

MENINGKATKAN EFISIENSI PENGOLAHAN LIMBAH DENGAN PROSES YANG BERPUSAT PADA MICROBIAL FUEL CELL

EKO J. SALIM & GERRALDO S. CANDRA

Ringkasan

Proses pengolahan limbah sekarang meninggalkan banyak ruang untuk dikembangkan dan ditingkatkan. Limbah dapat menjadi sumber energi yang berharga — sekitar 9 kali lebih banyak energi terkandung dalam limbah dibandingkan dengan energi yang diperlukan untuk mengolahnya dengan cara modern. Proses-proses yang tersedia sekarang jarang mempertimbangkan dan menggunakan hal ini, proses-proses ini juga sering tidak efisien dan 'kotor'. Menggabungkan teknologi-teknologi pengolahan limbah menjadi sebuah proses yang berpusat pada Microbial Fuel Cell (MFC) dapat memecahkan masalah ini.

DAFTAR ISI

1	Pendahuluan	1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Identifikasi Masalah	2
1.3	Batasan Masalah	2
1.4	Rumusan Masalah	2
1.5	Tujuan Penelitian	2
1.5.1	Tujuan Umum	2
1.5.2	Tujuan Khusus	2
1.6	Manfaat Penelitian	2
2	Tinjauan Pustaka	3
2.1	Kajian Teori	3
2.1.1	Microbial Fuel Cell	3
2.1.2	Anaerobic Digestion	4
2.1.3	Microalgae treatment	4
2.1.4	Membrane Separation	4
2.1.5	Struvite Precipitation	4
2.2	Hipotesis	4
3	A Section	4
	Pustaka	4

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pengolahan limbah yang ada sekarang tidak dapat memenuhi aspirasi masyarakat yang menginginkan air bersih, energi dan sumber daya dari limbah. Proses sekarang malah menggunakan energi yang signifikan. Konsumsi energi dari industri air diperkirakan adalah 2% dari konsumsi listrik global. Penting sekali adanya proses pengolahan yang lebih efisien dalam

konteks energi. Menurut Perserikatan Bangsa-Bangsa, diperkirakan tindakan meningkatkan efisiensi adalah 65% dari penghematan emisi global sampai dengan 2030.

Dalam proses-proses yang menghemat energi ini, juga diharapkan kalau dapat diperoleh energi dan sumber daya dari limbah. Mengingat pentingnya mendaur ulang energi dan sumber daya untuk kelangsungan peradaban manusia sekarang ini, pendauran ulang dari limbah sangat diharapkan.

1.2 *Identifikasi Masalah*

- Proses pengolahan limbah sekarang tidak dapat memenuhi aspirasi masyarakat
- Dari proses pengolahan limbah, diharapkan energi, air bersih dan sumber daya
- Proses sekarang tidak hemat energi, 2% dari total konsumsi listrik global adalah untuk air
- Penting didaur-ulangnya sumber daya dan energi dari limbah untuk memecahkan masalah energi dunia

1.3 *Batasan Masalah*

Memperoleh air bersih, energi dan sumber daya dari limbah

1.4 *Rumusan Masalah*

Bagaimana cara mendapatkan air, energi dan sumber daya dari limbah dengan cara efisien?

1.5 *Tujuan Penelitian*

1.5.1 *Tujuan Umum*

Diperolehnya proses / rangkain proses yang sesuai untuk digunakan dengan Microbial Fuel Cell untuk memaksimalkan sepenuhnya ekstraksi (air bersih, energi, sumber daya, dan lain lain) dari limbah dengan efisien.

1.5.2 *Tujuan Khusus*

- Mengidentifikasi kelemahan dan kelebihan dari proses-proses dan teknologi pengolahan limbah
- Meneliti kesesuaian Microbial Fuel Cell dengan proses-proses pengolahan limbah lainnya
- Memperoleh data penggunaan sistem Microbial Fuel Cell dengan berbagai tipe limbah

1.6 *Manfaat Penelitian*

Dengan penelitian ini, diharapkan rangkaian proses yang sesuai dapat ditemukan dan mulai digunakan masyarakat untuk mengolah limbah. Jika digunakan, masyarakat dapat menjadi lebih hijau dan berdikari.

