Diversifikasi Sumber Energi Terbarukan melalui Penggunaan Air Buangan dalam Sel Elektrokimia Berbasis Mikroba

Berlian Sitorus

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura
Jl. Ahmad Yani – Pontianak - 78124
E-mail: lian_205@yahoo.com

Abstract– *Sel elektrokimia berbasis mikroba atau Microbial Fuel Cell (MFC) merupakan pengembangan fuel cell yang umumnya berbahan bakar hidrogen murni. MFC menggunakan mikroorganisme sebagai katalis untuk mengoksidasi senyawa organik dalam metabolismenya dan melibatkan proses transfer elektron yang digunakan untuk memproduksi tegangan dan arus listrik. Arus listrik dapat dihasilkan bila terdapat senyawa mediator dalam kompartemen anoda yang akan melakukan penetrasi ke dalam membran plasma sel, kemudian mengambil elektron dari rantai transfer elektron mikroorganisme tersebut serta membawanya menuju ke permukaan elektroda. Penggunaan materi organik, misalnya air buangan organik, yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber energi dapat mereduksi biaya selain menjadi alternatif solusi penanggulangan air buangan organik. Tiga jenis air buangan, yakni yang bersumber dari rumen sapi, industri tahu dan industri sawit dapat dimanfaatkan sebagai substrat dan agensia mikroba pada sistem MFC. Adapun beda potensial tertinggi didapat oleh rumen sedangkan potensial listrik yang paling rendah adalah air buangan tahu.*

Keywords– *air buangan, elektroda, sel bahan bakar, transfer elektron*

1. Pendahuluan

Krisis energi telah memicu pengembangan sumber energi alternatif terbarukan (*renewable*) untuk mensubstitusi penggunaan minyak bumi yang selama ini menjadi sumber energi utama bagi masyarakat. Di antara beragam pilihan penghasil energi substituen, *fuel cell* atau sel bahan bakar merupakan salah satu contoh teknologi energi alternatif yang berpotensi untuk dikembangkan. Selama ini *fuel cell* umumnya memanfaatkan hidrogen murni sebagai sumber energi (donor elektron). Sel elektrokimia berbasis mikroba atau *Microbial Fuel Cell* (selanjutnya disebut sebagai MFC) merupakan sel bahan bakar *(fuel cell)* yang memanfaatkan materi organik untuk digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi dalam melakukan aktivitas metabolismenya. Menurut beberapa penelitian yang pernah dilakukan, energi *fuel cell* tidak selalu harus bersumber dari hidrogen murni, melainkan juga dapat bersumber dari zat-zat lain yang mengandung hidrogen atau menghasilkan elektron. Dengan pemanfaatan air buangan sebagai sumber energi (substrat), biaya operasional diharapkan dapat ditekan menjadi lebih murah. Selain itu, aplikasi teknologi ini juga dapat menjadi solusi alternatif bagi penanggulangan limbah yang umumnya memberikan dampak negatif terutama bagi masyarakat sekitar [1,2].

2. Sel Bahan Bakar

Sel bahan bakar atau *fuel cell* yang menggunakan reaksi kimia, lebih baik daripada mesin pembakaran, untuk memproduksi energi listrik. Istilah *fuel cell* sering dikhususkan untuk hidrogen-oksigen *fuel cell*. Proses yang terjadi di dalamnya merupakan kebalikan dari elektrolisis. Pada elektrolisis, arus listrik digunakan untuk menguraikan air menjadi hidrogen dan oksigen. Dengan membalik proses ini, hidrogen dan oksigen direaksikan dalam *fuel cell* untuk memproduksi air dan arus listrik. Konversi energi *fuel cell* biasanya lebih efisien daripada jenis pengubah energi lainnya. Efiensi konversi energi dapat dicapai hingga 60-80%. Keuntungan lain dari *fuel cell* adalah mampu menyuplai energi listrik dalam waktu yang cukup lama. Tidak seperti baterai yang hanya mampu mengandung material bahan bakar yang terbatas, *fuel cell* dapat secara kontinu diisi bahan bakar (hidrogen) dan oksigen dari sumber luar. *Fuel cell* merupakan sumber energi ramah lingkungan karena tidak menimbulkan polutan dan sungguh-sungguh dapat digunakan terus-menerus jika ada suplai hidogen yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui.

