

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertambahan jumlah penduduk diringi dengan meningkatnya kebutuhan energi untuk melakukan aktivitas baik pada sektor industri, rumah tangga, usaha maupun lainnya, membuat persediaan energi semakin menipis. Saat ini terjadi ketergantungan energi yang berasal dari bahan bakar fosil dengan persediaan terbatas serta menimbulkan polusi (Franks & Nevin, 2010). Telah banyak inovasi baru untuk menggantikan bahan bakar fosil, salah satunya dengan energi listrik. Akan tetapi pasokan energi listrik masih terbatas, sementara konsumsi listrik Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Sehingga diperlukan sumber energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi. Diharapkan nantinya sumber energi alternatif dapat mengganti penggunaan bahan bakar fosil yang selama ini menjadi sumber energi utama bagi masyarakat Indonesia.

Indonesia merupakan salah satu negara dengan penduduk terbanyak. Hasil samping dari aktivitas penduduk akan menghasilkan limbah organik dan anorganik. Limbah tersebut masuk ke dalam badan perairan bercampur dengan bahan organik lainnya dan bermuara di laut, kemudian terjadi pengendapan. Endapan tersebut dikenal dengan istilah sedimen (Mulyadi dkk., 2015).

Bakteri mempunyai peranan penting pada ekosistem perairan, terutama dalam proses dekomposisi bahan organik secara enzimatik. Hasilnya berupa senyawa sederhana yang digunakan sebagai sumber energi bakteri (Moriber, 1974; Saunder, 1980). Proses dekomposisi dilakukan oleh bakteri aerob dan anaerob. Bakteri aerob menggunakan oksigen terlarut dalam air, sedangkan senyawa-senyawa kimia yang mengandung oksigen dimanfaatkan oleh bakteri anaerob dalam proses degradasi bahan organik (Sunarto, 2003). Bakteri memanfaatkan bahan organik kompleks seperti

glukosa dan asam amino, kemudian diubah menjadi asam lemak, asetat, produk minor fermentasi dan senyawa aromatik untuk dioksidasi sehingga menghasilkan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}^+$  dan elektron (Lovley, 2006).

Sebagian bakteri mempunyai kemampuan untuk mentransfer elektron ke luar dari sel atau disebut dengan *exoelectrogenic bacteria*. Contoh bakteri dengan kemampuan tersebut yang sudah dilaporkan yaitu famili Geobacteraceae dan Desulfobulbaceae yang ditemukan dari beberapa varietas perairan dan digunakan sebagai penghasil biolistrik.

Kawasan Muaro Padang memiliki sedimentasi cukup tinggi dengan warna perairan keruh cenderung coklat dan disertai aroma tidak sedap. Berdasarkan penelitian Putri (2010), terdapat indikasi pencemaran bahan organik pada Muaro Padang dengan kondisi COD melebihi baku mutu dan tidak sesuai lagi untuk kehidupan biota di dalamnya. Hal ini terjadi karena disekitarnya merupakan kawasan daerah padat penduduk dan aktivitas perkapalan sehingga terjadi penurunan kualitas perairan di kawasan Muaro Padang.

Pencemaran Ekosistem perairan oleh bahan organik dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya. Bahan organik kompleks pada sedimen akan dioksidasi dan menghasilkan elektron yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik akibat beda potensial yang terjadi (Lovley, 2006).

Upaya untuk mengatasi permasalahan limbah organik dan pencarian energi alternatif terbarukan (*renewable*) dapat dilakukan dengan teknologi *Microbial Fuel Cell* (MFC). Teknologi ini memanfaatkan bahan organik dalam substrat yang digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitas metabolisme (Tjandra *et al.*, 2010). Aktivitas ini dapat menghasilkan energi listrik dari energi kimia yang diubah oleh mikroorganisme melalui reaksi katalitik dan elektrokimia aktif (Kim *et al.*, 2002). Elektron yang dihasilkan kemudian mengalir dari

bagian anoda ke katoda dan bereaksi dengan oksigen membentuk air pada bagian katoda. Mekanisme transfer elektron dari bakteri ke anoda dapat melalui membran luar sel, dengan mediator dan melalui *bacterial nanowires* atau pili (Logan *et al.*, 2006).

