				7.193.800,00

2. Perjalanan

No.	Kota / Tempat Tujuan	Volume	Biaya Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
1	Bogor – Puslitbang	2 peneliti x 20 kali PP	25.000,00	500.000,00
2	Bogor- Jakarta	2 orang membeli akrilit PP	70.000,00	140.000,00
3	Perjalanan ke Pasar Dramaga	5 kali	20.000,00	100.000,00
Jumlah Biaya				740.000,00

3. Lain – lain

No	Uraian Kegiatan	Volume	Biaya Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
1	Biaya Penggandaan proposal dan laporan kemajuan.	10 rangkap	35.000,00	350.000,00
2	<i>Logbook</i>	5 rangkap	15.000,00	75.000,00
3	Fotokopi	300 lembar	200,00	60.000,00
4	Jilid	12 proposal	5.000,00	60.000,00
5	Komunikasi	1 paket	300.000,00	300.000,00
6	<i>Compile CD</i>	4 CD	10.000,00	40.000,00
7	Sewa ruangan lab dan bengkel	12 hari	50.000,00	600.000,00
8	Seminar penelitian	2 kali	2.000.000,00	2.000.000,00
Jumlah Biaya				3.485.000,00

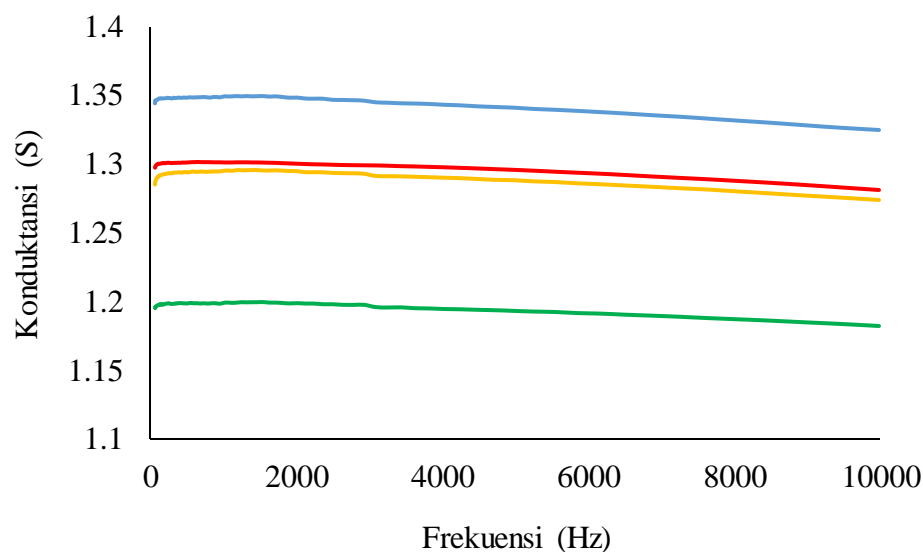
4. Uang Lelah

No.	Pelaksana	Jumlah Pelaksana	Jumlah Hari	Honor / hari (Rp)	Biaya (Rp)
1	Teknisi lab	2 orang	10 hari	50.000,00	500.000,00
2	Petugas bengkel	1 orang	2 hari	50.000,00	100.000,00
Jumlah Biaya					600.000,00

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Grafit Mesopori Berlapisi Nanoserat Polianilin

Pengujian konduktansi grafit modifikasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari pembentukan struktur mesopori dan pelapisan polianilin pada grafit terhadap konduktansi yang dihasilkan. Nilai konduktansi terbesar yang dihasilkan dari uji LCR meter dari sampel grafit kontrol ± 1.3 S pada frekuensi 652 Hz, grafit terlapisi polianilin ± 1.29 S pada frekuensi 808 Hz, grafit yang direndam KOH dengan perbandingan 1:3 ± 1.2 S pada frekuensi 586 Hz, dan grafit yang direndam KOH dengan perbandingan 1:3 yang terlapisi polianilin sebesar ± 1.34 S pada frekuensi 1175 Hz (Gambar 4). Nilai konduktansi menunjukkan grafit modifikasi memiliki daya hantar muatan listrik yang lebih besar daripada sampel lainnya. Semakin besar volume pori serta luas permukaan dari grafit maka akan lebih banyak jumlah nanoserat polianilin yang masuk pada pori-pori sehingga meningkatkan nilai konduktansi pada grafit tersebut yang disebabkan sifat bahan polianilin yang bersifat konduktif. Namun, besarnya nilai konduktansi dari grafit berdasarkan uji LCR meter belum dapat dikatakan baik dalam menerima transfer elektron dari substrat dikarenakan nilai konduktansi ini hanya menunjukkan sifat dari bahan yang baik dalam menghantarkan listrik.