Fuel cell mampu menghasilkan listrik arus searah. Alat ini terdiri dari dua buah elektroda, yaitu anoda dan katoda yang dipisahkan oleh sebuah membran polimer yang berfungsi sebagai elektrolit. Membran ini sangat tipis, dengan ketebalan hanya beberapa mikrometer saja. Hidrogen dialirkan ke dalam *fuel cell* yaitu ke bagian anoda, sedang oksigen atau udara dialirkan ke bagian katoda, dengan adanya membran, maka gas hidrogen tidak akan bercampur dengan oksigen. Membran dilapisi oleh platina tipis yang berfungsi sebagai katalisator yang mampu memecah atom hidrogen menjadi elektron dan proton. Proton mengalir melalui membran, sedang elektron tidak dapat menembus membran, sehingga elektron akan menumpuk pada anoda, sedang pada katoda terjadi penumpukan ion bermuatan positif. Apabila anoda dan katoda dihubungkan dengan sebuah penghantar listrik, maka akan terjadi pengaliran elektron dari anoda ke katoda, sehingga terdapat arus listrik. Elektron yang mengalir ke katoda akan bereaksi dengan proton dan oksigen pada sisi katoda dan membentuk air. Adapun reaksi kimia yang terjadi pada *fuel cell*

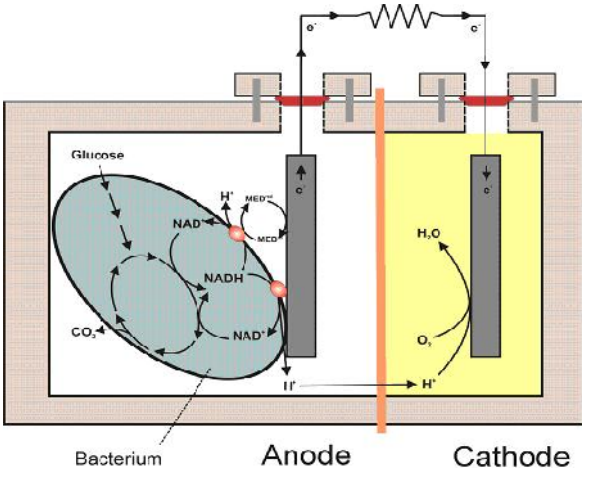
Anoda : $2H_2 \rightarrow 4H^+ + 4e^-$

Katoda : $4e^- + 4H^+ + O_2 \rightarrow 2H_2O$

3. Sel Bahan Bakar Berbasis Mikroba *(Microbial Fuel Cell)*

MFC merupakan rangkaian peralatan yang menggunakan bakteri sebagai katalis untuk mengoksidasi senyawa-senyawa organik dan anorganik dan menghasilkan arus listrik. Elektron-elektron yang dihasilkan oleh bakteri-bakteri dari substrat tersebut akan ditransfer ke anoda (terminal negatif) dan mengalir ke katoda (terminal positif). Ciri khas dari *MFC* adalah terdiri dari bagian anoda dan katoda yang dipisahkan oleh sebuah membran spesifik kation. Pada bagian anoda, bahan bakar dioksidasi oleh mikroorganisme, dan menghasilkan elektron dan proton. Elektron akan dipindahkan ke bagian katoda melalui sirkuit listrik dan proton dipindahkan ke katoda melalui membran. Elektron dan proton digunakan di katoda, digabungkan dengan oksigen untuk membentuk air [3].

