

MODEL MICROBIAL FUEL CELL DENGAN VARIASI JUMLAH SEL SECARA SERIAL TERHADAP ELEKTRISITAS DALAM MENURUNKAN KADAR BOD LIMBAH CAIR

Mimin Karmini²⁾, Bambang Yulianto ST,MT²⁾

Jurusan Kesehatan Lingkungan¹⁾, Jurusan Kesehatan Lingkungan²⁾

Mimin28karmini@gmail.com

ABSTRAK

Microbial Fuel Cell (MFC) merupakan pengembangan Fuel Cell dengan cara bioproses yang biasanya berbahan bakar hidrogen murni. Penggunaan materi organik misalnya yang terkandung dalam limbah cair organik, dapat dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber energi dapat mereduksi biaya selain menjadi alternatif solusi penanggulangan limbah cair organik. Dalam penelitian ini, ingin diketahui potensi konsorsium mikroba dalam air limbah yang berasal dari pabrik tahu yang berada di wilayah Cibuntu Kota Bandung untuk menghasilkan beda potensial listrik menggunakan sistem MFC bejana tanpa membran dengan memvariasikan jumlah sel secara serial masing-masing sebanyak 2, 3 dan 4 sel. Untuk meningkatkan elektrisitas yang terbentuk, terhadap air limbah tersebut ditambahkan lumpur aktif yang berasal dari suatu IPAL. Pada penelitian ini diamati elektrisitas yang terbentuk dari variasi jumlah sel secara serial dan prosentase penurunan kadar BOD air limbah tahu yang dihasilkannya.. Populasi yaitu seluruh air limbah tahu yang ada dalam tong volume 60 lt di pabrik tahu Family Cibuntu Kota Bandung. Sampel yaitu sebagian air limbah yang diambil dari populasi, Teknik pengambilan sampel secara grab sampling (sesaat), Besar sampel setelah melewati MFC yaitu 3 perlakuan x 6 pengulangan x 600 ml = 10,800 ml, ditambah dengan sampel air baku 6 x 600 ml = 3.600ml, Total sampel yaitu 14.400 ml Analisa data menggunakan analisis bivariat yaitu Anova. Hasil penelitian yaitu daya Listrik pada saat air limbah awal masuk proses MFC pada variasi 2 sel terendah 2,75 mVolt dan tertinggi 4,47 mVolt, pada 4 sel terendah 5,37mVolt, tertinggi 7,84 mVolt, pada 6 sel terendah 7,91 m Volt dan tertinggi 12,07 mVolt. Daya Listrik setelah melewati proses MFC : pada variasi 2 sel terendah 2,93 mVolt, dan tertinggi 3,29 mVolt, variasi 4 sel terendah 5,98 mVolt dan tertinggi 6,41 mVolt, variasi 6 sel terendah 9,18 mVolt dan tertinggi 9,86 mVolt. Terdapat perbedaan yang bermakna dari berbagai variasi sel MFC terhadap daya listrik yang dihasilkan. Jumlah sel secara serial yang optimum dalam menghasilkan daya listrik pada proses sistem MFC dalam menurunkan kadar BOD air limbah yaitu pada variasi sel 6 sel. Persentase penurunan kadar BOD air limbah tahu pada awal masuk proses MFC dan setelah melewati proses MFC selama 24 jam pada variasi, 2 sel penurunan sebesar 36,092 %, pada 4 sel penurunan sebesar 32,95 % dan pada variasi 6 sel penurunan sebesar 43,08 %

Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa menjadi inspirasi bagi pengembangan teknologi MFC selanjutnya, khususnya mengenai pemanfaatan air limbah sebagai sumber energi alternatif

