

## **ANALISIS POTENSI SEDIMEN HUTAN BAKAU SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SEDIMENT MICROBIAL FUEL CELL (SMFC)**

**Bagus Ngurah Alit Putra Wiryawan<sup>1)</sup>, I Nengah Adi Mahendra<sup>2)</sup>,  
Nyoman Alit Kuntayoni<sup>3)</sup>, Ajeng Istyorini Asmoning Dewanti<sup>3)</sup>**

**<sup>1)</sup>Pendidikan Fisika, <sup>2)</sup>Pendidikan Matematika, <sup>3)</sup>Pendidikan Biologi,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha  
Email: [ngurah.wiryawan@yahoo.co.id](mailto:ngurah.wiryawan@yahoo.co.id)**

**Abstrak:** Pemanfaatan bakteri untuk menghasilkan energi listrik merupakan upaya dalam mengembangkan sumber energi yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Sediment Microbial Fuel Cell bekerja dengan memanfaatkan mikroorganisme yang terdapat pada sedimen untuk mendegradasi bahan organik dan menghasilkan elektron yang ditransfer ke anoda kemudian dialirkan ke katoda. Penelitian ini adalah eksperimen yang bertujuan untuk membandingkan produksi kuat arus listrik yang dihasilkan oleh sedimen hutan bakau, dan menentukan efektivitas listrik yang dihasilkan oleh sedimen hutan bakau dan pengaruh dari pH, konduktivitas, dan salinitas air terhadap produksi kuat arus listrik, serta mengidentifikasi bakteri yang terdapat pada SMFC. Pelaksanaan kegiatan ini dilaksanakan selama 5 bulan dari bulan Maret s.d. Juli 2013. Pengambilan sampel dilakukan di Pamelisan Sesetan, Denpasar Selatan dan di Karang Sewu dan Teluk Terima, Taman Nasional Bali Barat. Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ekologi dan Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan yaitu: (1) terdapat perbedaan rapat arus yang signifikan dari sampel sedimen, namun perbedaan tersebut disebabkan oleh sampel 2, untuk sampel 1, 3 dan 4 tidak memiliki perbedaan yang signifikan, (2) berdasarkan pendekatan teori, salinitas, suhu, pH, dan konduktivitas sebanding dengan rapat arus, dan (3) Hasil identifikasi bakteri diperoleh 5 isolat dengan hasil isolat A yaitu *Aeromonas salmonicida*, isolat B yaitu *Pseudomonas* sp., isolat yaitu C *Vibrio gazogenes*, isolat D yaitu *Photobacterium lipolyticum*, dan isolat E yaitu *Salinivibrio siamensis*.

**Kata-kata kunci :** *Sediment Microbial Fuel Cell* (SMFC), hutan bakau, listrik

**Abstract:** Exploiting bacteria to generate electrical energy in an effort to develop a more efficient energy sources and green energy. Sediment Microbial Fuel Cell works by utilizing microorganism contained in the sediments to degrade organic matter and produce electrons transferred to the anode then flowed to the cathode. This study was aimed to compare the experimental production of a strong electric current by mangrove sediments, and determine the effectiveness of the power produced by the mangrove sediments and the influence of pH, conductivity, and salinity of the water against the strong production of electric current, and identify the bacteria contained the SMFC. Implementation of these activities carried out for 5 months from March till July 2013. Sampling was conducted in Pamelisan Sesetan, South Denpasar and in Karang Sewu and Teluk Terima, West Bali National Park. Research activities carried out at the Ecology Laboratory and Microbiology Laboratory, Biology Education Department, Ganesha University of Education, Singaraja. Based on the results of this study concluded that : (1) there is a significant difference in the current density of the sediment samples, but these differences were caused by 2 samples, for samples 1, 3 and 4 do not have significant differences, (2) based on theoretical approaches, salinity, temperature, pH, and conductivity is proportional to current density, and (3) the identification of bacterial isolates obtained 5 with the result that isolates A is *Aeromonas salmonicida*, isolates B is *Pseudomonas* sp., isolates C is *Vibrio gazogenes*, isolates D is *Photobacterium lipolyticum* and isolates E is *Salinivibrio siamensis* .