Penemuan tentang *MFC* bukanlah merupakan hal yang baru, karena konsep penggunaan mikroorganisme sebagai katalis dalam sel bahan bakar sudah dieksplorasi sejak tahun 1970-an. *MFC* dalam pengolahan air buangan rumah tangga juga sudah dikembangkan sejak tahun 1991. Tetapi, *MFC* dengan peningkatan luaran sehingga mampu mengubah energi yang tersedia dalam sebuah substrat yang *bio-convertible* langsung menjadi energi listrik, baru dikembangkan akhir-akhir ini. Hal ini dapat diperoleh ketika bakteri berubah dari elektron akseptor alami seperti oksigen dan nitrat, menjadi sebuah akseptor yang tidak dapat larut, seperti anoda dalam *MFC* (Gambar 2). Transfer ini dapat terjadi baik melalui komponen yang berhubungan dengan membran maupun melalui pengangkut elektron yang dapat larut [3].



Gambar 1. Prinsip kerja sel bahan bakar mikroba, *MFC*

Bakteri hidup di dalam anoda dan mengubah substrat seperti glukosa, asetat dan juga air buangan menjadi CO_2, proton dan elektron. Pada kondisi aerobik, bakteri menggunakan oksigen atau nitrat sebagai akseptor elektron akhir untuk menghasilkan air. Sedangkan di dalam anoda, tidak ada terbentuk oksigen dan bakteri yang harus diubah dari fungsinya sebagai akseptor elektron alami menjadi akseptor yang tidak dapat larut, seperti katoda *MFC*. Karena kemampuan bakteri untuk memindahkan elektron kepada akseptor elektron yang tidak dapat larut, *MFC* dapat juga digunakan untuk mengumpulkan elektron-elektron yang berasal dari metabolisme mikroba. Seperti dijelaskan sebelumnya, bahwa transfer elektron dapat berlangsung baik melalui komponen yang berhubungan dengan membran, pengangkut elektron yang dapat larut ataupun kabel-kabel nano *(nano-wires)*.

Elektron-elektron kemudian mengalir melalui sebuah rangkaian listrik dengan beban tertentu atau resistor ke katoda. Beda potensial (Volt) antara anoda dan katoda bersama dengan aliran elektron-elektron *(Ampere)* menghasilkan pembentukan daya listrik *(Watt)*. Kemudian elektron-elektron akan mengalir melalui proton ataupun membran penukar kation menuju ke katoda. Di katoda, akseptor elektron akan direduksi secara kimiawi. Idealnya, oksigen direduksi menjadi air. Untuk dapat menghasilkan laju reaksi reduksi oksigen yang cukup, digunakan katalis Platina. Tetapi kebanyakan peneliti telah berusaha menggunakan katalis logam yang bukan logam mulia.

MFC terdiri atas dua ruang yang dipisahkan oleh membran penukar proton (*Proton Exchange Membran* (PEM)). Satu ruangan menjadi tempat untuk anoda dan ruangan lainnya untuk katoda. Prinsip penggunaan MFC ini erat berhubungan dengan proses biokimia yang terjadi dengan melibatkan mikroba yang disebut glikolisis, siklus asam sitrat, dan rantai transfer elektron.

Berbeda dengan proses anaerobik, sebuah *MFC* menciptakan arus listrik dan keluaran berupa gas yang terutama terdiri dari CO_2. Bakteri hidup di dalam anoda dan mengubah substrat seperti glukosa, asetat dan juga air buangan menjadi CO_2, proton dan elektron. Untuk dapat menghasilkan laju reaksi reduksi oksigen yang cukup, digunakan katalis Platina. Tetapi umumnya peneliti telah berusaha menggunakan katalis logam yang bukan logam mulia [4].

Prinsip kerja MFC adalah memanfaatkan mikroba yang melakukan metabolisme terhadap medium di anoda untuk mengkatalisis pengubahan materi organik menjadi energi listrik dengan mentransfer elektron dari anoda melalui kabel, menghasilkan arus ke katoda. Transfer elektron dari anoda diterima oleh ion kompleks di katoda yang memiliki elektron bebas.