Kata Kunci : Air Limbah Tahu, Microbial Fuel Cell

Latar belakang

Limbah industri tahu adalah limbah yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu maupun pada saat pencucian kedelai. Limbah yang dihasilkan berupa padat dan cair. Limbah padat belum dirasakan dampaknya terhadap lingkungan karena dapat dimanfaatkan untuk makanan ternak, tetapi limbah cair akan mengakibatkan tercemarnya air sungai bila di buang

sembarangan. Sumber limbah cair pabrik tahu berasal dari proses merendam kedelai serta proses akhir pemisahan jonjot-jonjot tahu. Limbah cair yang dihasilkan cukup tinggi mengandung padatan-padatan tersuspensi maupun terlarut dimana hanya mengalami perubahan fisika, kimia dan hayati yang akan menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman dimana kuman ini dapat berupa kuman penyakit atau kuman lainnya yang merugikan baik pada tahu sendiri maupun tubuh manusia. Banyak teknologi yang bisa diterapkan untuk mengolah air limbah pabrik tahu ini, diantaranya adalah dengan teknologi lumpur aktif, dekomposisi secara anaerob, triking filter. yang kesemuanya merupakan proses biologis. Tujuan pengolahan limbah cair secara biologis adalah menurunkan komponen terlarut, khususnya senyawa organik sampai pada batas yang aman terhadap lingkungan dengan memanfaatkan mikroorganisme dan/atau tanaman (Ibrahim 2005). Mikroorganisme mengonsumsi bahan-bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolismenya (Oktavia et al. 2012). Salah satu pengolahan biologis limbah cair dapat dilakukan dengan penambahan lumpur aktif (Edahwati dan Suprihatin 2009). Menurut Suyanto et al. (2010) berbagai jenis biomassa terdapat melimpah di wilayah Indonesia terutama pada limbah. Penelitian terkini membuktikan adanya potensipenggunaan limbah cair sebagai penghasil energi masa depan, khususnya energi listrik. Salah satu metode dalam pengolahan limbah cair menjadi energi adalah biofuel cell. Beberapa tipe biofuel cell antara lain Microbial Fuel Cells dan enzymatic fuel cells (Kim et al. 2002). Microbial Fuel Cell (MFC) adalah sistem yang memanfaatkan bakteri untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik. Prinsip kerja sistem MFC adalah bakteri pada bejana memproduksi elektron kemudian dipindah ke anoda dan dialirkan ke katoda yang disambungkan oleh perangkat konduktivitas untuk menghasilkan listrik yang dapat menjalankan alat (Logan 2008). Berbagai studi mengenai MFC telah dilakukan. Sistem MFC dilakukan terhadap elektroda (Cheng et al. 2006), desain reaktor MFC (Liu dan Logan 2004), jenis bakteri yang digunakan (Nimje et al. 2009), dan jenis substrat yang digunakan (Moon et al. 2006). Sistem MFC telah dikembangkan sebagai teknologi dalam pengolahan limbah hasil perikanan (You et al. 2009) dan mengurangi tingkat pencemaran lingkungan perairan (Oh et al. 2010). Sistem MFC diharapkan dapat menekan biaya pengolahan limbah menghasilkan sumber energi listrik barudengan biaya murah dan ramah lingkungan. Informasi mengenai rangkaian yang dapat digunakan dalam sistem MFC belum digali secara optimal, sehingga hal inilah yang melatarbelakangi dilakukan penelitian pemanfaatan limbah cair tahu menggunakan sistem MFC dengan memvariasikan jumlah sel secara serial. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kinerja dari variasi sel secara serial pada sistem MFC untuk menurunkan kadar BOD air limbah tahu terhadap daya listrik yang dihasilkannya.

Metode penelitian : Jenis penelitian ini adalah penelitian eskperimen, peneliti melakukan penurunan kadar BOD dalam air limbah tahu menggunakan sistem MFC dengan aliran batch.

Desain penelitian Desain penelitian yaitu **pre and post without control**. **Pre** yaitu suatu penelitian dengan cara melakukan pemeriksaan daya listrik dan BOD sampel air limbah tahu pada awal proses proses MFC. Dan **post** adalah suatu penelitian dengan cara melakukan pengukuran daya listrik dan BOD sampel air limbah tahu setelah melalui proses MFC selama 24 jam dengan variasi 2 sel, 4 sel dan 6 sel. Variabel bebas yaitu variasi berbagai jumlah sel pada sistem MFC dengan jumlah 2 sel, 4 sel dan 6 sel, Variabel terikat yaitu: daya listrik dan kadar BOD air limbah tahu sebelum dan setelah melalui berbagai variasi sel pada sistem MFC. Hipotesis penelitian ini adalah diduga semakin banyak jumlah sel secara serial pada sistem MFC tanpa membrane maka semakin besar daya listrik yang dihasilkan sehingga dapat menurunkan kadar BOD air limbah tahu. **Populasi** : seluruh air limbah tahu yang dihasilkan pabrik tahu Family Kampung Cibuntu Kota Bandung yang