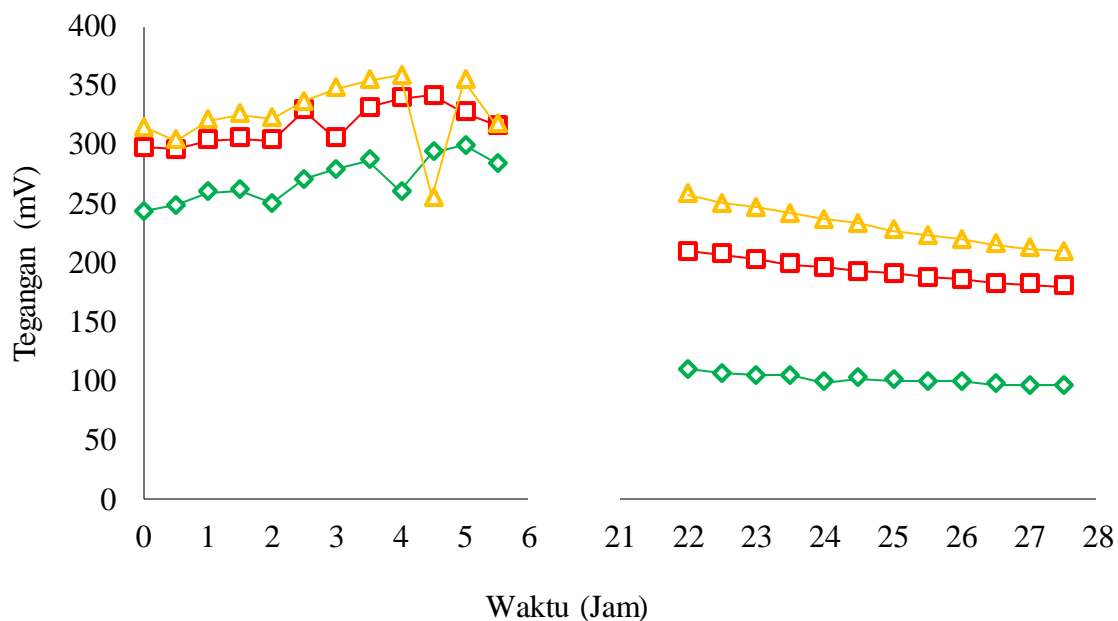


Gambar 4 Hasil karakterisasi LCR Meter sampel — grafit kontrol, — grafit kontrol poli, — grafit+KOH (1:3), dan — grafit+KOH (1:3) poli

Penggunaan grafit modifikasi pada sistem MFC sangat mempengaruhi transfer elektron dari lingkungan substrat ke elektroda anoda. Perlakuan pembuatan struktur mesopori pada permukaan grafit memberikan tambahan area penempelan polianilin pada grafit sehingga jumlah lapisan polianilin yang menempel lebih

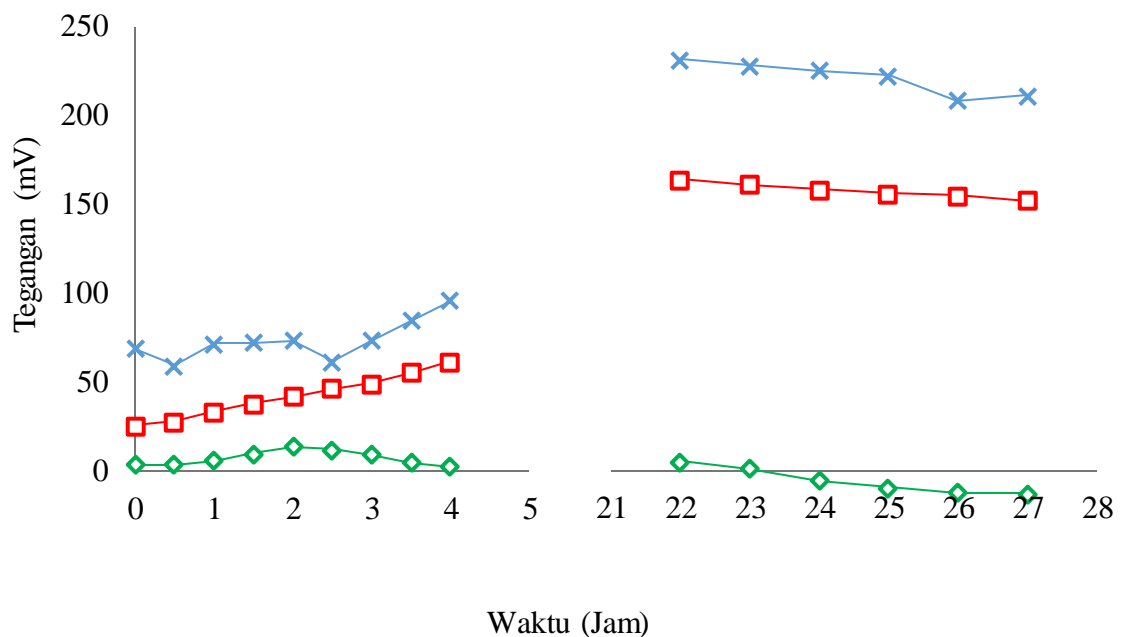
banyak. Polianilin sebagai material konduktif dapat memfasilitasi transfer elektron dalam bahan elektroda dan dapat mengurangi hambatan internal untuk meningkatkan kinerja sistem. Pelapisan polianilin pada grafit mesopori dapat meningkatkan difusi dan efisiensi transfer ion dari elektrolit ke elektroda.