**Keywords:** Sediment Microbial Fuel Cell ( SMFC ), mangrove forests, electricity

## PENDAHULUAN

Konsumsi energi Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Pada tahun 2004, kebutuhan listrik nasional mencapai 100.097 GWh dengan industri menduduki peringkat pertama pemakai listrik. Tahun 2011, kebutuhan mencapai 157.997 GWh dengan pemakaian rumah tangga sebesar 41,1 %, industri sebesar 34,8 %, komersial dan publik masing-masing sebesar 17,9 % dan 6,2 %. (Pusdatin KESDM, 2012). Pemenuhan kebutuhan energi dilakukan dengan mengeksplorasi hasil fosil seperti minyak bumi, gas, batubara secara besar-besaran. Akibatnya terjadi penurunan jumlah cadangan bahan bakar khususnya minyak dan gas. Hal inilah yang memicu kenaikan harga dan terjadinya krisis energi, khususnya energi listrik di negeri ini.

Energi listrik merupakan energi yang paling praktis digunakan. Terdapat berbagai teknologi konversi yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik, yaitu pembakaran, *gasification*, dan fermentasi. Namun teknologi konversi pembakaran dan *gasification* berdampak terhadap penipisan cadangan bahan bakar fosil dan peningkatan jumlah CO<sub>2</sub> di atmosfer, sedangkan konversi biogas menjadi listrik memiliki efisiensi yang rendah yaitu kurang dari 40 %. (Idham, 2009). Sehingga, pemenuhan kebutuhan listrik saat ini diharapkan dari teknologi yang efisien dan ramah lingkungan.

Pemanfaatan bakteri untuk menghasilkan energi listrik merupakan upaya dalam mengembangkan sumber energi yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Teknologi *Microbial Fuel Cells* (MFC) merubah penyimpanan energi kimia dalam bentuk campuran organik menjadi energi listrik yang terus menembus reaksi katalis oleh mikroorganisme. (Fitrialdi, 2011). *Sediment Microbial Fuel Cell* (SMFC) merupakan model dari MFC. Secara

mekanisme, SMFC memanfaatkan mikroorganisme yang terdapat pada sedimen untuk mendegradasi bahan organik dan menghasilkan elektron yang ditransfer ke anoda kemudian dialirkan ke katoda. (Firmansyah, 2011).

Sedimen hutan mangrove memiliki potensi yang besar sebagai sumber berbagai bahan organik pada vegetasi kehidupan pesisir. Mangrove merupakan jalur penting bagi siklus bahan organik di lingkungan tropis, khususnya karbon. Hutan mangrove memiliki produktivitas primer sangat tinggi, serta dapat mempengaruhi dan mengatur siklus nutrisi, dalam bentuk serasah dan bahan organik partikulat atau terlarut. Berdasarkan penelitian Prasad (2008), sedimen hutan mangrove memiliki kandungan karbon organik sebanyak 70 %, lebih banyak dibandingkan sedimen muara sungai.

Potensi luasnya hutan mangrove dengan sedimen yang tinggi akan bahan organik sangat tepat untuk dimanfaatkan. SMFC yang memanfaatkan mikroorganisme untuk mengubah bahan organik sebagai energi listrik merupakan terobosan dalam mencari sumber energi listrik terbarukan. Sehingga, harapan terpenuhinya energi listrik yang ramah lingkungan dapat tercapai. Dalam PKMP ini telah dilakukan penelitian dasar terhadap pengembangan sumber energi alternatif ramah lingkungan dari sedimen hutan bakau dengan memanfaatkan teknologi SMFC.

