

PENGARUH INTEGRASI KOLOM WINOGRADSKY TERHADAP KINERJA LISTRIK SMFC PADA SEDIMEN SITU BURUNG DRAMAGA

AJRINA SALMA



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Pengaruh Integrasi Kolom Winogradsky terhadap Kinerja Listrik SMFC pada Sedimen Situ Burung Dramaga” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Ajrina Salma
G7401221063



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

AJRINA SALMA. Pengaruh Integrasi Kolom Winogradsky terhadap Kinerja Listrik SMFC pada Sedimen Situ Burung Dramaga. Dibimbing oleh AKHIRUDDIN MADDU dan NISA RACHMANIA MUBARIK.

Kebutuhan energi yang terus meningkat mendorong pengembangan energi terbarukan sebagai alternatif bahan bakar fosil. Salah satu inovasi yang menjanjikan adalah *Sediment Microbial Fuel Cell* (SMFC), sistem bioelektrokimia yang memanfaatkan metabolisme bakteri elektroaktif dalam sedimen untuk menghasilkan listrik. Penelitian ini membandingkan kinerja SMFC antara sedimen asli dan sedimen yang dimodifikasi menggunakan Kolom Winogradsky berbahan kuning telur dan kertas buram, menggunakan sedimen Situ Burung Dramaga, Kabupaten Bogor. Kinerja diukur melalui kurva polarisasi pada hari ke-5, 6, 7, 12, 13, dan 14, serta analisis *Total Plate Count* (TPC). Sedimen asli mencapai puncak kinerja pada hari ke-6 dengan OCV 726 mV dan rapat daya 2,685 mW/cm², namun menurun signifikan pada hari ke-12 hingga ke-14. Sedimen modifikasi Kolom Winogradsky menunjukkan peningkatan konsisten hingga hari ke-12 dengan OCV 734 mV, arus 67 μ A, dan rapat daya 2,547 mW/cm². Kepadatan bakteri sedimen Winogradsky mencapai $3,4 \times 10^6$ CFU/mL, jauh melampaui sedimen asli yang berada di bawah 10^4 CFU/mL. Integrasi Kolom Winogradsky terbukti efektif meningkatkan kepadatan komunitas bakteri elektrogenin sehingga menghasilkan kinerja SMFC yang lebih stabil dan berkelanjutan dalam jangka panjang.

Kata kunci: bakteri, energi terbarukan, Winogradsky, kurva polarisasi, sedimen.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

AJRINA SALMA. The Effect of Winogradsky Column Integration on the Electrical Performance of SMFC Using Sediment from Situ Burung Dramaga. Supervised by AKHIRUDDIN MADDU and NISA RACHMANIA MUBARIK.

The ever-increasing demand for energy drives the development of renewable energy as an alternative to fossil fuels. One promising innovation is the Sediment Microbial Fuel Cell (SMFC), a bioelectrochemical system that utilizes the metabolism of electroactive bacteria in sediment to generate electricity. This study compares SMFC performance between original sediment and modified sediment using a Winogradsky Column made from egg yolk and unbleached paper (newsprint), utilizing sediment from Situ Burung Dramaga, Bogor Regency. Performance was measured through polarization curves on days 5, 6, 7, 12, 13, and 14, as well as Total Plate Count (TPC) analysis. The original sediment reached peak performance on day 6 with an OCV of 726 mV and a power density of 2.685 mW/cm², but decreased significantly from day 12 to 14. The sediment modified with the Winogradsky Column showed a consistent increase until day 12 with an OCV of 734 mV, a current of 67 µA, and a power density of 2.547 mW/cm². The bacterial density of the Winogradsky sediment reached $3,4 \times 10^6$ CFU/mL, far exceeding the original sediment which remained below 10⁴ CFU/mL. The integration of the Winogradsky Column is proven effective in increasing the density of the electrogenic bacterial community, thereby producing a more stable and sustainable long-term SMFC performance.

Keywords: bacteria, polarization curve, renewable energy, sediment, winogradsky.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENGARUH INTEGRASI KOLOM WINOGRADSKY TERHADAP KINERJA LISTRIK SMFC PADA SEDIMEN SITU BURUNG DRAMAGA

AJRINA SALMA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1. Prof. Dr. Agus Kartono, M.Si.**
- 2. Drs. Mahfuddin Zuhri, M.Si**

Judul Skripsi : Pengaruh Integrasi Kolom Winogradsky terhadap Kinerja Listrik SMFC pada Sedimen Situ Burung Dramaga

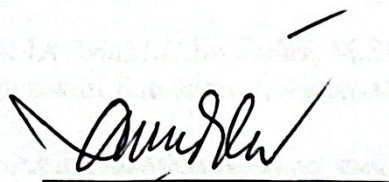
Nama : Ajrina Salma
NIM : G7401221063

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

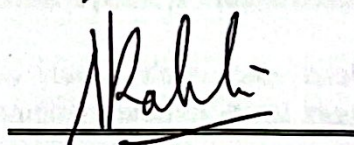
Pembimbing 1:

Prof. Dr. Akhiruddin Maddu, S.Si., M.Si.