kinerja MFC



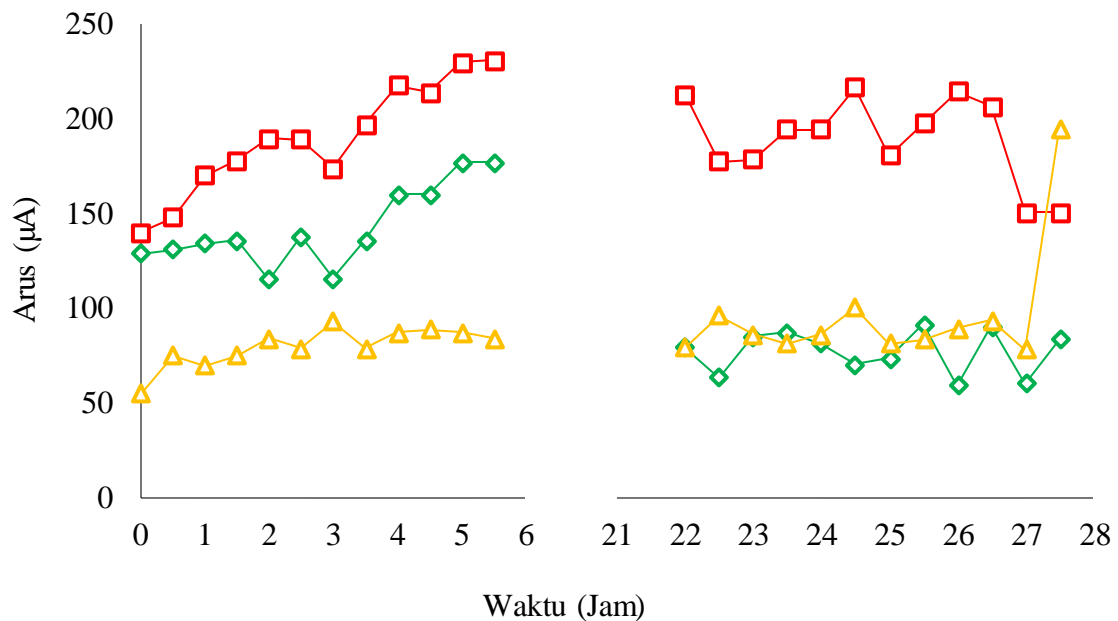
Gambar 5 Tegangan luaran hari ke 1 dari jam ke 0 sampai jam ke 5,5 (Pukul 12.30 s/d 18.00) dan hari ke 2 dari jam ke 22 sampai jam ke 27,5 (Pukul 10.30 s/d 16.00) dengan kontrol, kontrol poli, dan grafit+KOH poli pada substrat limbah pasar

Pada gambar 5 menunjukkan hubungan antara waktu terhadap tegangan keluaran. Pengambilan data hari ke 1 diambil dari pukul 12.30-18.00 WIB diukur setiap setengah jamnya. Hari ke 2 diambil dari pukul 10.30-16.30 WIB diukur setiap setengah jamnya. Hasil pengujian hari ke 1 menunjukkan waktu ke 0 jam pengukuran sudah diperolehnya nilai tegangan untuk masing-masing sampel, hal ini disebabkan karena sudah terjadi interaksi antara anoda dengan lingkungan substrat dan katoda dengan air sehingga terjadinya perbedaan potensial tegangan antara endapan substrat dan air. Pada hari ke 1 tegangan keluaran terbesar yang terukur pada grafit yang direndam KOH (1:3) dan dilapisi nanoserat polianilin mencapai 358 mV, pada grafit kontrol yang dilapisi nanoserat polianilin 341 mV, dan pada grafit kontrol 299 mV. Pengujian hari ke 2 tegangan keluaran sudah mulai mengalami penurunan dan tegangan luaran yang dihasilkan lebih kecil daripada hari ke 1.



Gambar 6 Hasil pengujian tegangan hari ke 1 dari jam ke 0 sampai jam ke 4 (Pukul 12.00 s/d 16.00) dan hari ke 2 dari jam ke 22 sampai jam ke 27 (Pukul 11.00 s/d 16.00) dengan sampel ◆ grafit kontrol, ■ grafit kontrol poli, dan × grafit+KOH (1:3) poli pada substrat ampas kedelai (Ribut 2014)