Dalam MFC, yang dapat digunakan sebagai donor elektron adalah zat hasil metabolisme mikroba atau elektron yang dilepaskan mikroba saat melakukan metabolismenya. Zat hasil metabolisme mikroba umumnya merupakan senyawa yang mengandung hidrogen, seperti etanol, metanol, atau gas metana. Senyawa ini dapat digunakan sebagai sumber hidrogen

melalui serangkaian proses dalam reformer untuk memproduksi elektron dan menghasilkan arus listrik.

Setiap aktivitas metabolisme yang dilakukan mikroba umumnya melibatkan pelepasan elektron bebas ke medium. Elektron ini dapat dimanfaatkan langsung pada anoda dalam MFC untuk menghasilkan arus listrik. Cara ini lebih mudah daripada mengolah senyawa yang mengandung hidrogen menjadi hidrogen murni lebih dulu [5].

4. Parameter-parameter Penentu Kemampuan dari *MFC*

Daya yang dihasilkan dalam suatu MFC bergantung baik kepada proses-proses biologi maupun elektrokimia. Dari proses elektrokimia, jumlah energi (*Joule*) yang dapat dihasilkan dapat dihitung berdasarkan luaran daya dan lamanya (waktu proses):

$$E = P \times t \quad (1)$$

dengan :

P = daya (*Watt*)

T = waktu (s)

Daya bergantung pada tegangan, V, dan arus, I:

$$P = V \times I \quad (2)$$

Faktor yang belakangan disebut dihubungkan oleh tahanan dari sel bahan bakar, melalui hukum *Ohm*

$$V = I \times R \quad (3)$$

dimana R merupakan tahanan (*Ohm*). Hubungan antara tegangan dan tahanan dapat dijelaskan sebagai

$$V = E_o - \eta_a - \eta_c - I \times R \quad (4)$$

dengan

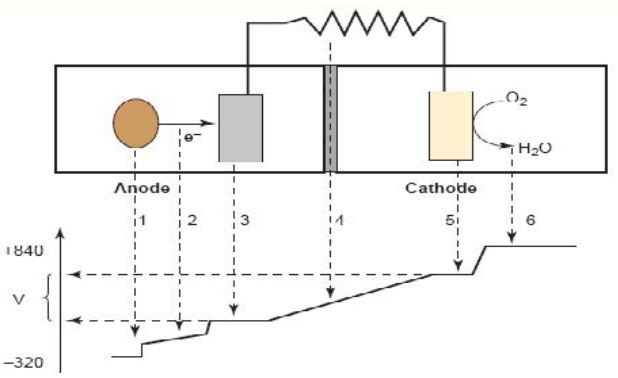
E_o = tegangan sel maksimum

η_a dan η_c = overpotensial yang hilang pada elektroda-elektroda

I x R = kehilangan yang berhubungan dengan tahanan elektrolit

Sehingga, hasil yang diukur pada sel bahan bakar akan lebih rendah dibanding dengan tegangan yang didapat. Secara praktisnya, pontensial sirkuit terbuka maksimum (potensial yang diobservasi ketika tidak ada arus yang melalui sirkuit listrik dari MFC) yang diteliti adalah pada daerah 750 – 800 mV. Setelah penutupan dari loop aliran listrik, tegangan ini berkurang secara signifikan. Hal ini terutama karena apa yang disebut sebagai potensial berlebih, yang adalah kehilangan potensial yang sehubungan dengan tahanan transfer elektron dan tahanan internal. Terdapat tiga jenis potensial lebih, yakni potensial lebih aktivasi, kehilangan ohmic dan polarisasi konsentrasi. Hal ini adalah seperti yang digambarkan pada Gambar 2.

Untuk MFC, potensial lebih pengaktifan muncul sebagai faktor pembatas utama. Potensial lebih ini sangat bergantung kepada densitas arus yang mengalir melalui anoda, sifat-sifat elektrokimia dari elektroda, kehadiran dari senyawa perantara dan temperatur operasional.