berada dalam tong volume 250 liter tempat penampungan air limbah tahu, **Sampelnya** adalah sebagian air limbah tahu yang diambil dari populasi. **Jumlah Sampel** : Besar sampel dalam penelitian ini dihitung berdasarkan Rancangan Acak Lengkap, dengan rumus (Alimul Azis) sebagai berikut: $t(r-1) \geq 15$. Besar sampel air limbah tahu yang diambil dari pabrik tahu setiap kali pengulangan yaitu sebesar 12,5 lt, dengan rincian 2,5 lt untuk pemeriksaan BOD sebelum melewati MFC dan 10 lt untuk pemeriksaan BOD setelah melewati alat MFC. Besar sampel untuk pemeriksaan BOD setelah melalui MFC yaitu sebanyak 3 perlakuan x 6 pengulangan = 18 buah sampel. Setiap pengulangan dibutuhkan sampel sebesar 600 ml. Jadi total sampel 18 buah x 600 ml = 10.800 ml. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara grab sampling. Analisa data menggunakan univariat untuk melihat efisiensi penurunan kadar BOD air limbah tahu menggunakan sistem MFC dan bivariat menggunakan rumus Anova untuk melihat perbedaan daya listrik yang dihasilkan oleh sistem MFC variasi sel secara serial. Produk dari hasil penelitian ini adalah alat penelitian sistem MFC yang menghasilkan daya listrik untuk menurunkan kadar BOD air limbah tahu

HASIL:

Tabel 4.1
Fluktuasi Kadar BOD , COD dan TSS pada Air Limbah Tahu Pabrik Tahu
Famili Kecamatan Cibutuntu Kota Bandung Tahun 2019

NO	Tanggal pengambilan & Pengiriman Sampel	Hasil Pemeriksaan Parameter Air Limbah Tahu					
		BOD/mg/l	NAB BOD /mg/l	COD (mg/l)	NAB COD(mg/l)	TSS/ mg/l	NAB TSS (mg/l)
1	9 -10 2019	2.621	30	5.446	100	563	30
2	22-10-2019	3.066		7.311		463	
3	31-10-2019	2440		6.106		1.114	

Berdasarkan tabel 4.1 hasil pemantauan data awal kadar BOD, COD dan TSS air limbah tahu Cibuntu diperoleh kadar BOD terendah sebesar 2440 mg/lt dan tertinggi sebesar 3.066 mg/l , COD terendah sebesar 5.446 mg/lt dan tertinggi 7.311 mg/lt dan TSS terendah yaitu 463 mg/lt dan tertinggi sebesar 1.114 mg/lt. Hasil pemeriksaan lab terlampir

Tabel 4.2
Daya Listrik Pada Air Limbah Tahu Pada awal Masuk Proses dan Setelah
Melewati Proses Sistem MFC di Pabrik Tahu Famili Kecamatan Cibutuntu
Kota Bandung tahun 2019

NO	Tanggal Pengukuran	Awal Masuk Proses MFC pada Variasi Jumlah Sel			Setelah Melalui Proses MFC (Setelah 24 jam) Pada Variasi Jumlah Sel		
		Daya Listrik (mVolt)			Daya Listrik (mVolt)		
		2 Sel	4 sel	6 Sel	2 Sel	4 Sel	6 Sel
1	2-12-2019	3,47	7,84	12,07	3,09	6,41	9,86
2	3-12-2019	3.31	6,72	10,97	3,29	6,40	9,83
3	4-12-209	3,12	5,96	9,33	3,08	6,02	9,30
4	5-12-2019	2,95	5,37	8,64	3,06	5,98	9,49
5	9-12-2019	2,75	5,40	7,91	3,00	6,35	9,32