Pembimbing 2:

Dr. Dra. Nisa Rachmania Mubarik, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Departemen:

Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.

NIP 19680916 199403 1 001



Tanggal Ujian: 29 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Akhiruddin Maddu, S.Si., M.Si. dan Ibu Dr. Dra. Nisa Rachmania Mubarik, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, banyak memberikan saran, serta senantiasa menyertai penulis dalam keadaan apa pun.
2. Bapak Prof. Dr. Agus Kartono, M.Si. dan Bapak Dr. Mahfuddin Zuhri, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran konstruktif untuk kesempurnaan penelitian penulis.
3. Bapak Dr. Faozan, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu, mengarahkan, dan memberikan saran kepada penulis hingga dapat menjalani perkuliahan dengan baik.
4. Kedua orang tua tercinta, Bapak Effendi dan Ibu Harwi Yeni, yang telah mencurahkan kasih sayang, doa, dan dukungan materiil maupun moril yang tiada henti
5. Kedua kakak penulis, Annisa Khairani, S.Pd., Gr. dan Maulana Zaki, S.Hut., M.Si., yang telah banyak membantu, mendukung, dan menemani penulis dalam berbagai hal.
6. Bapak Toni Siswanto selaku kepala Bengkel Fisika yang telah membantu penulis dalam penelitian
7. Bimbingan Belajar Nurul Fikri yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar, bekerja, dan berkembang, sehingga penulis dapat mandiri secara finansial hingga menyelesaikan perkuliahan.
8. Keluarga besar dari pihak Ibu yang telah tulus membantu dan menyemangati penulis sampai bisa menyelesaikan studi ini.
9. Ariani Septi Sabrina dan Sofie Nabilah Putri, sahabat kecil penulis yang selalu memberikan dukungan emosional.
10. Keiza, Ziyad, Shakila, Kenneth, Dira, Fuji, Oca, Dede, Fuzi, Melin, Thala, Satia, Nomus, Joseph, Adhi, Rico, Cipa, Abim (anak lab bawah) yang telah menjadi teman baik dan selalu solid dalam memberikan dukungan.
11. Kakak-kakak tingkat angkatan 56, 57, dan 58 yang tetap menjadi teman diskusi yang baik, memberikan saran, serta dukungan bagi penulis.
12. Kakak-kakak di Biro Branding Bimbel Nurul Fikri yang telah menyemangati dan memberikan dukungan kepada penulis selama ini.
13. Seluruh teman-teman Fisika 59 yang telah menyertai penulis 4 selama kuliah
14. Terima kasih kepada diri sendiri yang telah berjuang secara konsisten, bertahan melewati setiap proses perkuliahan, dan tidak menyerah hingga titik ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan. *Aamiin allahuma aamiin*

Bogor, Juli 2026

Ajrina Salma



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Microbial Fuel Cell</i>	3
2.2 <i>Sediment Microbial Fuel Cell</i>	4
2.3 Sedimen Danau	5
2.4 Situ Burung Dramaga	6
2.5 Kolom Winogradsky	7
III METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Penelitian	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Pengukuran pH Sedimen	17
4.2 Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya	17
4.3 Pengamatan Visual dan Perkembangan Komunitas Mikroba pada Kolom Winogradsky	18
4.4 Karakteristik polarisasi sel SMFC	19
4.5 Paramater Listrik SMFC	22
4.6 <i>Total Plate Count</i>	23
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	37



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Perlakuan media penelitian	12
2	Parameter listrik SMFC sedimen asli	23
3	Parameter listrik SMFC sedimen Winogradsky	23

DAFTAR GAMBAR

1	Skema <i>microbial fuel cell</i>	3
2	Skema <i>sediment microbial fuel cell</i>	4
3	Situ Burung Dramaga	6
4	Kolom Winogradsky	8
5	Situ Burung Dramaga	11
7	Pengukuran pH sedimen lumpur	13
8	SMFC kolom Winogradsky	14
9	Rangkaian pengukuran polarisasi SMFC	15
10	Hasil pengukuran pH	17
11	Hasil pengukuran intensitas cahaya	18
12	Pengamatan kolom Winogradsky hari ke-14	19
13	Grafik polarisasi SMFC sedimen asli	20
14	Grafik polarisasi sedimen Winogradsky	21

DAFTAR LAMPIRAN

1	Grafik polarisasi SMFC sedimen asli	31
2	Grafik polarisasi SMFC sedimen modifikasi Kolom Winogradsky	34

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.