

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan latar belakang laporan Tugas Akhir mengenai karakteristik elektrisasi *Sediment Battery* dengan metode S-MFC (*Sediment Microbial Fuel Cell*) dengan memanfaatkan sedimen bakau. Berdasarkan latar belakang tersebut dirumuskan masalah beserta tujuan dan manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini.

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan peningkatan aktivitas pada masa kini berdampak banyak hal, salah satunya dalam hal peningkatan konsumsi baterai. Pemakaian baterai pada berbagai macam peralatan sebagai sumber energi semakin berkembang seiring peningkatan konsumsi baterai pada masyarakat. Namun tanpa disadari, hal ini menyebabkan peningkatan jumlah limbah baterai, khususnya baterai primer yang bersifat sekali pakai (*disposable*) maupun baterai sekunder sekalipun. Limbah baterai memiliki tingkat logam Pb tinggi yang tentu saja tidak dapat ditanggulangi dengan sistem alami karena mengandung bahan yang berbahaya dan beracun (Setiawan *et al.*, 2009). Dari data DKPP Kota Balikpapan presentase limbah baterai sebesar sekitar 0,6 % pada tahun 2015, naik 0,1 % dari tahun sebelumnya dengan timbulan sampah keseluruhan sebesar 112.820,85 ton. Merkuri, timbal, nikel, lithium dan kadmium sering ditemukan dalam baterai sekunder, sedangkan mangan sering ditemukan dalam baterai primer. Logam Pb (Timbal) pada baterai sekunder *Accu* (Aki) digunakan sebagai pelat dan akan dimuati lapisan timbal dioksida pada pelat positif (Setiawa *et al.*, 2009). Logam pada baterai tersebut merupakan sebagian kecil penyebab suatu perairan tercemar logam berat. Pada era saat ini jenis logam berat yang sering dijumpai dalam badan air pada perairan pesisir dan laut pada perairan yang tercemar adalah jenis logam berat berupa merkuri (Hg), timbal (Pb), kadmium (Cd), arsen (As), selenium (Se),

kobalt (Co), nikel (Ni), tembaga (Cu), kromium (Cr), seng (Zn) (Karuniastuti, 2013).

Pengembangan bio-baterai menjadi alternatif yang sangat berguna bagi kehidupan sehari-hari yang tidak dapat lepas dari pemanfaatan baterai. Baterai yang selama ini beredar di sekeliling kita, banyak mengandung logam berat yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dibuang dengan benar (Patang, 2018). Sedangkan bio-baterai merupakan suatu baterai yang berasal dari bahan alam yang ramah lingkungan dan tidak mengandung bahan kimia yang berbahaya serta dengan harga yang relatif sangat murah (Kartawidjaja, 2008). Prinsip bio-baterai akan diterapkan dalam *Sediment Battery*, dengan menggunakan bahan sedimen bakau. Sedimen hutan mangrove atau bakau memiliki potensi yang besar sebagai sumber berbagai bahan organik pada vegetasi kehidupan pesisir (Wiryanan *et al.*, 2014). Sedimen bakau memiliki kandungan karbon organik sebanyak 70 %, lebih banyak dibandingkan sedimen muara sungai dan telah terbukti sebagai inoculum alami yang dapat digunakan pada metode *Microbial Fuel Cell* (Salvin *et al.*, 2012). Sedimen hutan mangrove diketahui mengandung berbagai bakteri yang didukung oleh kandungan sedimen organik dari hutan mangrove, pelapukan organik dan limbah pohon bakau.

Keberadaan bakteri dan mikroorganisme di ekosistem mangrove memiliki peran yang penting dalam menguraikan sisa daun mangrove menjadi bahan organik sebagai sumber nutrisi bagi tanaman dan organisme lain yang hidup di hutan mangrove. Pada sediment hutan mangrove terdapat bakteri proteolitik yang akan menambah nutrisi dalam tanah mangrove, sehingga dapat menyuburkan area mangrove. Pada sediment hutan mangrove khususnya di daerah Margomulyo Balikpapan Kalimantan Timur, berdasarkan penelitian Hastuti *et al.*, (2017) spesies bakteri proteolitik yang ditemukan berasal dari genus *Pseudomonas*, *Vibrio* dan *Bacillus*. Sedimen hutan mangrove mengindikasikan banyaknya bakteri aktif yang mampu untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi seperti bio-baterai (Wiryanan *et al.*, 2014).