MFC sangat dipengaruhi oleh keadaan substrat sebagai sumber nutrisi untuk mikroba dalam melakukan metabolisme sel. Selain itu substrat juga menjadi faktor kunci untuk produksi biolistrik melalui teknologi MFC (Aminin, 2014). Oleh sebab itu pemilihan sedimen sebagai substrat menjadi penting untuk biolistrik karena kaya akan bahan organik yang tinggi.

Sumber energi alternatif menggunakan sedimen sebagai substrat atau dikenal dengan istilah *Sedimen Microbial Fuel Cell* (SMFC) telah diteliti sebelumnya, antara lain sedimen dari sungai yang menghasilkan arus listrik sebesar  $20,2 \text{ mA/m}^2$  (Hong *et al.*, 2010). Sebelumnya Holmes *et al.* (2004) menggunakan sedimen laut sebagai substratnya, menghasilkan arus listrik maksimal sebesar  $30 \text{ mA/m}^2$ , selanjutnya Riyanto dkk. (2011) melaporkan dengan menggunakan sedimen laut Teluk Jakarta menghasilkan arus listrik mencapai  $139,51 \text{ mA/m}^2$  pada hari ke-21 pengamatan.

Bukan hanya sebagai substrat untuk menghasilkan biolistrik, pemanfaatan sedimen juga berdampak positif untuk mengurangi kandungan bahan organik sedimen perairan. Hong *et al.* (2008) melaporkan kandungan bahan organik sedimen Danau Ilgam Seoul mengalami penurunan dari 3,52 % menjadi 2,37 % setelah dimanfaatkan untuk produksi biolistrik. Hong *et al.* (2009) juga melaporkan terjadi penurunan kandungan bahan organik sedimen danau Sihwa Korea dari 6,4 % menjadi 4,20 %. Riyanto dkk. (2011) juga melaporkan penurunan karbon organik dari sedimen laut Teluk Jakarta untuk produksi energi listrik melalui teknologi SMFC dari  $2,19 \pm 0,44\%$  menjadi  $1,88 \pm 0,40\%$ .

Pencemaran bahan organik perairan serta kebutuhan energi alternatif baru menjadi suatu permasalahan yang sekaligus menjadi solusi untuk produksi biolistrik

dengan menggunakan teknologi *Sediment Microbial Fuel Cell* (SMFC). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengurangi akumulasi bahan organik sedimen perairan dan mendapatkan energi alternatif baru yang ramah lingkungan.

## 1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah karakteristik sedimen kawasan Muaro Padang, Sumatera Barat ?
2. Berapakah produksi arus listrik tertinggi (dalam *current density*) yang dapat dihasilkan melalui SMFC ?
3. Bagaimanakah karakteristik sedimen sebagai substrat SMFC ?
4. Apakah terdapat isolat bakteri pada anoda SMFC ?

## 1.3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakteristik sedimen kawasan Muaro Padang, Sumatera Barat.
2. Menghitung produksi arus listrik tertinggi (dalam *current density*) yang dapat dihasilkan melalui SMFC.
3. Mengetahui karakteristik sedimen sebagai substrat SMFC.
4. Menemukan isolat bakteri yang terdapat pada anoda SMFC.

## 1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi pemanfaatan sedimen sebagai substrat untuk menghasilkan biolistrik, serta menginformasikan perolehan jumlah arus listrik dan karakteristik sedimen di kawasan Muaro Padang. Selain itu juga diharapkan dapat menjadi informasi tambahan dalam pengembangan sistem MFC sebagai metode alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.