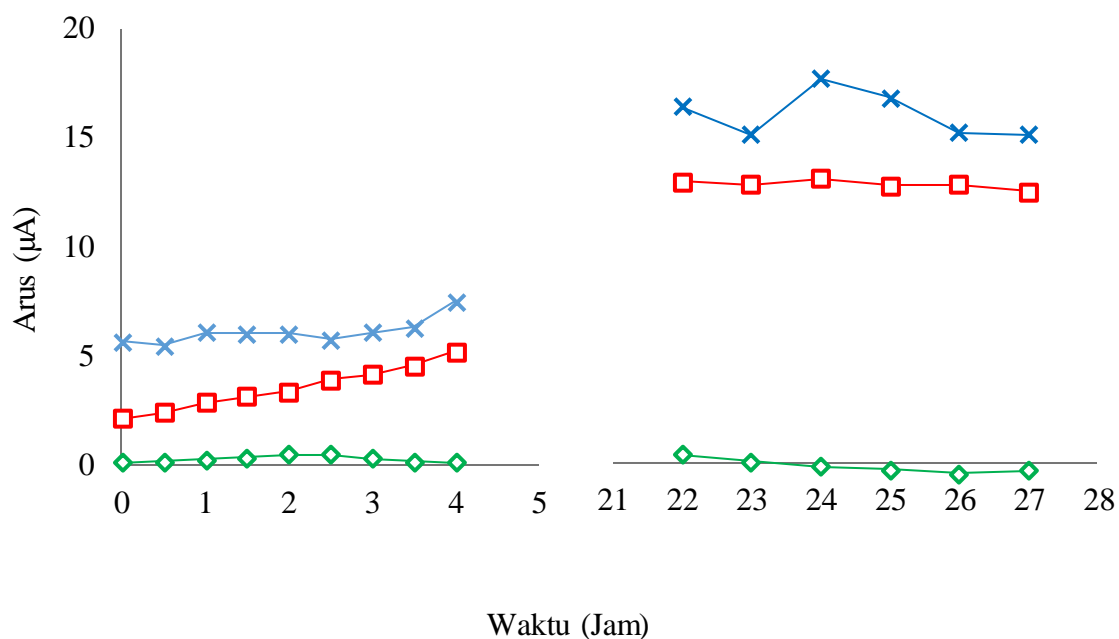
Hasil pengujian pada hari ke 1 waktu ke 0 jam pengujian menunjukkan tegangan keluaran terbesar 68.7 mV pada grafit yang direndam KOH dan berlapis polianilin, sedangkan yang terkecil 3.6 mV pada grafit kontrol. Pengukuran selama 4 jam berikutnya menunjukkan besar dari nilai tegangan mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu disebabkan proses metabolisme dari bakteri dalam substrat sudah terjadi. Pengujian masing-masing grafit pada hari ke 1 selama 4 dilanjutkan hari ke 2 selama 5 jam pengukuran kinerja MFC jam ke 22 sampai jam ke 27 diperoleh nilai tegangan luaran terbesar terjadi pada hari ke 2 disebabkan hari ke 2 terjadi peningkatan metabolisme bakteri. Pengujian hari ke 2 tegangan keluaran terbesar pada elektroda grafit yang direndam KOH dan dilapisi polianilin mencapai 231 mV, pada grafit yang direndam KOH 93.5 mV, grafit kontrol terlapis polianilin sebesar 163.6 mV, dan grafit kontrol sebesar 5.2 mV. Hasil pengukuran tegangan keluaran diperoleh nilai tegangan keluaran yang tidak jauh berbeda, tetapi nilai sudah menunjukkan penurunan. Data ini dijelaskan pada Gambar 6.



Gambar 7 Arus luaran hari ke 1 dari jam ke 0 sampai jam ke 5 (Pukul 12.30 s/d 18.00) dan hari ke 2 dari jam ke 22 sampai jam ke 27 (Pukul 10.30 s/d 16.00) dengan ◆ kontrol, ■ kontrol poli, dan ▲ grafit+KOH poli pada substrat limbah pasar

Pada Gambar 7 menunjukan hubungan antara waktu terhadap arus keluaran yang naik turun. Waktu ke 0 jam pengukuran sudah diperolehnya nilai arus untuk masing-masing sampel, hal ini disebabkan karena sudah terjadi interaksi antara anoda dengan lingkungan substrat dan katoda dengan air sehingga timbulnya arus dari transfer elektron. Pada hari ke 1 diperoleh arus keluaran terbesar pada grafit yang direndam KOH (1:3) dan dilapisi nanoserat polianilin 93 µA, pada grafit yang berlapis polianilin mencapai 225 µA, dan pada grafit kontrol 177 µA. Hari kedua hampir sama tetapi sudah mengalami penurunan arus secara keseluruhan.

Pengujian kinerja MFC sesuai Gambar 8 menunjukkan pada hari ke 1 waktu ke 0 jam pengukuran sudah diperolehnya nilai arus keluaran untuk masing-masing sampel. Pengukuran 4 jam selanjutnya diperoleh arus keluaran yang meningkat seiring bertambahnya waktu. Arus keluaran terbesar terjadi pada elektroda grafit yang direndam KOH dan dilapisi polianilin 7.49 µA, pada elektroda grafit yang direndam KOH 0.79 µA, pada elektroda grafit kontrol yang terlapis polianilin 5.2 µA, dan pada elektroda grafit kontrol 0.49 µA. Pengujian pada hari ke 2 diperoleh arus keluaran yang sudah menunjukkan penurunan.