Gambar 2. Potensial hilang selama transfer elektron dalam sebuah *MFC*.

Keterangan gambar :

1. Potensial hilang karena transfer elektron oleh bakteri
2. Potensial hilang karena hambatan elektrolit
3. Potensial hilang pada anoda
4. Potensial pada hambatan MFC (beda potensial yang berguna)
5. Potensial hilang pada katoda
6. Potensial hilang karena reduksi dari akseptor elektron

5. Air Buangan sebagai Bahan baku MFC

Air buangan merupakan sisa buangan hasil suatu proses yang sudah tidak dipergunakan lagi, baik berupa sisa industri, rumah tangga, peternakan, pertanian, dan sebagainya. Komponen utama air buangan adalah air (99%) sedangkan komponen lainnya adalah bahan padat yang bergantung pada asal buangan tersebut.

Dalam sistem *MFC*, mikroba yang terdapat secara alami dalam air buangan dimanfaatkan untuk memproduksi energi listrik melalui reaksi yang memungkinkan terjadinya transpor elektron dari permukaan sel ke anoda. Energi listrik yang dihasilkan oleh konsorsium mikroba dalam sampel air buangan tanpa perlakuan khusus mungkin tidak cukup besar untuk dapat dimanfaatkan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan perolehan energi listrik, akan dilakukan pengukuran secara seri dan optimasi terhadap sampel. Optimasi bertujuan untuk meningkatkan produksi energi listrik oleh konsorsium mikroba. Upaya ini juga diharapkan dapat menurunkan kadar pencemar pada sampel air buangan yang digunakan.

Menurut hasil penelitian Christy dan Yazdi, MFC yang memanfaatkan 500 ml cairan rumen sapi sebagai komponen anoda mampu menghasilkan tegangan listrik sebesar 600 mV. Pada penelitian lanjutan di Penn State, telah dihasilkan energi untuk satu elektroda dengan luas permukaan sebesar 1 m^2 adalah 10-50 *miliWatt* [6]. Berdasarkan hasil penelitian tersebut telah terbukti adanya potensi pemanfaatan limbah organik yaitu salah satunya berasal dari cairan rumen sapi. Dengan pemanfaatan limbah, biaya operasional *fuel cell* diharapkan dapat ditekan menjadi lebih murah. Selain itu, aplikasi teknologi ini juga dapat menjadi solusi alternatif bagi penanggulangan limbah yang umumnya

memberikan dampak negatif terutama bagi masyarakat sekitar. Namun masih diperlukan pengkajian seputar pemanfaatan air buangan organik lainnya yang berpotensi menghasilkan beda potensial listrik dengan sistem MFC.

Sistem MFC yang memanfaatkan limbah, menggunakan air buangan sebagai anolit dan larutan potasium ferisianida dalam dapar (*buffer*) fosfat sebagai katolit. Di dalam air buangan terjadi proses metabolisme oleh mikroba yang menghasilkan ion H^+ (proton) dan elektron. Ion H^+ selanjutnya akan berpindah ke katoda melalui membran sedangkan elektron akan dialirkan keluar sistem mikroba melalui sirkuit eksternal yang secara langsung dapat digunakan untuk menghasilkan arus listrik.

Larutan potasium ferisianida yang menjadi komponen katoda merupakan senyawa kimia dengan rumus molekul $K_3[Fe(CN)_6]$, bersifat racun, dan dapat berfungsi sebagai agen pengoksidasi. Senyawa ini larut dalam air dan mampu memberikan warna *fluorescence* kuning kehijauan. Fe(III) yang terkandung di dalamnya akan tereduksi menjadi Fe(II) oleh elektron yang dialirkan dari anoda sebagai hasil metabolisme.

Besar kecilnya beda potensial yang dihasilkan oleh air buangan organik dipengaruhi oleh konsorsium mikroba yang hidup dan memanfaatkan nutrisi yang terkandung di dalam limbah tersebut. Makin aktif suatu konsorsium mikroba dalam melakukan metabolisme, makin banyak pula elektron bebas yang dihasilkan. Aliran elektron inilah yang menyebabkan beda potensial antara kedua kutub (anoda dan katoda) dan dapat dideteksi oleh multimeter.