Tujuan pelaksanaan penelitian antara lain: (1) menganalisis perbedaan produksi kuat arus listrik yang dihasilkan oleh sedimen hutan bakau, (2) mendeskripsikan hubungan pH, konduktivitas, dan salinitas air terhadap efektivitas listrik yang dihasilkan oleh sedimen hutan bakau, dan (3) mengidentifikasi bakteri yang terdapat pada elektroda SMFC hutan bakau. Manfaat penelitian ini adalah: (1) Manfaat praktis, hasil penelitian

memberikan kontribusi dalam mencari sumber energi alternatif. (2) Manfaat teoretis, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan bio baterai dari perombakan elektron oleh bakteri yang diisolasi dari bakteri sedimen mangrove.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen murni. Pelaksanaan kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa Penelitian (PKMP) ini dilaksanakan selama 5 (lima) bulan dari bulan Maret s.d. Juli 2013. Pengambilan sampel dilakukan di Pamelisan Sesetan, Denpasar Selatan dan di Karang Sewu dan Teluk Terima, Taman Nasional Bali Barat. Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ekologi dan Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja.

Bahan penelitian yang digunakan diantaranya seng, tembaga, grafit baterai, nutrient alga, aquades, NaCl, agar bacteriological, KCl, pepton, pnenol red, metil red, carbol fuschin, garam fisiologis, MgSO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, Kristal violet, safranin, iodin, minyak emersi, gelatin, kanji, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, KOH, kreatinin, yeast ekstrak, asam alcohol, lugol, alkohol 95%, alkohol 70%, spritus, glukosa, maltosa, sukrosa, laktosa, potassium dihidrogen, urea, asam asetat, larutan hijau malakit, metyn blue. Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu laminar air flow, multimeter, water quality checker, autocoves, mikroskop, lampu Bunsen, tabung reaksi, cawan petri, neraca analitik, inkubator, ose, gelas kimia, labu Erlenmeyer, heater, kulkas.

Prosedur penelitian I (penentuan elektroda), langkah yang dilakukan adalah menyiapkan sampel sedimen dan air hutan bakau yang sama sebanyak 4 buah masing – masing terdiri dari elektroda seng (Zn) - tembaga (Cu), seng (Zn) - grafit, tembaga (Cu) - grafit, dan grafit-grafit. Selanjutnya memasang

elektroda pada masing-masing gelas. Mengukur keempat kuat arus dan tegangan yang dihasilkan menggunakan multimeter. Pengukuran dilakukan setiap 24 jam. Penelitian II (pengujian kuat arus dari sampel), Langkah yang dilakukan adalah menyiapkan sampel sedimen dan air hutan bakau sebanyak 4 buah masing – masing terdiri dari elektroda seng (Zn). Selanjutnya mengukur kuat arus dan tegangan yang dihasilkan menggunakan multimeter. Pengukuran dilakukan setiap 24 jam.

Penelitian III (uji pH, konduktivitas dan salinitas), Langkah yang dilakukan adalah menyiapkan sampel sedimen dan air hutan bakau yang sama sebanyak 2 buah dari hasil penelitian 2 (terbaik dan terburuk). Selanjutnya mengukur pH, salinitas, dan konduktivitas menggunakan *water quality checker*. Penelitian IV (identifikasi bakteri), dilakukan pembuatan Minimal Salt Medium (MSM), Medium ini digunakan untuk kultur bakteri selama penelitian berlangsung. Komposisi medium ini terdiri dari agar bacteriological 20 gram, NaCl 5 gram, KCl 0,6 gram, MgSO<sub>4</sub> 7 gram, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 1 gram, dan aquades 1000 mL. Tahap selanjutnya dilakukan penanaman bakteri. Metode yang digunakan adalah metode agar tuang dan agar gores. Diambil 1 gram dari sampel, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL aquades dan dilakukan pengocokan sehingga diperoleh pengenceran 10<sup>0</sup>. Selanjutnya dari pengenceran 10<sup>0</sup> diambil 1 mL menggunakan pipet tetes steril kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL aquades dan dilakukan pengocokan sehingga diperoleh pengenceran 10<sup>-2</sup>. Demikian selanjutnya dilakukan pengenceran hingga diperoleh pengenceran 10<sup>-7</sup>. Selanjutnya MSM dituang pada cawan petri steril. Suspensi bakteri diambil dengan pipset steril dan dimasukkan dalam cawan petri steril. Cawan petri tersebut dibungkus dengan kertas dan diinkubasi selama 2 × 24 jam.