6	10-12-2019	2,89	6,08	8,78	2,93	6,22	9,18
	Jumlah	18,49	37,37	57,7	18,45	37,38	56,98
	Rata rata	3,08	6,22	9,61	3,075	6,23	9,49

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil pengukuran daya listrik pada air limbah tahu pada awal masuk proses MFC, dapat dilihat bahwa daya listrik pada variasi 2 sel terendah 2,75 dan tertinggi 4,47, Pada 4 sel terendah 5,37 dan tertinggi 7,84, 6 sel terendah 7,91 dan tertinggi 12,07. Sedangkan setelah melewati MFC daya listrik pada variasi 2 sel terendah 2,93, dan tertinggi 3,29 variasi 4 sel terendah 5,98 dan tertinggi 6,41, variasi 6 sel terendah 9,18 dan tertinggi 9,86

Tabel 4.3
Rata-Rata Daya Listrik Air Limbah Tahu Pada Awal Masuk dan Setelah Melewati Proses Sistem MFC di Pabrik Tahu Famili Kecamatan Ciburuntu Kota Bandung tahun 2019

NO	Tanggal Pengukuran	Rata-Rata Daya Listrik Air Limbah Tahu Pada Awal Masuk Proses dan Setelah Melewati Proses Sistem MFC Pada Varias Sel		
		Daya Listrik (mVolt)		
		2 Sel	4 sel	6 Sel
1	2-12-2019	3,28	7,12	10,96
2	3-12-2019	3,30	6,56	10,40
3	4-12-2019	3,10	5,99	9,31
4	5-12-2019	3,00	5,67	9,06
5	9-12-2019	2,87	5,87	8,61
6	10-12-2019	2,91	6,15	8,98
	Jumlah	18,47	37,37	57,34
	Rata rata	3,07	6,22	9,55

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat bahwa rata rata daya listrik pada air limbah tahu pada awal masuk proses dan setelah melewati proses MFC pada variasi 2 sel yaitu 3,07 m Volt, pada 4 sel yaitu 6,229 m Volt dan pada 6 sel yaitu sebesar 9,55 m Volt

Tabel 4.4
Kadar BOD Air Limbah Tahu Pada Awal Masuk Proses dan Setelah Melalui Sistem MFC di Pabrik Tahu Famili Kecamatan Ciburuntu Kota Bandung Tahun 2019

NO	Tanggal	Kadar BOD (mg/l) Awal Masuk Proses MFC pada berbagai variasi jumlah sel	Kadar BOD (mg/l) Setelah Melalui Proses MFC (Setelah 24 jam) pada berbagai variasi jumlah sel		
			2 Sel	4 Sel	6 Sel
1	4/12-2019	3.382	3.087	3.916	3.576
2	5/12-2019	4.085	3.918	3.236	3.403
3	6 /12-2019	4.426	4.158	4.664	3.484
4	9-12-2012	7405	3306	6508	3564
5	11/12-2019	10.770	3.168	3.309	5.068
6	12/12-2019	14.648	3.769	3.960	3.919

Jumlah	40,590	25.726	25.593	23.,014
Rata rata	6.765,00	4.287,66	4.265,50	3.835,66

Berdasarkan Table 4.3 hasil pengukuran BOD rata rata pada air limbah tahu pada awalmasuk proses dan setelah melewati proses MFC, dapat dilihat pada variasi 2 sel kadar BOD sebesar 40,590 mg/lt dengan rata rata sebesar 6,765 mg/. Sedangkan setelah melewati proses MFC pada variasi 2 sel sebesar 25.726 dengan rata rata sebesar 4,287 mg/l, pada variasi 4 sel sebesar 25,597 mg/lt dengan rata rata sebesar 4,265 mg/lt dan pada 6 sel sebesar 23,014 mg/lt dengan rata rata 3,835 mg/lt Apabila dibandingkan dengan peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan kehutanan RI No P.68 /Men/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri yaitu 1) . Memenuhi syarat jika kadar BOD air limbah lebih kecil sama dengan 30 mg/l, 2. Tidak Memenuhi syarat jika Kadar BOD > 30 mg/lt. Berdasarkan Peraturan tersebut kadar BOD air limbah tahu pabrik Famili, baik pada awal masuk proses MFC maupun setelah melewati Proses MFC selama 24 jam secara keseluruhan tidak memenuhi syarat kesehatan

