ISOLATE MICROBIAL FUEL CELL BACTERIA IN TOFU WASTE WATER AS ELECTRICITY SOURCE TO DEVELOPMENT MODULE IN BASIC MICROBIOLOGY

M Irsyad Nur, Irda Sayuti, Imam Mahadi[3]
**e-mail: m.irsyadnur29@gmail.com, +6285265711082, irdasayuti63@gmail.com, i_mahadi@yahoo.com*

Study Program of Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education
University of Riau

Abstract: *This research was to determine the genus of bacteria can produce electricity energy used microbial fuel cell series in waste water of tofu and develop module in enviromental mikrobiology concept in basic microbiology among December 2015- May 2016. This research did by 2 phases : isolate microbial fuel cell bakteria in waste water of tofu and development of the module. This research is descriptive, sampling did by purposive sampling, with pick sample in 3 spot there are 2 m,4 m dan 6 m in river bank from source discharges,with considering the existence of tofu waste clumps in the river source waste disposal. Parameter in this research there are test electrical energy, isolate bacteria of microbial fuel cell, and develop the module of basic microbiology. The highest electricity energy in this research observed on the 40th hour of 67,2 mV,kind of bacteria in microbial fuel cell series in tofu waste water are Entrobacter,Desulfomaculum,Sulfobacterium. Result of this research beused for unit module in enviroment microbiology concept in basic microbiology course.*

Key words: *Microbial Fuel Cell bacteria, tofu waste water,electricity energy,module*

ISOLASI BAKTERI *MICROBIAL FUEL CELL* PADA LIMBAH CAIR TAHU SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK UNTUK PENGAYAAN MODUL MIKROBIOLOGI DASAR

M Irsyad Nur, Irda Sayuti, Imam Mahadi[3]
*e-mail: m.irsyadnur29@gmail.com, +6285265711082, irdasayuti63@gmail.com,
Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis bakteri yang dapat menghasilkan energi listrik pada rangkaian microbial fuel cell pada limbah cair tahu serta mengembangkan modul konsep mikrobiologi lingkungan pada mata kuliah Mikrobiologi Dasar pada bulan Desember 2015-Mei 2016. Penelitian ini dilaksanakan dengan 2 tahap yaitu tahap analisis emisi gas rumah kaca dan tahap pengembangan modul. Penelitian menggunakan metode deskriptif, pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*, dengan mengambil sampel di 3 titik yaitu titik 2 m,4 m dan 6 m di aliran sungai dari sumber buangan,dengan mempertimbangkan keberadaan gumpalan limbah tahu di aliran sungai di sumber buangan limbah. Parameter dalam penelitian ini adalah uji energi listrik, isolasi jenis bakteri *microbial fuel cell*, dan pengembangan modul mikrobiologi dasar. Hasil penelitian diketahui bahwa listrik tertinggi diamati pada jam ke 40 sebesar 67,2 mV,jenis bakteri yang ditemukan pada rangkaian microbial fuel cell pada limbah cair tahu adalah *Entrobacter*,*Desulfomaculum*,*Sulfobacterium*.Hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai unit modul konsep mikrobiologi lingkungan pada mata Mikrobiologi Dasar.

Kata kunci: Bakteri Microbial Fuel Cell, Limbah Cair Tahu,Energi Listrik, Modul

PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia, data Kementrian Perindustrian (2015) mencatat ada 115.000 industri tahu di Indonesia, industri tahu selama proses pengolahannya menghasilkan limbah, berupa limbah padat dan cair. Limbah cair dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu (Rossiana, 2006). Karakteristik limbah cair tahu mengandung bahan organik yang tinggi,dengan kondisi tersebut air limbah industri tahu merupakan salah satu sumber pencemaran yang potensial apabila air limbah yang dihasilkan langsung dibuang (Herlambang, 2002).

Pengolahan diperlukan untuk menurunkan parameter pencemar dalam air limbah sehingga tidak mencemari lingkungan. Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan untuk mengolah air limbah adalah pengolahan aerob. Pengolahan aerob memanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan zat organik pada air limbah dimana selama proses pengolahan juga menghasilkan energi.

Penggunaan bahan bakar berbasis hidrogen telah dikembangkan untuk berbagai keperluan pembangkitan energi. Salah satunya digunakan untuk membangkitkan listrik melalui *fuel cell*. *Fuel cell* ramah lingkungan karena tidak menghasilkan pencemaran, bahkan dapat digunakan untuk mengatasi masalah lingkungan dengan cara mendaur ulang limbah menjadi sumber energi. *Fuel cell* tersusun atas dua unit dasar, katoda dan anoda. Anoda berperan sebagai tempat pemecahan hidrogen menjadi proton dan elektron. Katoda berperan sebagai tempat terjadinya reaksi penggabungan proton,elektron, dan oksigen untuk membentuk air (Shukla *et al*., 2004).