Tahapan berikutnya yaitu pemeliharaan kultur murni. Kultur murni dari isolat bakteri tersebut dipindahkan ke dalam media agar miring pada tabung reaksi dengan teknik goresan. Pemeliharaan kultur dilakukan dengan cara mentransfer kultur murni tersebut ke dalam media agar miring yang baru. Karakterisasi bakteri dilakukan dengan melihat sifat morfologi dan fisiologi. Sifat morfologi yang diamati adalah, pewarnaan gram, kapsul, spora, dan motilitas. Sifat fisiologi yang diamati meliputi uji katalase, gelatin, starch, glukosa, laktosa, sukrosa, maltosa, metil merah, Voges Proskaver, H<sub>2</sub>S, hidrolisis urea, tahan asam.

Data yang diperoleh dari penelitian I dan penelitian II dikonversi ke rapat arus dengan persamaan  $J = V / A$  dan

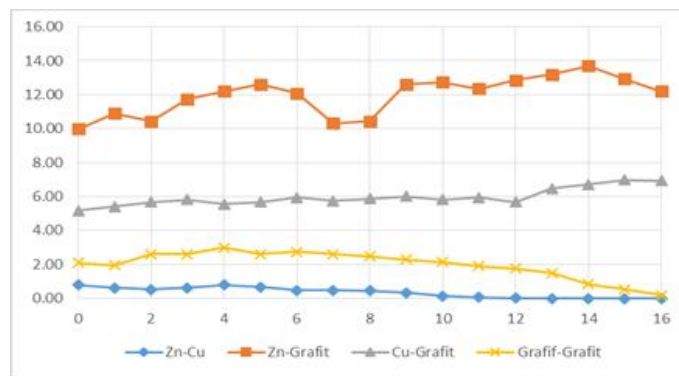
dianalisis dengan one-way ANOVA berbantuan program SPSS 17.0 for windows. Penelitian III dianalisis deskriptif dan penelitian IV menggunakan pencocokan uji dengan panduan identifikasi bakteri berdasarkan *Bergey's Manual Determinative Bacteriology Ninth Edition* dan *software online microbact*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### 1) Penelitian I (Penentuan Elektroda)

Data yang diperoleh adalah data kuat arus dari berbagai elektroda dan dikonversi menjadi rapat arus. Dari hasil penelitian diperoleh data seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Rapat Arus Litrik Terhadap Waktu

Sebelum uji One-way ANOVA dilakukan uji homogenitas terhadap data sebagai uji asumsi.

#### Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
8.163	3	64	.000

Karena uji asumsi tidak terpenuhi, maka digunakan Friedman Test (non parametrik) sebagai pengganti One-way ANOVA. Diperoleh hasil sebagai berikut.

#### Test Statistics<sup>a</sup>

N	17
Chi-Square	51.000
df	3
Asymp. Sig.	.000

Output SPSS tersebut menyajikan jumlah data masing-masing kelompok adalah 17, nilai Chi-Square sebesar 51.00, derajat kebebasan 3 dan

Asymp.sig .000. Karena nilai Asymp.sig dibawah 0,05 ( $000 < 0,05$ ) maka hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak. Jadi, terdapat perbedaan yang signifikan antara perbedaan elektroda dengan rapat arus listrik. Untuk

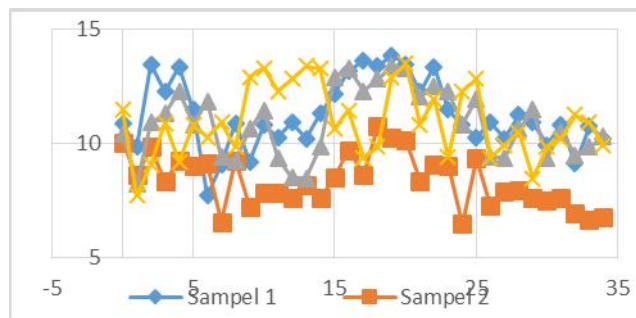
menguji lanjutan dilakukan Post Hoc Test dengan SPSS. Hal ini untuk menganalisis variabel yang memiliki perbedaan yang signifikan dengan variabel lain.