Salah satu teknologi bioenergi yang dapat dikembangkan pada bio-baterai yaitu *Microbial Fuel Cell* (MFC), bioteknologi yang dirintis guna menghasilkan listrik dari komponen organik (Logan, 2008). Teknologi ini berada di bawah

kategori “Biomassa” bersama dengan teknologi biomassa lainnya. Karakteristik MFC memungkinkan manusia untuk mengolah biomassa, tanah dan berbagai air limbah organik maupun komponen organik lainnya agar mampu menghasilkan energi listrik secara langsung. Pengembangan *Microbial Fuel Cell* (MFC) didukung dengan hasil metabolisme bakteri elektrokimia yang dapat dikonversi berupa elektron menjadi listrik (Alfian, 2018). Bakteri penghasil listrik biasanya berasal dari genus *Desulfobulbus* atau *Geobacteraceae*, atau yang berhubungan dengan *Natronocella*, *Beijerinckiaceae*, *Rhizobiales* atau *Rhodobacte* (Kaku *et al.*, 2008). Pengaplikasian MFC dapat dikembangkan lagi pada metode *Sediment-Microbial Fuel Cell* (S-MFC) yang secara mekanisme, S-MFC memanfaatkan mikroorganisme yang terdapat pada sedimen untuk mendegradasi bahan organik dan menghasilkan elektron yang ditransfer ke anoda kemudian dialirkan ke katoda (Logan, 2006). Dalam penelitian Wiryawan *et al.*, (2014) genus *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Photobacterium*, *Salinivibrio* dan genus *Basilus*, *Acinetobacter*, *Aeromonas hydrophila* pada penelitian Riyanto *et al.*, (2010) memiliki rapat arus yang baik dan berpotensi dapat menghasilkan listrik dengan sistem S-MFC.

Perkembangan penelitian yang mempelajari pemanfaatan tanah maupun sedimen sebagai bahan baku MFC antara lain, penelitian (Muler *et al.*, 2015) didalam tesisnya yang mengulas tentang efek pada parameter S-MFC terhadap tegangan keluarannya. Hasil analisis penelitian tersebut didapat tegangan rata rata percobaan selama 66 jam sebesar 96,36 mV dengan maksimum tegangan 120,1 mV dengan menggunakan elektroda *carbon brush* (Muler *et al.*, 2015). Potensi sedimen bakau di Indonesia, melalui metode S-MFC menghasilkan fakta bahwa sedimen bakau memiliki kandungan organik yang tinggi hingga menghasilkan *current density* yang tinggi 3235,32 mA/m² dibanding sedimen teluk yang hanya 139,52 mA/m² (Wiryawan *et al.*, 2014). Sedimen bakau memiliki konduktivitas dan salinitas yang tinggi serta memiliki pengaruh yang besar terhadap rapat arus yang tinggi pula. Dalam penelitian lainnya yang berkaitan dengan S-MFC yaitu penelitian tentang pengujian baterai dari tanah dimana mendapatkan hasil ketika baterai *discharged* sebesar 10 mA (0.25 mA/cm²), saat tegangan sirkuit terbuka

nilai yang dihasilkan mencapai 0,24 V, daya keluaran mencapai $43 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (Meng *et al.*, 2014).

Permasalahan pengolahan sedimen khususnya sedimen bakau dapat dibatasi dengan menggunakan teknologi *microbial fuel cell* (MFC) lainnya yang dapat dirumuskan dalam sebuah konsep baterai yang diberi nama *Sediment Battery*. Selama ini penelitian dari MFC maupun S-MFC hanya berada pada pembuktian potensi maupun pembuktian bahan baik itu sumber bahan baku maupun elektrodanya. Konversi energi listrik banyak diteliti dengan menggunakan berbagai macam jenis tanah maupun sediment akan tetapi hanya sebatas proses pembuktian. Pemilihan sediment bakau sebagai sumber dalam metode S-MFC dalam pembuatan *Sediment Battery* karena memiliki kandungan organik yang mumpuni terhadap S-MFC. Sementara untuk menjadikannya selayaknya baterai butuh tambahan masukan dari penelitian dari Meng *et al.*, (2014) dan Khan *et al.*, (2008) seputar baterai dengan bahan dasar tanah serta proyeksi perancangan baterai yang baik dari Dustman *et al.*, (2004). Pada penelitian tentang perbandingan variasi luas permukaan elektroda, terdapat kelemahan dari penelitian sebelumnya (Muler, 2015) yaitu memakai elektroda *carbon brush* mencapai 0,41 mW.