Tabel 4,5
Penurunan Kadar BOD Sampel Air Limbah Tahu Setelah Melewati Melalui
Sistem MFC di Pabrik Tahu Famili Kecamatan Cibutuntu Kota Bandung
Tahun 2019

NO	Jumlah (mg/l) dan Peserentase (%) Penuruna Kadar BOD air Limbah pada Awal Masuk Proses dan Setelah Melewati Proses MFC Pada Berbagai Variasi Sel					
	2 Sel (mg/lt)	% Penurunan	4 Sel	% Penurunan	6 Sel	% Penurunan
1	295	8,722	-534	15,78	-194	5,73
2	167	4,08	822	20,25	655	16,14
3	268	6,05	-238	5,37	942	21,21
4	4099	55,3	897	12,11	3841	51,87
5	7604	70,58	7461	69,27	5702	52,94
6	10879	74,26	10.688	72,96	10729	73,24
Jumlah	23.285	218,992	19.868	197,74	21.869	215,4
Rata rata	3.880	36,49	4,96	32,95	4373,8	43,08

Berdasarkan tabel 4.5 dapat dilihat persentase penurunan kadar BOD air limbah tahu pada awal masuk proses MFC dan setelah melewati proses MFC selama 24 jam : pada variasi, 2 sel penerunan sebesar 36,092 %, pada 4 sel penurunan sebesar 32,95 % dan pada variasi 6 sel penurunan sebesar 43,08 %

PEMBAHASAN

1. Fluktuasi Kadar BOD Air Limbah

Berdasarkan tabel 4.1 hasil pengukuran terhadap kadar BOD air limbah tahu selama 3 kali pengambilan sampel diperoleh data sebagai berikut I : kadar BOD sebesar 2.621 mg/l, II sebesar 3.066 mg/l dan ke III sebesar 2.440 mg/l. Berdasarkan data tersebut peneliti mengetahui gambaran data awal kadar BOD air limbah tahu pada pabrik tahu milik Bpk Iwan Di kampung Cibuntu Kota Bandun. Mengacu > Apabila mengacu kepada peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No 68/Menlh/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang baku mutu air limbah domestik tersendiri , bahwa Nilai Ambang Batas (NAB) untuk BOD air limbah yang diperbolehkan pada air limbah adalah maksimum sebesar 30

mg/l . Berdasarkan kepada peraturan tersebut berarti kadar BOD air limbah pabrik tahu Famili Cibuntu sudah melebihi Nilai Ambang Batas yang dipersyaratkan. Melihat fluktuasi selama 3 kali berturut kadar BOD terendah adalah sebesar 2.440 mg/l, ke 2 sebesar 2.621 mg/l dan tertinggi sebesar 3.066 mg/l. Fluktuasi selama 3 kali tidak terlalu jauh berbeda nilai BOD nya. Terdapat beberapa factor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya kadar BOD pada air limbah tahu, diantaranya : bisa dipengaruhi oleh besar atau kecilnya jumlah bahan baku yang digunakan, semakin besar bahan baku yang digunakan semakin besar juga kadar BOD yang dihasilkan. Kadar BOD masih tinggi karena di pabrik tahu tersebut tidak dilakukan pengolahan air limbah, sehingga air limbah tahu yang dihasilkan langsung dibuang ke sungai. Hal tersebut dapat menimbulkan dampak negative baik terhadap Kualitas badan air sungai maupun mapun terhadap biota air yang hidup di badan sungai, air menjadi bau, warna hitam