(I) Jenis Elektroda	(J) Jenis Elektroda	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Zn Cu	Zn Grafit	-11.60235*	.25896	.000	-12.2854	-10.9193
	Cu Grafit	-5.60765*	.25896	.000	-6.2907	-4.9246
	Grafit Grafit	-1.63647*	.25896	.000	-2.3196	-.9534
Zn Grafit	Zn Cu	11.60235*	.25896	.000	10.9193	12.2854
	Cu Grafit	5.99471*	.25896	.000	5.3116	6.6778
	Grafit Grafit	9.96588*	.25896	.000	9.2828	10.6490
Cu Grafit	Zn Cu	5.60765*	.25896	.000	4.9246	6.2907
	Zn Grafit	-5.99471*	.25896	.000	-6.6778	-5.3116
	Grafit Grafit	3.97118*	.25896	.000	3.2881	4.6543
Grafit Grafit	Zn Cu	1.63647*	.25896	.000	.9534	2.3196
	Zn Grafit	-9.96588*	.25896	.000	-10.6490	-9.2828
	Cu Grafit	-3.97118*	.25896	.000	-4.6543	-3.2881

Output SPSS tersebut menyajikan bahwa seluruh variabel memiliki perbedaan yang signifikan. Hal ini ditandai dengan symbol \* pada mean difference. Sehingga, pada penelitian 1 ini dapat kesimpulan bahwa elektroda seng (Zn) dan grafit adalah elektroda yang optimal dalam SMFC.

2) Penelitian II (Uji Perbedaan Sampel)

Data yang diperoleh adalah data kuat arus dari berbagai elektroda dan dikonversi menjadi rapat arus Dari hasil penelitian diperoleh data seperti pada grafik 2.



Gambar 2. Grafik Rapat Arus Listrik terhadap Waktu

Berdasarkan data tersebut, maka dilakukan uji hipotesis dengan menggunakan One-way ANOVA.

Karena uji asumsi terpenuhi, maka diperoleh hasil sebagai berikut.

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.226	3	136	.303

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Grp.	189.251	3	63.084	30.449	.000
Within Grp.	281.759	136	2.072		
Total	471.009	139			

Output SPSS tersebut menyajikan nilai F sebesar 30.449, dan signifikansi .000. Karena nilai signifikansi dibawah 0,05 ( $000 < 0,05$ ) maka hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak. Jadi, terdapat perbedaan yang signifikan antara perbedaan sampel dengan rapat arus listrik.

Untuk menguji lanjutan dilakukan Post Hoc Test dengan SPSS. Hal ini untuk menganalisis variabel yang memiliki perbedaan yang signifikan dengan variabel lain.

(I) Sampel	(J) Sampel	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Sampel 1	Sampel 2	2.88629*	.34407	.000	1.9913	3.7812
	Sampel 3	.37143	.34407	.703	-.5235	1.2664
	Sampel 4	.28914	.34407	.835	-.6058	1.1841
Sampel 2	Sampel 1	-2.88629*	.34407	.000	-3.7812	-1.9913
	Sampel 3	-2.51486*	.34407	.000	-3.4098	-1.6199
	Sampel 4	-2.59714*	.34407	.000	-3.4921	-1.7022
Sampel 3	Sampel 1	-.37143	.34407	.703	-1.2664	.5235
	Sampel 2	2.51486*	.34407	.000	1.6199	3.4098
	Sampel 4	-.08229	.34407	.995	-.9772	.8127
Sampel 4	Sampel 1	-.28914	.34407	.835	-1.1841	.6058
	Sampel 2	2.59714*	.34407	.000	1.7022	3.4921
	Sampel 3	.08229	.34407	.995	-.8127	.9772

Output SPSS tersebut menyajikan bahwa sampel 1, 3 dan 4 tidak memiliki perbedaan yang signifikan, hanya sampel 2 yang memiliki perbedaan. Sehingga, pada penelitian 2 ini dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat perbedaan

yang signifikan dan sampel 1, 3 dan 4 memiliki potensi rapat arus yang optimal.