Gambar 8 Hasil pengujian arus hari ke 1 dari jam ke 0 sampai jam ke 4 (Pukul 12.00 s/d 16.00) dan hari ke 2 dari jam ke 22 sampai jam ke 27 (Pukul 11.00 s/d 16.00) dengan sampel ◆ grafit kontrol, ■ grafit kontrol poli, dan × grafit+KOH (1:3) poli pada substrat ampas kedelai (Ribut 2014)

Hasil pengujian berupa nilai tegangan dan arus luaran oleh metabolisme dari substrat limbah pasar dan ampas kedelai tidak stabil. Hal ini terkait dengan aktivitas metabolisme mikroba berupa proses fermentasi yang terjadi di substrat. Dalam aktivitas mikroba, sejumlah energi dihasilkan saat senyawa kompleks dipecah menjadi senyawa sederhana. Sebaliknya, sejumlah energi digunakan ketika senyawa sederhana disintesis menjadi senyawa kompleks. Kedua jenis metabolisme ini terjadi secara simultan. Pada waktu tertentu beda potensial dihasilkan dari selisih dari total energi yang dihasilkan dan dipakai dapat meningkat dan menurun bergantung reaksi yang berlangsung. Interaksi antar mikroba satu dan yang lain juga menyebabkan terjadinya fluktuatif beda potensial disebabkan produk fermentasi tidak dapat dioksidasi.

Umumnya diketahui bahwa daya keluaran maksimum terjadi ketika daya hambatan dalam setara dengan daya hambatan luarnya. Daya hambat dalam atau internal ini mempengaruhi nilai dari daya keluaran dapat berupa tegangan dan arus yang dihasilkan. Salah satu faktor yang mempengaruhi daya hambatan internal adalah jarak rata-rata antara anoda dan katoda, ketika elektron dihasilkan pada bagian anoda jarak angkut rata-rata setiap proton untuk melakukan perjalanan

menuju katoda relatif panjang panjangnya jarak dari anoda ke katoda memungkinkan terjadinya kehilangan elektron pada anoda.

Berdasarkan nilai tegangan dan arus luaran yang dihasilkan, produksi listrik ini belum cukup digunakan sebagai sumber energi listrik sehingga belum dapat diaplikasikan pada barang-barang elektronik seperti lampu LED dan lain-lain.

BAB 5

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Modifikasi anoda dari grafit baterai dengan perlakuan pembentukan permukaan mesopori serta pelapisan polianilin pada permukaan grafit mempengaruhi kinerja MFC. Penempelan polianilin dari proses pelapisan polianilin pada grafit mesopori dilihat dengan uji LCR meter yang menunjukkan perbedaan nilai konduktansi dari masing-masing grafit. Pengujian sistem MFC dengan substart limbah pasar menghasilkan tegangan luaran tertinggi pada grafit yang direndam KOH (1:3) dan dilapisi polianilin 358 mV, grafit kontrol dilapisi polianilin 341 mV, dan grafit kontrol 299 mV, sedangkan arus luaran tertinggi pada grafit kontrol dilapisi polianilin 231 μ A, grafit yang direndam KOH (1:3) dan dilapisi polianilin 194 μ A, dan grafit kontrol 177 μ A. Hasil ini memperlihatkan perlakuan pembentukan mesopori pada permukaan grafit serta pelapisan polianilin pada permukaan grafit dapat meningkatkan tegangan dan arus luaran dari sistem MFC.