2. Daya Listrik

Daya listrik yang diperoleh berdasarkan tabel 4.2 diperoleh bahwa pada awal masuk proses alat MFC data I pada seri 2 sel sebesar 3,09 dan setelah melewati MFC 3,47. Pada seri 4 sel pada awal masuk proses MFC sebesar 6,41 dan setelah melewati MFC 7,84. Pada seri 6 sel pada awal masuk MFC sebesar 7,84 dan setelah melewati MFC sebesar 11,85. Data data ke VI pada awal masuk MFC pada seri 2 sel sebesar 2,95 dan setelah melewati MFC sebesar 3,06 .pada awal masuk MFC sebesar 5,37 dan setelah melewati MFC sebesar 5,98,dan Pada seri 6 sel pada awal masuk MFC sebesar 8,64 dan setelah melewati MFC sebesar 9,30. Berdasarkan data tersebut daya listrik setelah melewati alat MFC, pada ke 3 seri tersebut cenderung ada kenaikan angkanya kisaran sebesar 0,38 sampai 2,21, walaupun pada beberapa yang data lainnya ada juga terjadi penurunan daya listriknya. Meningkatnya daya listrik pada seri tersebut disebabkan oleh karena polutan organik semakin turun didekomposisi oleh mikroorganisme ditandai dengan nilai BOD yang turun yaitu penurunan BOD pada variasi 2 sebesar 36,49% , pada variasi 4 sel sebesar 32,95% dan variasi 6 sel sebesar 43,308 %. Microbial Fuel Cells atau (MFCs) adalah peralatan untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik melalui aktivitas katalitik dari mikroorganisme (Winaya,dkk., 2011: 1). Sebagai sebuah peralatan sistem bio-electrochemical yang menggunakan bakteri untuk mengubah (energi kimia) material organik menjadi energi listrik, maka fuel cell ini dibuat dengan konstruksi anoda, katoda, proton exchange membrane (PEM), dan rangkaian listrik luar. Anoda dikondisikan dilingkungan yang mana bakteri anaerob dan material organik yang dikonsumsi ditempatkan. Pada anoda, bahan bakar dioksidasi oleh mikroorganisme, sebagai bagian dari proses digestive maka bakteri akan menghasilkan ion positif (H^+) dan elektron (e^-). Hal ini juga diketahui sebagai proses oksidasi. Elektron akan ditarik keluar dari larutan atau ditransfer menuju elektroda di anoda. MFCs membangkitkan listrik dengan mengoksidasi bahan organik secara anaerob melalui bantuan mikroorganisme. Aktivitas katalis dan transfer proton dilakukan dengan menggunakan enzim atau tambahan mediator (Zahara 2011: 10). Dalam MFCs, yang dapat digunakan sebagai donor elektron adalah zat hasil metabolisme mikroba atau elektron yang dilepaskan mikroba saat melakukan metabolismenya. Zat hasil metabolisme mikroba pada umumnya merupakan senyawa yang mengandung hidrogen, seperti etanol, methanol, atau gas methan. Senyawa ini dapat digunakan sebagai sumber hydrogen melalui serangkaian proses dalam reformer untuk memproduksi elektron dan menghasilkan arus listrik (Zahara. 2011: 10). Setiap aktivitas mikroorganisme dan metabolisme umumnya melibatkan pelepasan elektron bebas ke medium. Elektron ini dapat dimanfaatkan langsung pada anoda dalam MFCs untuk menghasilkan energi listrik. Listrik menjadi kebutuhan primer dalam kehidupan manusia pada saat ini. Bahkan kita tidak bisa membayangkan bagaimana jika dalam kehidupan manusia sehari hari tidak ada listrik karena semua aktivitas manusia beserta

peralatannya sekarang banyak yang menggunakan tenaga listrik dan di negara berkembang seperti Indonesia, listrik diperoleh dengan cara pengolahan berbagai macam sumber daya fosil yang dimiliki. Dilakukanlah eksplorasi hasil fosil seperti minyak bumi, gas, batubara secara besar-besaran untuk memenuhi kebutuhan konsumsinya.