2.1 Kajian Teori

Banyak teknologi dapat digunakan untuk pengolahan limbah: dari sistem *activated sludge* sampai *vacuum evaporation*. Menggabungkan teknologi-teknologi yang ada ini menjadi sistem yang berpusat pada Microbial Fuel Cell dapat menghasilkan pengolahan limbah yang berkelanjutan.

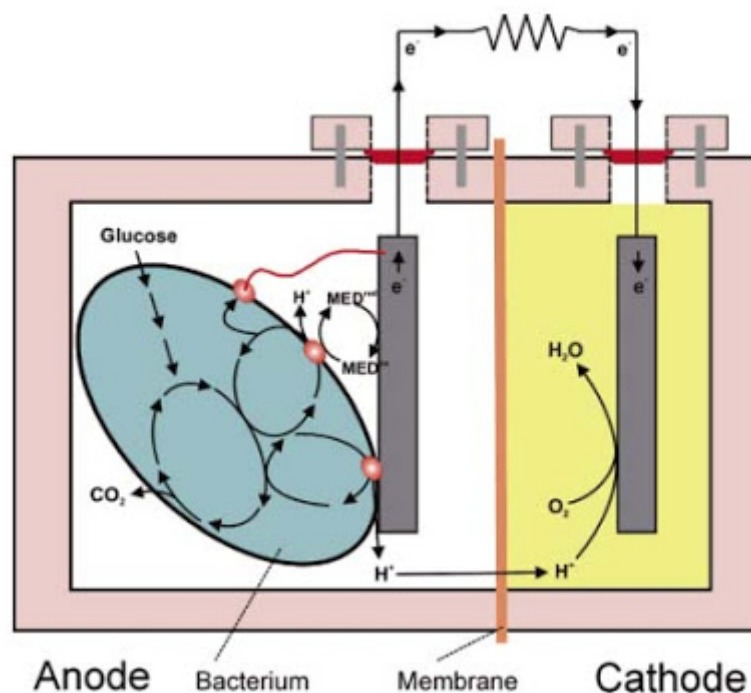
2.1.1 Microbial Fuel Cell

Microbial Fuel Cell adalah alat yang menghasilkan arus menggunakan bakteri. bakteri di dalam MFC bekerja sebagai sebuah katalis untuk mengoksidasi zat organik maupun zat anorganik. Elektron hasil dari oksidasi ini bergerak menuju elektroda dan akhirnya menuju katoda dari anoda. Bagaimana cara elektron ditransfer ke anoda adalah perbedaan antara MFC dengan penengah dan tanpa penengah. Di MFC dengan penengah, ada penengah redox yang mengangkut elektron ke anoda. Jika tidak ditambah mediator eksogen, MFC tersebut dikatakan sebagai MFC tanpa penengah. Dalam MFC tanpa penengah, transfer elektron bisa dilakukan dengan cara: *direct membrane associated electron transfer*, *bacteria's nanowire*, dll.

Di hampir semua MFC, elektron yang mencapai katoda bergabung dengan proton yang membaur dari anoda dan juga dengan oksigen dari udara; produk hasil penggabungan ini adalah air. Oksidator kimia juga dapat digunakan.

Karena MFC 'memakan' zat organik dan anorganik dan juga memproduksi listrik, MFC dapat digunakan dalam pengolahan limbah. Banyak riset telah meneliti tentang MFC dan pengolahan limbah, dari efektivitasnya dalam mengolah limbah intensitas tinggi sampai menambahkan efektivitas MFC dengan *spiral spacer*.