Saran

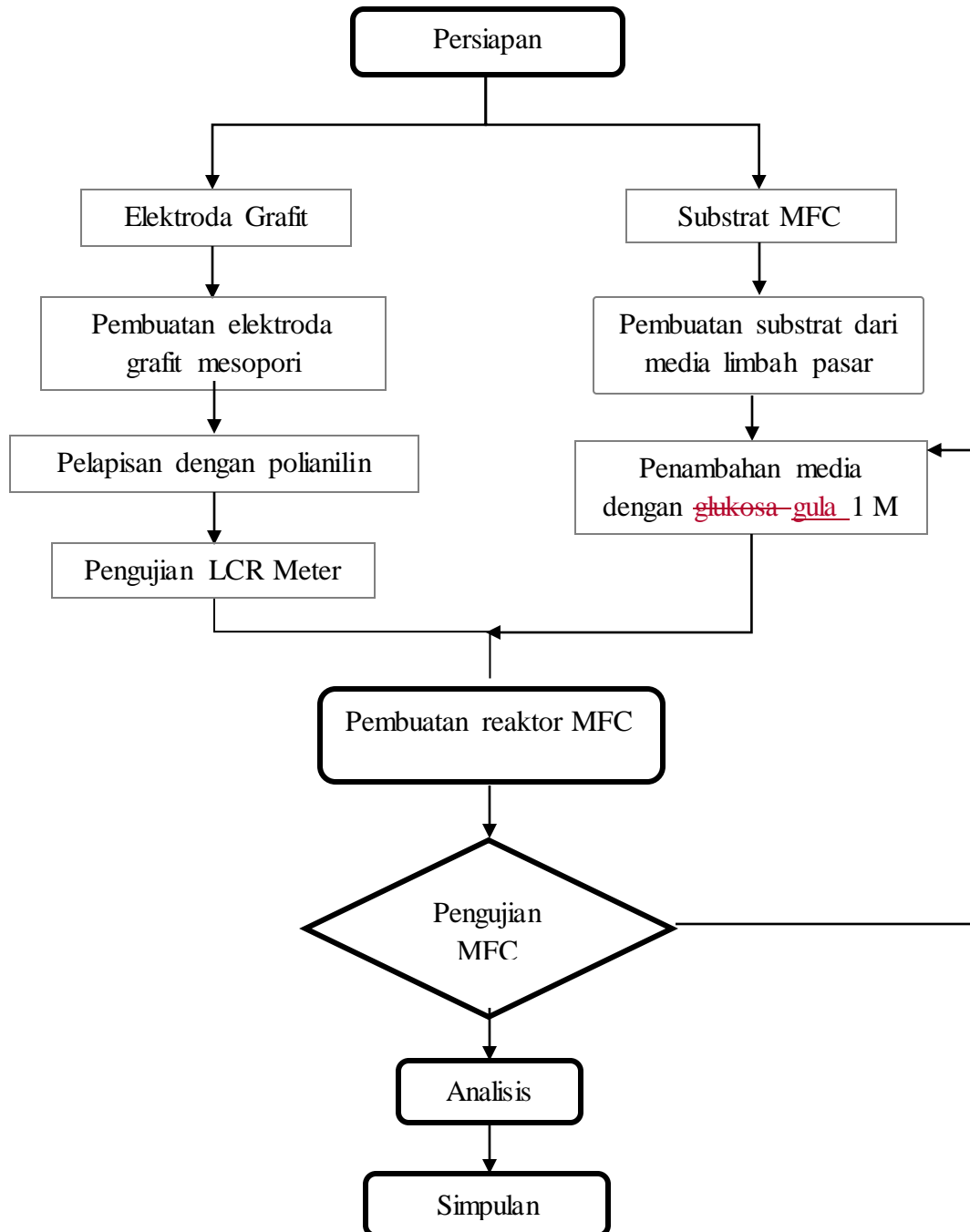
Saran untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan variasi terhadap tegangan ataupun konsentrasi dalam pelapisan polianilin menggunakan metode polimerisasi potensiostatik. Pengujian siklik voltemetri dibutuhkan untuk menentukan pengaruh pelapisan polianilin pada elektroda ketika proses reduksi-oksidasi di dalam substrat. Penambahan substrat dengan bakteri diperkirakan mempengaruhi proses fermentasi serta pembentukan ATP untuk menghasilkan elektron lebih banyak sehingga hasil produksi listrik yang dihasilkan dapat meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Suyanto E, Mayangsari A, Wahyuni A, Zuhro F, Isa S, Sutariningsih SE, Retnaningrum E. Pemanfaatan limbah cair domestik IPAL kricak sebagai substrat generator elektrisitas melalui teknologi microbial fuel cell ramah lingkungan. Seminar Nasional Biologi di Yogyakarta 24-25 September 2010.
2. Pant D, Bogaert GV, Diels L, Van Broekhoven K. A review of the substrates used in microbial fuel cells (MFCs) for sustainable energy production. *Biores. Tech.* 2010. 6(101): 1533-1543.
3. Hoogers G. *Fuel cell components and their impact on performance*. Di dalam *Fuel Cell Technology Handbook*, Hoogers G, editor. CRC Press. 2002.
4. Liu, H.; Cheng, S. A.; Logan, B. E. *Environ. Sci. Technol*, 2005. 39, 5488.
5. You, S. J.; Zhao, Q. L.; Zhang, J. N.; Jiang, J. Q.; Zhao, S. Q. *J. Power Source* 2006, 162, 1409.
6. Cheng, S. A.; Liu, H.; Logan, B. E. *Environ. Sci. Technol.* 2006, 40, 2426.
7. Schroeder, U.; Niessen, J.; Scholz, F. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2003, 42, 2880.
8. Niessen, J.; Schröder, U.; Rosenbaum, M.; Scholz, F. *Electrochem. Commun.* 2004, 6, 571.
9. Lovley DR. The microbe electric: conversion of organic matter to electricity. *Curr Opin Biotechnol* 19: 564–571 Maddu. A, Wahyudi, S. T., Kurniati, M. (2008). Sintesis dan karakterisasi nanoserat polianilin. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi* . 2008. 1(2), 74-78.
10. Liu H dan Logan BE. Electricity generation using an air cathode single chamber microbial fuel cell in the presence and absence of proton exchange membrane. *J. Environmental Science Technology*. 2004. 38: 4040.
11. Du, Zhuwei, H. Li, and T. Gu. A State Of The Art Review on Microbial Fuel Cell; A Promising Technology for Wastewater Treatment and Bioenergy. *Journal Biotechnology Advances* 2007. 25: 464-482
12. Das and Mangwani. Recent developments in microbial fuel cells : a review. *Scientific & Industrial Research* . 2010. 69: 727-731.
13. Shaoan Cheng, Hong Liu, Bruce E. Logan. Increased performance of single-chamber microbial fuel cells using an improved cathode structure. *Electrochemistry Communications*. 2006. 8 : 489–494.
14. Maddu Akhiruddin, Setyanto Tri Wahyudi, Kurniati Mersi. Sintesis dan Nanoserat Polianilin. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi* ISSN 1979-0880. 2008. Vol. 1 No.2.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

A. Diagram alir penelitian



B. Tahapan pengujian daya jerap iod



(a)

(b)

(c)

(d)



(e)

(f)

(g)

Keterangan :