3) *Penelitian III (Uji Salinitas, Konduktivitas, pH)*  
 Dari hasil penelitian diperoleh data seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2. Perbandingan Hasil Penelitian**

Pembanding	Sampel 1 (Bali Selatan)	Sampel 2 (Bali Barat)
Rapat Arus	3235,32 mA/m <sup>2</sup>	2704,08 mA/m <sup>2</sup>
pH H <sub>2</sub> O	7,94	7,5
Konduktivitas	96,7 mS/m	49,2 mS/m
Salinitas	40 mg/L	28,9 mg/L
Turbiditas	192	4
DO	0,06 mg/L	0,06 mg/L
Temperatur	27,9° C	28,2° C

Berdasarkan data tersebut, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh konduktivitas dan salinitas terhadap rapat arus pada SMFC.

#### 4) *Penelitian IV (Identifikasi Bakteri)*

Hasil isolasi pada media *Minimum Salt Medium* (MSM) diperoleh

5 koloni bakteri yang dapat hidup dari proses isolasi yaitu isolat A, B, C, D, E. Dari hasil identifikasi sementara sifat morfologi dan fisiologi isolat diperoleh seperti Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Identifikasi Bakteri

Sifat/Uji Isolat	Koloni A	Koloni B	Koloni C	Koloni D	Koloni E
Bentuk koloni	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat
Warna koloni	Putih	Kuning	Kuning	Kuning	Putih
Bentuk sel	Kokus	Kokus	Kokus	Kokus	Kokus
Pewarnaan gram	-	-	-	-	-
Pewarnaan kapsul	+	+	-	-	-
Pewarnaan spora	+	+	+	+	+
Hidrolisi pati ( <i>starch</i> )	+	+	-	-	+
Hidrolisis gelatin	-	-	-	-	-
Hidrolisis urea	-	-	-	-	-
Katalase	+	+	+	+	+
Tahan asam	-	+	-	-	-
H <sub>2</sub> S	+	+	+	+	+
Laktosa	-	-	+	-	-
Maltosa	+	+	+	+	+
Glukosa	+	+	+	+	+
Sukrosa	+	+	+	+	+
Motilitas	-	-	+	+	+
<i>Methyl-Red</i> (MR)	-	-	-	-	-
<i>Voges-Proskaver</i> (VP)	-	-	-	+	+

Identifikasi menggunakan *Bergey's Manual Determinative Bacteriology* dan dilakukan dengan metode *matching* mendapatkan identifikasi bakteri pada isolat A yaitu *Aeromonas salmonicida*, isolat B yaitu *Pseudomonas sp.*, isolat C yaitu *Vibrio gazogenes*, isolat D yaitu *Photobacterium lipolyticum*, dan isolat E yaitu *Salinivibrio siamensis*.

### Pembahasan

Sedimen hutan bakau yang masuk dalam jenis histosols dalam taksonomi tanah yaitu tanah yang terdiri dari hamper 30% bahan organik. Berdasarkan hal tersebut, sedimen hutan bakau mengindikasikan banyaknya bakteri aktif yang mampu untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi menggunakan teknologi SMFC. Pada uji coba pendahuluan, telah dihasilkan sumber energi searah (DC) yang dihasilkan oleh sedimen hutan bakau.

Hasil penelitian I untuk menentukan penggunaan elektroda yang baik, diperoleh hasil yaitu elektroda seng (Zn) dan grafit sangat optimal digunakan pada Sedimen Microbial Fuel Cell

(SMFC) dari hutan bakau. Seng berfungsi sebagai anoda yang ditempatkan dalam lumpur dan grafit sebagai katoda yang ditempatkan pada air. Anoda atau elektroda negative berperan sebagai sumber elektron hasil oksidasi, dan katoda atau elektroda positif sebagai pengoksidasi (menerima elektron). Dalam system praktis, anoda dipilih dengan sifat meliputi konduktivitas baik, oksidator yang baik, kemudahan pabrikan dan biaya rendah. Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa seng dan grafit sebagai elektroda yang optimal pada SMFC sama dengan penerapannya pada baterai, yang mana anoda baterai menggunakan seng dan katodanya menggunakan batang grafit. Penggunaan seng sebagai elektroda negative pada sedimen mengindikasikan bahwa elektron pada logam seng mudah dilepaskan oleh bantuan bakteri sehingga menghasilkan kuat arus yang besar.