Dalam proses pengolahan berbasis MFC, kelemahan dan kelebihan MFC harus dipertimbangkan. MFC yang sekarang kurang cocok dalam mengolah limbah intensitas tinggi. Isu *scaling* juga adalah sebuah kelemahan MFC. Dengan menggabungkan teknologi MFC dengan teknologi lain, kita dapat mengatasi kelemahan-kelemahan dari MFC.



Gambar 1: Microbial Fuel Cell

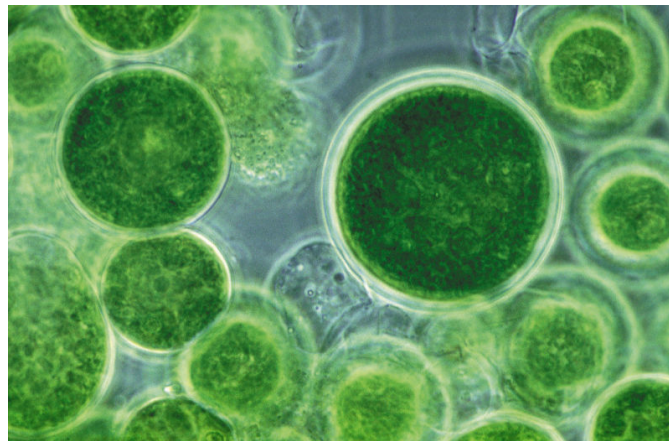
2.1.2 *Anaerobic Digestion*

Anaerobic digestion atau pencernaan anaerobik adalah proses dimana bakteri memecah zat *biodegradable* saat tidak adanya oksigen. Pencernaan anaerobik dapat menghasilkan metana. Proses ini dimulai dengan hidrolisis oleh bakteri, polimer organik bersifat tidak larut diolah untuk digunakan bakteri lain. Bakteri *acidogenic* mengubah gula dan asam amino menjadi asam asetat dan juga ammonia, hidrogen dan karbon dioksida. Kemudian, produk ini diubah menjadi metana dan karbon dioksida. Metana yang dihasilkan ini dapat digunakan untuk menghasilkan listrik.

Pencernaan anaerobik sudah dibuktikan dapat mengolah limbah intensitas tinggi, salah satu kelemahan dari MFC. Dari pengolahan limbah intensitas tinggi, hasilnya dapat digunakan oleh MFC untuk menghasilkan listrik dan lebih membersihkannya.

2.1.3 *Microalgae treatment*

Microalgae atau mikroalga dapat menjadi proses olahan setelah proses MFC. Mikroalga dapat mengolah nutrisi dan logam berat. Hasil olahan adalah biomassa yang dapat digunakan untuk produksi listrik.



Gambar 2: Mikroalga

2.1.4 *Membrane Separation*

2.1.5 *Struvite Precipitation*

2.2 *Hipotesis*

3 A SECTION

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

PUSTAKA

- [1] Jon Bentley. *Programming Pearls*. Addison-Wesley, Boston, MA, USA, 2nd edition, 1999.
- [2] Robert Bringhurst. *The Elements of Typographic Style*. Version 4.0: 20th Anniversary Edition. Hartley & Marks Publishers, Point Roberts, WA, USA, 2013.
- [3] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, and Clifford Stein. *Introduction to Algorithms*. The MIT Press, Cambridge, MA, USA, 3rd edition, 2009.
- [4] Gunter Dueck. *Dueck's Trilogie: Omnisophie – Supramanie – Topothesie*. Springer, Berlin, Germany, 2005. <http://www.omnisophie.com>.
- [5] Donald E. Knuth. Computer Programming as an Art. *Communications of the ACM*, 17(12):667–673, 1974.
- [6] Donald E. Knuth. Big Omicron and Big Omega and Big Theta. *SIGACT News*, 8(2):18–24, 1976.
- [7] Ian Sommerville. *Software Engineering*. Addison-Wesley, Boston, MA, USA, 10th edition, 2015.
- [8] Nassim Nicholas Taleb. *Antifragile: Things That Gain from Disorder (Incerto Book 3)*. Random House, New York, NY, USA, 2012.