Kesimpulan1..Daya Listrik a. Daya Listrik pada saat air limbah awal masuk proses MFC pada variasi 2 sel diperoleh: terendah 2,75 mVolt dan tertinggi 4,47 mVolt, pada 4 sel terendah 5,37 mVolt tertinggi 7,84 mVolt, dan pada 6 sel terendah 7,91 m Volt dan tertinggi 12,07 mVolt. Daya Listrik setelah melewati proses MFC : pada variasi 2 sel terendah 2,93 mVolt, dan tertinggi 3,29 mVolt, variasi 4 sel terendah 5,98 mVolt dan tertinggi 6,41 mVolt, variasi 6 sel terendah 9,18 mVolt dan tertinggi 9,86 mVolt. Terdapat perbedaan yang bermakna dari berbagai variasi sel MFC terhadap daya listrik yang dihasilkan. Jumlah sel secara serial yang optimum dalam menghasilkan daya listrik pada proses sistem MFC dalam menurunkan kadar BOD air limbah yaitu pada variasi sel 6 sel. Persentase penurunan kadar BOD air limbah tahu pada awal masuk proses MFC dan setelah melewati proses MFC selama 24 jam : pada variasi, 2 sel penurunan sebesar 36,092 %, pada 4 sel penurunan sebesar 32,95 % dan pada variasi 6 sel penurunann sebesar 43,08 %.

Saran: Kepada Pemilik Pabrik Tahu Family: Diharapkan dapat melakukan pengolahan air limbah tahu terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air, salah satu cara pengolahan bisa dengan menggunakan sistem proses MFC, yang penggunaan besar alatnya harus disesuaikan dengan volume air limbah tahu yang dihasilkan perharinya. Kepada Peneliti Selanjutnya: Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang besarnya variasi jumlah sel pada sistem MFC tersebut, mengingat hasil penelitian belum menurunkan kadar BOD sampai mencapai NAB

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. Suyanto E, Mayangsari A, Wahyuni A, Zuhro F, Isa S, Sutariningsih SE, Retnaningrum E. Pemanfaatan limbah cair domestik IPAL kricak sebagai substrat generator elektrisitas melalui teknologi microbial fuel cell ramah lingkungan. Seminar Nasional Biologi di Yogyakarta 24-25 September 2010.
2. Pant D, Bogaert GV, Diels L, Van Broekhoven K. A review of the substrates used in microbial fuel cells (MFCs) for sustainable energy production. *Biores. Tech.* 2010. 6(101): 1533-1543.
3. Hoogers G. Fuel cell components and their impact on performance. Di dalam *Fuel Cell Technology Handbook*, Hoogers G, editor. CRC Press. 2002.
4. Liu, H.; Cheng, S. A.; Logan, B. E. *Environ. Sci. Technol.* 2005. 39, 5488.
5. You, S. J.; Zhao, Q. L.; Zhang, J. N.; Jiang, J. Q.; Zhao, S. Q. *J. Power Source* 2006, 162, 1409.
6. Cheng, S. A.; Liu, H.; Logan, B. E. *Environ. Sci. Technol.* 2006, 40, 2426.
7. Schroeder, U.; Niessen, J.; Scholz, F. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2003, 42, 2880.
8. Niessen, J.; Schröder, U.; Rosenbaum, M.; Scholz, F. *Electrochem. Commun.* 2004, 6, 571.
9. Lovley DR. The microbe electric: conversion of organic matter to electricity. *Curr Opin Biotechnol* 19: 564–571 Maddu. A, Wahyudi, S. T., Kurniati, M. (2008). Sintesis dan karakterisasi nanoserat polianilin. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi* . 2008. 1(2), 74-78.
10. Liu H dan Logan BE. Electricity generation using an air cathode single chamber microbial fuel cell in the presence and absence of proton exchange membrane. *J. Environmental Science Technology.* 2004. 38: 4040.

11. Du, Zhuwei, H. Li, and T. Gu. A State Of The Art Review on Microbial Fuel Cell; A Promising Technology for Wastewater Treatment and Bioenergy. *Journal Biotechnology Advances* 2007. 25: 464-482
12. Das and Mangwani. Recent developments in microbial fuel cells : a review. *Scientific & Industrial Research* . 2010. 69: 727-731.
13. Shaoan Cheng, Hong Liu, Bruce E. Logan. Increased performance of single-chamber microbial fuel cells using an improved cathode structure. *Electrochemistry Communications*.2006. 8 : 489–494.
14. Maddu Akhiruddin, Setyanto Tri Wahyudi, Kurniati Mersi. Sintesis dan Nanoserat Polianilin. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi* ISSN 1979-0880. 2008.Vol. 1 No.2.