Isolasi bakteri merupakan suatu cara untuk memisahkan atau memindahkan mikroba tertentu dari lingkungannya sehingga diperoleh kultur murni atau biakan murni. Ada beberapa cara umum yang dapat dilakukan untuk mengisolasi mikroba antara lain, untuk mengisolasi bakteri dapat dilakukan dengan cara goresan (streak plate), cara taburan atau tuang (pour palte), cara sebar (spread plate), dan cara pengenceran (dilution method).

Pada penelitian ini dilakukan pengembangan untuk mengetahui jenis bakteri yang terdapat di limbah cair tahu pada *Microbial Fuel cell* dan energi listrik yang dihasilkan dari sistem *Microbial Fuel Cell*,sebagai tambahan informasi mengenai potensi energi listrik dari pengolahan limbah, juga sebagai materi dalam modul mikrobiologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Riau dengan pengambilan sampel di pabrik tahu Kecamatan Payung Sekaki. Penelitian menggunakan metode deskriptif, pengambilan sampel dilakukan dengan cara *purposive sampling* dengan mempertimbangkan gumpalan limbah cair tahu di sepanjang saluran buangan. Tahap awal dilakukan dengan sterilisasi alat, pengambilan sampel diambil pada titik 2 m 4 m, dan 6 m dari sumber buangan, selanjutnya limbah cair tahu dimasukkan kedalam rangakaian *microbial fuel cell* selama 72 jam, pengukuran dilakukan dengan menggunakan multimeter digital setiap 8 jam untuk mengukur energi listrik yang dihasilkan, kemudian diisolasi dengan melakukan

pengenceran terlebih dahulu, pengenceran yang digunakan adalah pengenceran 10^4 kemudian diidentifikasi untuk mengetahui jenis bakteri yang berpotensi menghasilkan energi listrik. Parameter penelitian meliputi uji energi listrik, isolasi bakteri *microbial fuel cell*, pengembangan modul matakuliah. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitan yaitu: botol sampel,autoklaf,multimeter digital,kabel,jepit buaya,KMNO4 1M,limbah cair tahu,nutrient agar,SIM,TSIA,SCA

Analisis jenis bakteri dengan mengamati bentuk ,elevasi,bentuk permukaan,dan tepi kolooni ,pewarnaan gram dan uji biokimia dengan menggunakan media TSIA,SCA dan SIM, data yang didapatkan kemudian diidentifikasi dengan menggunakan buku *Bergeys Manual Identification 7th edition* untuk dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensial Listrik *Microbial Fuel Cell* pada Limbah Cair Tahu

Berdasarkan hasil penelitian energi listrik yang dihasilkan dari sistem *Microbial fuel Cell* diperoleh dari dari proses metabolisme bakteri pada limbah cair tahu, besar energi yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 1

Pengamatan	Potensial Listrik(mV)		
Jam Ke	Titik Sampel		
	A	B	C
8	26	23	15
16	36	27	21,4
24	39,1	20,1	25
32	50	43	33,6
40	67,2	49,3	44,2
48	53,2	33,2	29,6
56	37,2	5,3	2,6
64	15	0	0
72	0	0	0

Keterangan: A : titik 2m dari sumber limbah
B: titik 4m dari sumber limbah
C: titik 6m dari sumber limbah

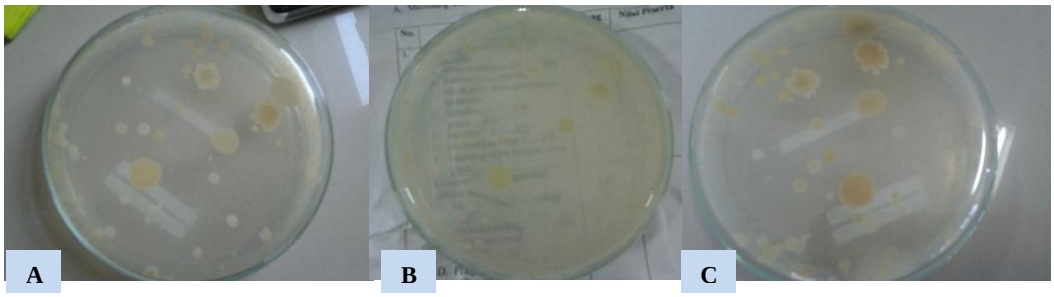
Dari hasil pengukuran selama 72 jam yang terdapat di Tabel 1 diperoleh besar potensial energi listrik terbesar terdapat pada sample A yaitu pada titik 2 meter dari sumber air limbah, pengamatan dilakukan setiap 8 jam menghasilkan pertambahan potensial listrik dari jam ke 8 hingga ke 40 pada setiap sampel,dan mengalami penurunan potensial pada jam ke 48 hingga mencapai titik 0 pada jam ke 64 untuk sampel B dan C, dan jam ke 72 untuk sampel A.