Penggabungan beberapa penelitian dari metode S-MFC, kualitas sedimen bakau, baterai berbahan tanah hingga pengujian karakteristik elektrisitas MFC, dapat membantu terlaksananya penelitian *Sediment Battery* hingga menemukan karakteristik elektrisitas yang tepat. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu langkah untuk memperoleh sumber energi yang ramah lingkungan serta menjadi landasan pedoman untuk penelitian selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut

1. Bagaimana potensi energi listrik yang dihasilkan dari pemanfaatan sedimen bakau?
2. Bagaimana karakteristik elektrisitas *Sediment Battery* dengan penelitian serupa, menggunakan sedimen bakau Margomulyo, Balikpapan, Kalimantan Timur?

3. Bagaimana perbandingan kemampuan *Sediment Battery* dengan konfigurasi tunggal dan seri?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mempelajari potensi energi listrik yang dihasilkan dari pemanfaatan sedimen bakau.
2. Membandingkan karakteristik eletrisitas *Sediment Battery* dengan penelitian serupa, menggunakan sedimen bakau Margomulyo, Balikpapan, Kalimantan Timur.
3. Membandingkan karakteristik elektrisitas *Sediment Battery* berdasarkan parameter variasi luas permukaan elektroda dan konfigurasi rangkaian.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Pemanfaatan Sedimen Bakau menjadi bahan baku *Sediment Battery* yang ramah lingkungan.
2. Produksi energi listrik yang ramah lingkungan, ekonomis dan berkelanjutan.
3. Perancangan *Sediment Battery* yang ekonomis sehingga dapat diterapkan di wilayah pesisir dalam kehidupan sehari-hari.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini agar lingkup dari pembahasan tidak meluas adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran dilakukan selama satu bulan dengan durasi pengambilan data sakali dalam satu hari.
2. *Sediment Battery* dipertahankan pada suhu 28°C sampai dengan 29°C.
3. Parameter yang dilakukan pada penelitian ini adalah variasi luas permukaan elektroda tembaga (10 cm × 4 cm × 0,1 cm), seng (5 cm × 4 cm × 0,1 cm)

dan tembaga ($5 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 0,1 \text{ cm}$), seng ($5 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 0,1 \text{ cm}$) serta variasi lain berupa konfigurasi tunggal dan seri.

4. Keluaran yang akan dihasilkan adalah karakteristik elektrisitas *Sediment Battery* berupa tegangan sirkuit terbuka, tegangan awal, daya, densitas daya, densitas arus dan masa hidup baterai.
5. Sampel dari Lokasi A menjadi sampel pengukuran utama, sedangkan sampel Lokasi B dan C hanya sebagai pembanding.
6. Sedimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sedimen bakau di kawasan hutan bakau Margomulyo, Balikpapan.
7. Elektroda yang digunakan pada *Sediment Battery* berupa logam jenis tembaga dan seng.
8. Uji korosi belum terlaksana dalam pengujian kinerja elektroda pada *Sediment Battery*.
9. Uji bakteri dan salinitas belum terlaksana dalam pengujian kinerja sedimen bakau pada *Sediment Battery*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang dasar teori yang digunakan dan menjadi ilmu penunjang bagi peneliti, berkenaan dengan masalah yang ingin diteliti berkaitan dengan karakteristik sedimen bakau, elektroda, metode *sediment microbial fuel cell*, *single chamber microbial fuel cell* dan pengukuran elektrisitas *Sediment Battery* dan peralatan yang dibuat untuk mendukung terbuatnya sistem ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan alur pengerjaan tugas akhir dan data-data yang akan diolah pada pengerjaan tugas akhir ini

BAB IV : ANALISA DATA

Menjelaskan mengenai hasil karakteristik elektrisitas *Sediment Battery* dengan menggunakan metode *Sediment-Microbial Fuel Cell* berbahan baku sedimen bakau Margomulyo, Balikpapan.

BAB V : KESIMPULAN

Berisi tentang kesimpulan yang didapatkan dari pembahasan dan analisa yang dilakukan sebelumnya serta saran untuk penelitian selanjutnya.

www.itk.ac.id



www.itk.ac.id

www.itk.ac.id



Halaman ini sengaja dikosongkan

www.itk.ac.id