- (a) Serbuk grafit baterai direndam dalam larutan iodin selama 15 menit
- (b) Larutan iodin dipisahkan dengan serbuk degan cara disaring
- (c) Larutan iodin diambil sebanyak 10 ml
- (d) Memompa larutan Natrium Tio Sulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$) hingga tepat nol
- (e) Titrasi menggunakan larutan Natrium Tio Sulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$) pada larutan iodin
- (f) Setelah larutan berubah warna menjadi warna kekuningan tambahkan indikator kanji sebanyak 3 tetes
- (g) Titrasi kembali dengan larutan Natrium Tio Sulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$) sampai berwarna bening, catat jumlah $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$ yang terpakai

C. Keterangan pelapisan polianilin



(a)



(b)



(c)



(d)



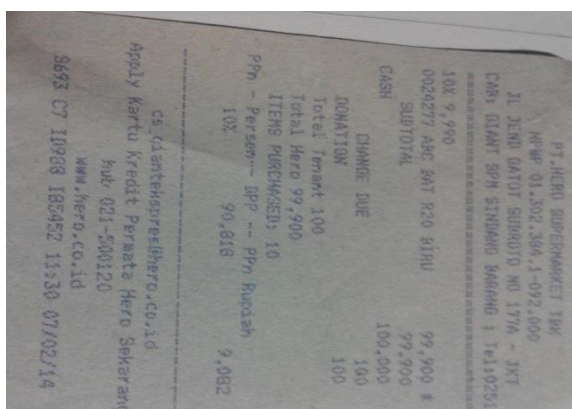
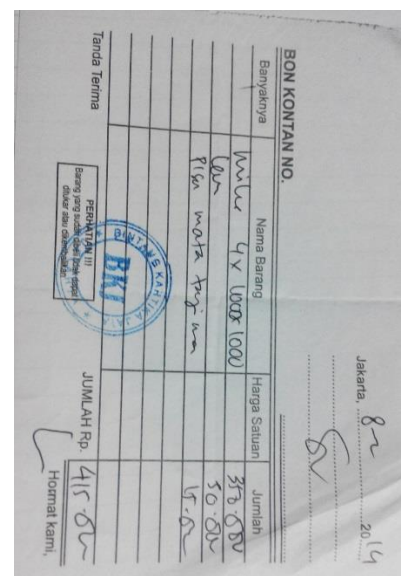
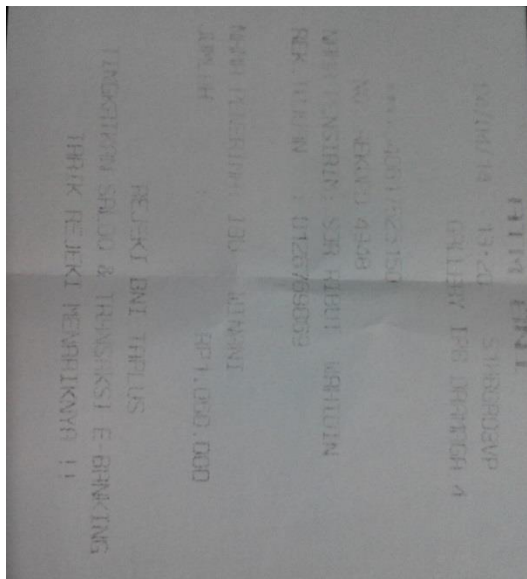
(e)



(f)

- a) Grafit baterai
- b) Elektrolit 60 ml berupa anilin 0,2 M + HCL 1,2 M
- c) AMEL Instrument model 2053
- d) Potensiostatik 3 elektroda
- e) Proses polimerisasi elektrokimia potensiostatik
- f) Grafit terlapis polianilin

D. Bukti pembayaran pelaksanaan



SPBU 34 - 16110

Jl. Letjen Ibrahim Adjie
Bogor Barat,
Telp. 0251-8625694

=====

No. Transaksi : E12307
Tanggal : 07/02/2014
Waktu : 10:20:06
ID Selang : MF
Produk : Premium
Harga : Rp6.500,-
Total Harga : Rp15.000,-

Total Liter : 2,30 liter

TERIMA KASIH
SELAMAT JALAN
NON SUBSIDI

[illegible]

SPBU 34-16122
Jl. Raya Praga No. 103
BOGOR BARAT


Rabu, 20 Februari 2013 13.00.53

No. Nota	:	02.01.03203
Jenis BBM	:	Premium
Harga/liter	:	14.000
Liter	:	1000
Total	:	14.000

Tunas	:	15.000
Penyakit	:	0000

Operator : Kaka

Region North Kalimantan


PERTAMINA

SPBU 34 - 16117
Jln. R.E. Abdullah, Ciamas - Bogor
Telp. (0251) 863 9179

BON KONTAN

	PERTAMAX PLUS	@ Rp.	Rp.
	PERTAMAX	@ Rp.	Rp. 7200
	Lt. PREMIUM	@ Rp.	Rp.
	Lt. SOLAR	@ Rp.	Rp.
	Lt. OIL SAE	@ Rp.	Rp.
	Lt. PR CAMPUR	@ Rp.	Rp.
	Btl. AIR ACCU	@ Rp.	Rp.
			07164 Rp. 7200