6. Pembahasan

Dengan bejana sepasang, ketiga macam limbah organik yang diuji dengan sistem MFC dapat menghasilkan beda potensial listrik dengan nilai bervariasi. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 1, beda potensial listrik yang paling rendah adalah air buangan tahu, yakni 313 mV sedangkan yang paling tinggi adalah air buangan rumen, yakni 810 mV.

Tabel 1. Karakteristik air buangan organik yang dianalisis dengan sistem MFC.

Sampel Limbah	DO awal (mg/L)	DO akhir (mg/L)	pH awal	pH akhir	V-max (mV)
Tahu	0.2	1.4	3.93	4.06	313
Sawit	2.6	2.8	6.2	7	575
Rumen	1	1.9	6.45	7.02	810

Kandungan materi di dalam air buangan tahu dan kelapa sawit yang diperkirakan lebih sedikit dibandingkan air buangan rumen disebabkan oleh tahapan proses pengolahan tahu dan kelapa sawit. Proses pengolahan tahu, misalnya penyaringan cairan kedelai setelah digumpalkan dengan asam cuka dilakukan berulang kali hingga akhirnya tidak lagi diperoleh gumpalan. Cairan yang siap dibuang ke sungai inilah yang menjadi air buangan. Berdasarkan hal tersebut, kandungan materi organik di dalam air buangan tahu pastilah sedikit, ditambah pula dengan tingkat keasaman yang tinggi. Akibatnya, aktivitas metabolisme konsorsium mikroba di dalam air buangan tahu rendah.

Untuk mengetahui perubahan fisika dan kimia yang terjadi selama pengukuran beda potensial listrik sistem MFC dengan bejana sepasang, nilai pH dan DO air buangan diukur sebelum dan sesudahnya. Kenaikan nilai pH terjadi pada kisaran : 0,13 – 0,57 sedangkan kenaikan nilai DO terjadi pada kisaran 0,2 – 1 mg/L. Peningkatan tingkat keasaman limbah terkait dengan aliran ion H^+ dari anoda ke katoda yang akan mengurangi jumlah ion H^+ di anoda. Oleh karena itu, pH limbah meningkat di akhir pengukuran meski tidak signifikan.

Menurut PP No.20 tahun 1990 mengenai Standar Baku Mutu Lingkungan, kriteria air buangan yang boleh dibuang ke lingkungan yaitu harus memiliki kadar oksigen terlarut (DO) minimum sebesar 3 mg/L. Jika DO dalam limbah masih berada di bawah ambang batas minimum tersebut, limbah harus diolah terlebih dahulu hingga memenuhi DO minimum 3 mg/L. Pengukuran DO awal terhadap ketiga macam sampel air buangan yang diamati menunjukkan DO di bawah ambang batas minimum, yang berarti limbah tersebut tidak layak dibuang langsung ke lingkungan. Setelah limbah mengalami perlakuan sebagai anolit dalam sistem *MFC* selama 3 hingga 7 hari, terjadi peningkatan DO dalam limbah meskipun belum memenuhi standar baku mutu lingkungan. Peningkatan DO menunjukkan adanya aktivitas mikrobial di dalam air buangan. Perlakuan yang lebih lama kemungkinan akan meningkatkan DO terukur hingga melampaui batas minimum.

Peningkatan atau penurunan beda potensial listrik berkorelasi dengan jumlah elektron bebas yang dihasilkan oleh konsorsium mikroba. Peningkatan beda potensial yang terukur oleh multimeter kemungkinan terjadi saat mikroba melakukan pemecahan substrat sederhana yang terdapat di dalam medium. Adapun penurunannya, selain karena aktivitas anabolisme, kemungkinan dapat juga terjadi karena mikroba sedang beradaptasi untuk memecah substrat yang lebih kompleks menjadi sederhana. Peningkatan dan penurunan beda potensial listrik pada sistem *MFC* menggambarkan kedinamisan sistem karena digerakkan oleh makhluk hidup.