Penelitian II untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rapat arus yang dihasilkan dengan sampel sedimen yang berbeda dan diambil di wilayah Bali. Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa sampel 1 di Denpasar Selatan dan kedua sampel di Bali Barat

tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Secara fisik, lokasi pengambilan ketiga sampel tersebut kondisinya sama, namun pada sampel 2 di Denpasar Selatan kondisinya dekat dengan pembuangan sampah di hutan bakau, sehingga terindikasi limbah tersebut mempengaruhi siklus hidup bakteri yang ada.

Penelitian III untuk mengetahui pengaruh salinitas, konduktivitas, pH, dan kadar oksigen pada sampel terhadap rapat arus yang dihasilkan. Salinitas adalah konsentrasi garam-garam terlarut dalam satu kilogram air laut. Semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi semakin tinggi pula nilai hantar listriknya, sehingga mampu menghantarkan arus yang optimal. Suhu mempengaruhi proses biokimia, sehingga semakin tinggi suhu maka akan mempengaruhi toksisitas kontaminan, menurunkan konsentrasi oksigen dan meningkatkan laju metabolisme. Semakin tinggi suhu, maka akan menyebabkan bakteri tidak akan bekerja optimal dalam melepas elektron pada seng, sehingga suhu ideal antara 27-32°C mampu

menghasilkan arus yang optimal. Daya hantar listrik (konduktivitas) adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik. Konduktivitas air laut tergantung pada jumlah ion-ion terlarut per volumenya dan mobilitas ion-ion tersebut. (Sitio, 2008).

Penelitian IV untuk mengidentifikasi bakteri yang ada pada media biakan spesifik yaitu minimal salt medium (MSM) menemukan 5 isolat berbeda. Setelah dilakukan identifikasi melalui 16 uji dan dicocokkan dengan buku Bergey's Manual Determinative Bacteriology diperoleh hasil isolat A yaitu *Aeromonas salmonicida*, isolat B yaitu *Pseudomonas sp.*, isolat C yaitu *Vibrio gazogenes*, isolat D yaitu *Photobacterium lipolyticum*, dan isolat E yaitu *Salinivibrio siamensis*.

Hasil penelitian SMFC dengan sedimen hutan bakau ini memiliki hasil yang cukup baik jika dibandingkan dengan sedimen yang lain seperti sedimen sungai, danau maupun sedimen laut. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

**Tabel 4. Hasil Penelitian Dibandingkan Data Penelitian Lainnya**

Parameter Uji	Hasil Penelitian <sup>1</sup>	Riyanto et al. (2010) <sup>2</sup>	Hong et al. (2010) <sup>3</sup>	Hong et al. (2008) <sup>4</sup>
Rapat Arus	3235,32 mA/m <sup>2</sup>	139,51 mA/m <sup>2</sup>	-	20,4 mA/m <sup>2</sup>
pH : H <sub>2</sub> O	7,94	7,7	6,61	7,5
Konduktivitas	96,7 mS/m	64 mS/m	4,74 mS/m	-
Salinitas	40 mg/L	34,05 mg/L	-	-
Jenis Bakteri	<i>Aeromonas salmonicida</i> <i>Pseudomonas sp.</i> <i>Vibrio gazogenes</i> <i>Photobacterium lipolyticum</i> <i>Salinivibrio siamensis</i>	<i>Basilus marinus</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Acinetobacter sp.</i>	-	-

Keterangan:

<sup>1</sup> Sedimen Hutan Bakau Sesetan Denpasar

<sup>2</sup> Sedimen Laut Teluk Jakarta berdasarkan hasil penelitian Riyanto et al. (2010)

<sup>3</sup> Sedimen Sungai Gongji Korea berdasarkan hasil penelitian Hong et al. (2010)

<sup>4</sup> Sedimen Danau Ilgam Seoul berdasarkan hasil penelitian Hong et al. (2008)