Terima Kasih
Selamat Jalan

0 SPBU 34.16103
NO.53 LOJI BOGOR


PREMIUM UNTUK GOL.TIDAK MAMPU
MARI GUNAKAN BBM NON SUBSIDI

Selasa, 18 Maret 2014 13:09:48

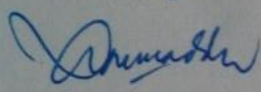
No. Nota	:	02.04.03707
Jenis BBM	:	Premium
Harga/liter	:	Rp. 6.500
Liter	:	1,070
Total	:	Rp. 7.000

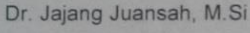
Tunai	:	Rp. 7.000
Kembali	:	Rp. 0000

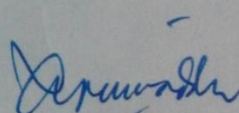
TERIMA KASIH DAN SELAMAT JALAN

	
SPBU 34.16605	
16 BINA BAKAR KM 7 BONGOR, TEL. 0251.6621795	
Date, 18 February 2017 10:34:52	
No. Nota : 04.01/07539	Jenis BBM : Premium
Harga/Liter : Rp. 6.550	Jenis/Liter : Rp. 2.310
Total : Rp. 15.000	Total : Rp. 15.000
Tunai : Rp. 15.000	Kembali : Rp. 0000
Premium Marka Golongan Ticks Mampu Melai Garansi 200 Km Setelah Terima Marka Dan Belang Jalan	

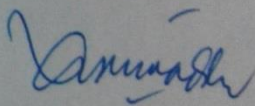
[illegible]

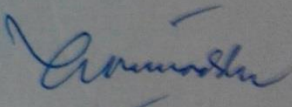
No.	:	
Sudah terima dari	:	Ribut Wahidin
Banyaknya uang	:	== Tujuh ratus lima puluh ribu rupiah ==
Untuk Pembayaran	:	Biaya penggunaan alat Potensiostat/Galvanostat dalam rangka pelaksanaan PKM-P 2014
Rincian: 15 sampel x @ Rp. 50.000,-		
<p style="text-align: right;">Bogor, 7 Juli 2014 Kepala Lab Spektroskopi Departemen Fisika IPB</p>		
<p style="text-align: right;">  Dr. Akhiruddin Maddu </p>		
<p>=====</p> <p>Jumlah Rp : 750.000,-</p> <p>=====</p>		

No.	:	
Sudah terima dari	:	Ribut Wahidin
Banyaknya uang	:	== Satu juta rupiah ==
Untuk Pembayaran	:	Biaya pengujian sampel dengan LCR Meter dalam rangka pelaksanaan PKM-P 2014
Rincian: 10 sampel x @ Rp. 100.000,-		
<p style="text-align: right;">Bogor, 25 Juni 2014 Kepala Lab Biofisika</p>		
<p style="text-align: right;">  Dr. Jajang Juansah, M.Si </p>		
<p>=====</p> <p>Jumlah Rp : 1.000.000,-</p> <p>=====</p>		

No.	:	
Sudah terima dari	:	
Banyaknya uang	:	== Dua juta dua ratus ribu rupiah ==
Untuk Pembayaran	:	Biaya pengganti bahan kimia dalam rangka pelaksanaan PKM-P 2014
<p style="text-align: right;">Bogor, 13 Juni 2014 Ketua Departemen Fisika FMIPA IPB</p> <p style="text-align: right;"> Dr. Akhiruddin Maddu</p>		
<p>=====</p> <p>Jumlah Rp : 2.200.000,-</p> <p>=====</p>		

No.	:	
Sudah terima dari	:	Ribut Wahidin
Banyaknya uang	:	== Enam ratus ribu rupiah ==
Untuk Pembayaran	:	Biaya penggunaan ruangt Lab. Biomaterial dalam rangka pelaksanaan PKM-P 2014
<p style="text-align: right;">Rincian: 12 hari x @ Rp. 50.000,-</p> <p style="text-align: right;">Bogor, 3 Juli 2014 Kepala Lab Biomaterial Departemen Fisika IPB</p>		
<p>=====</p> <p>Jumlah Rp : 600.000,-</p> <p>=====</p>		
<p style="text-align: right;">Mersi Kurniati, M.Si</p>		

No.	:	
Sudah terima dari	:	Ribut Wahidin
Banyaknya uang	:	== Lima ratus ribu rupiah ==
Untuk Pembayaran	:	Biaya penggunaan alat Multimeter dalam rangka pelaksanaan PKM-P 2014
Rincian: 10 sampel x @ Rp. 50.000,-		
Bogor, 9 Juli 2014 Kepala Lab Spektroskopi Departemen Fisika IPB		
		
Dr. Akhiruddin Maddu		
=====		
Jumlah Rp : 500.000,-		
=====		

No.	:	
Sudah terima dari	:	Ribut Wahidin
Banyaknya uang	:	== Dua juta rupiah ==
Untuk Pembayaran	:	Biaya publikasi dalam rangka pelaksanaan PKM-P 2014
Bogor, 24 Juli 2014 Kepala Lab Spektroskopi Departemen Fisika IPB		
		
Dr. Akhiruddin Maddu		
=====		
Jumlah Rp : 2.000.000,-		
=====		