Beda potensial yang dihasilkan oleh konsorsium mikroba selama pengukuran pada sistem *MFC* baik dengan bejana sepasang maupun bejana seri tidak stabil. Nilainya berfluktuasi di tiap waktu pengamatan. Hal ini terkait pula dengan aktivitas metabolisme mikroba yang terdapat di dalam air buangan. Dalam aktivitas katabolisme, sejumlah energi dihasilkan saat senyawa kompleks dipecah menjadi senyawa sederhana. Sebaliknya, sejumlah energi dipakai saat senyawa sederhana disintesis menjadi senyawa kompleks. Kedua jenis metabolisme ini terjadi secara simultan. Pada waktu tertentu secara umum (skala konsorsium mikroba) selisih dari total energi yang dihasilkan dan yang dipakai dapat meningkat atau menurun, bergantung pada reaksi yang berlangsung.

Selain karena aktivitas metabolisme, fluktuasi beda potensial turut disebabkan oleh interaksi antara mikroba penyusun konsorsium. Produk fermentasi, (antara lain : laktat, suksinat, format, dll) dari satu jenis bakteri dapat menjadi substrat bagi jenis bakteri yang lain. Hal ini menyebabkan produk fermentasi tersebut tidak dapat dioksidasi untuk kemudian menghasilkan elektron bebas dan ion H^+. Elektron yang dialirkan dari anoda ke katoda berkurang sehingga beda potensial yang terukur berkurang.

7. Kesimpulan

1. Air buangan rumen sapi, air buangan tahu dan air buangan industri sawit dapat dimanfaatkan sebagai substrat dan agensia mikroba pada sistem *MFC*.
2. Dari tiga jenis air buangan yang diuji dengan sistem *MFC*, air buangan rumen memberikan tegangan listrik terbesar dibandingkan dua macam air buangan lain.

Referensi

[1] Aelterman,P., Rabaey,K., Clauwaert,P., Verstraete,W., (2006), Microbial fuel cells for wastewater treatment, *Water Science & Technology*. Vol. 54, no.8, pp. 9-15.

[2] Rabaey, K. dan Verstraete, W., 2005. Microbial fuel cells: novel biotechnology for energy generation. *Trends in Biotechnology*. Vol.23 No.6 pp. 291 – 298.

[3] Rabaey, K., Clauwaert, P., Aelterman, P., Verstraete, W., (2005), Tubular microbial fuel cells for efficient electricity generation. *Environ. Sci.Technol.*, vol.*39*, *no*.3, pp.8077-8082.

[4] Kim, B.H., Chang, S.I., Gadd, M.G., (2007), Challenges in microbial fuel cell development and operation. *Appl. Microbiol Biotechnol*, vol. 76, pp.485–494.

[5] Madigan, Thomas D., Michael T. Madigan, John M. Martinko & Jack Parker. 1997.*Biology of Microorganisms*, 8th Ed.. Prentice Hall International Inc, New Jersey.

[6] Yazdi, H.R., A.D. Christy, B.A. Dehority, and O.H. Tuovinen. 2006. ASABE Annual International Meeting, Oregon Convention Center, 9-12 July 2006. Proceeding : *A Microbial Fuel cell Coupling Anaerobic Degradation of Agricultural Lignocellulose Wastes to Electricity Generation.* Portland, Oregon

Biography

Berlian Sitorus, lahir di Barus, Indonesia, 10 Oktober 1974. Memperoleh gelar Sarjana Sains dari Institut Teknologi Bandung, Indonesia, 1998, M. Si dari Institut Teknologi Bandung, Indonesia, 2001 dan M.Sc dari Universiteit Gent, Belgia, 2006. Sejak tahun 2002 menjadi dosen di Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura. Bidang penelitian saat ini adalah kimia lingkungan termasuk pengolahan limbah.