Berdasarkan data tersebut, dapat dijelaskan bahwa sedimen hutan bakau yang memiliki kandungan organik yang

tinggi mampu menghasilkan rapat arus yang tinggi sebesar 3235,32 mA/m<sup>2</sup> dibandingkan sedimen teluk yang hanya



sebesar 139,51 mA/m<sup>2</sup>. Konduktivitas dan salinitas yang tinggi juga memiliki pengaruh yang besar terhadap rapat arus yang tinggi. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa potensi sedimen hutan bakau

### SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat dikemukakan simpulan sebagai berikut. (1) Terdapat perbedaan rapat arus yang signifikan dari sampel sedimen, namun perbedaan tersebut disebabkan oleh sampel 2, untuk sampel 1, 3 dan 4 tidak memiliki perbedaan yang signifikan. (2) Berdasarkan pendekatan teori, salinitas, suhu, pH, dan konduktivitas sebanding dengan rapat arus. (3). Hasil identifikasi bakteri diperoleh 5 isolat dengan hasil isolat A yaitu *Aeromonas salmonicida*, isolat B yaitu *Pseudomonas sp.*, isolat C yaitu *Vibrio gazogenes*, isolat D yaitu *Photobacterium lipolyticum*, dan isolat E yaitu *Salinivibrio siamensis*.

Adapun saran yang hendak disampaikan adalah perlu dilakukan penelitian lanjut untuk mengembangkan karakterisasi bakteri dan pembuatan lumpur aktif dengan kondisi mirip sedimen bakau untuk dikembangkan ke arah bioteknologi yaitu biobaterai.

### DAFTAR RUJUKAN

- Firmansyah, Y. (2011). Degradasi bahan organik dan pemanfaatannya sebagai penghasil energi listrik pada sedimen tambak udang melalui sediment Microbial fuel cell. *Skripsi*. Tersedia pada: <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/51123/C11yfi.pdf?sequence=1> (diakses pada 8 Maret 2014)
- Hong, S.W., Hyung, J. K., Yong, S.C. & Tai, H.C. (2008). Field experiments on bioelectricity production from lake sediment using microbial fuel cell technology. *Bulletin of Korean Chemical Society* 29(11). Tersedia pada: [http://ocean.kisti.re.kr/downfile/volume/chemical/JCGMCS/2008/v29n11/JCGMCS\\_2008\\_v29n11\\_2189.pdf](http://ocean.kisti.re.kr/downfile/volume/chemical/JCGMCS/2008/v29n11/JCGMCS_2008_v29n11_2189.pdf) (diakses pada 8 Maret 2014)
- Hong, S.W., Hyung J.K., Yong S.C. & Tai H.C. (2010). Alteration of sediment organic matter in sediment microbial fuel cell technology. *Environmental Pollution*. Tersedia pada : [http://ocean.kisti.re.kr/downfile/volume/chemical/JCGMCS/2010/v31n7/JCGMCS\\_2010\\_v31n7\\_2025.pdf](http://ocean.kisti.re.kr/downfile/volume/chemical/JCGMCS/2010/v31n7/JCGMCS_2010_v31n7_2025.pdf) (diakses pada 8 Maret 2014)
- Noor, Y.R., Khazali, M. & Suryadiputra, I N.N. (2006). *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia*. Bogor : PHK/WI-IP
- Prasad, B.K. & Ramanathan, A.L.. (2008). Sedimentary nutrient dynamics in a tropical estuarine mangrove ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 80, Tersedia pada : <http://www-2.nersc.no/MACESIZ/Papers/Prasad08.pdf> (diakses pada 8 Maret 2014)
- Riyanto, B., Nisa, R.M. & Idham, F. (2010). Energi listrik dari sedimen laut teluk Jakarta melalui teknologi microbial fuel cell. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia Vol. XIV No. 1* Tersedia pada : <http://dosen.narotama.ac.id/wp-content/uploads/2012/03/Energi-Listrik-Dengan-Teknologi-Sediment-Microbial-Fuel-Cell-Di-Perairan-Teluk-Laut-Jakarta.pdf> (diakses pada 8 Maret 2014)