Perbedaan potensial listrik disebabkan oleh perbedaan kandungan zat terlarut di dalam limbah cair tahu yang digunakan oleh mikroorganisme sebagai bahan untuk

melakukan metabolisme,dari hasil penelitian semakin dekat ke sumber buangan maka limbah cair tahu semakin kental. Energi listrik dihasilkan dari metabolisme mikroba,pertambahan potensial listrik mulai dari pengamatan pada jam ke 8 hingga jam ke 40 pada ke tiga titik sampel diduga disebabkan oleh bakteri berada pada fase pertumbuhan dan exponensial, pertumbuhan jumlah bakteri didukung oleh ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan berupa limbah cair tahu,metabolisme bakteri berlangsung cepat, mengakibatkan elektron-elektron yang dihasilkan oleh mikroorganisme selama proses metabolisme berlangsung ditangkap oleh lempengan logam pada sistem *Microbial fuel cell* hingga menghasilkan potensial listrik , pada jam ke 48 pengamatan potensial listrik mengalami penurunan dikarenakan bakteri sudah memasuki fase kematian dimana jumlah bakteri yang mengalami kematian lebih banyak dibandingkan oleh jumlah bakteri yang tumbuh, selain itu berkurangnya nutrisi pada limbah cair tahu untuk pertumbuhan bakteri akibat telah digunakan oleh bakteri berpengaruh terhadap hidrogen yang dihasilkan, sehingga besar potensial listrik dari ke 3 sampel mengalami penurunan dan mencapai titik nol pada jam ke 64 untuk sampel B dan C dan pada jam ke 72 untuk sampel A, sampel A mengalirkan listrik lebih lama diduga karena kosentrasi limbah cair tahu dari titik pengambilan sampel (2 meter dari sumber pencemar) memiliki kandungan nutrisi organik lebih banyak dari pada sampel B dan C sehingga aktivitas mikroba penghasil *fuel cell* berlangsung lebih lama hal ini sesuai dengan Ioerepoulos (2008) yang mengatakan pada kondisi ini peningkatan jumlah sel hidup pada sistem tidak lagi signifikan.

Isolasi Bakteri MFC pada Limbah cair tahu

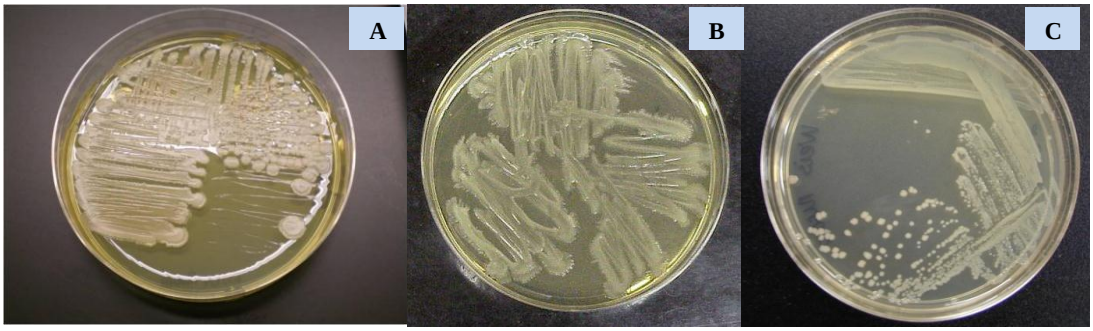
Berdasarkan hasil pengenceran dan isolasi bakteri Microbial Fuel Cell pada sampel air limbah cair tahu di pabrik tahu Kecamatan Payung Sekaki. Medium yang telah diberi limbah cair tahu selama 2x24 jam didapatkan tiga puluh satu koloni bakteri dari proses pengenceran pada pengenceran 10^4. Keempat koloni bakteri tersebut memiliki perbedaan pada bentuk, tepi, warna dan elevasi koloni. Pada sampel A didapatkan 13 koloni bakteri (diberi kode A), pada sampel B didapatkan 10 koloni bakteri (diberi kode B), pada sampel C diperoleh 8 koloni (diberi kode C) koloni bakteri yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Isolasi bakteri Limbah cair tahu dari ketiga sampel dengan pengenceran 10^4

Identifikasi Morfologi dan Sifat Biokimia Bakteri MFC pada Limbah Cair Tahu

Koloni bakteri yang telah didapatkan selanjutnya di reinokulasi pada media padat untuk mendapatkan isolat murni. Isolat murni hasil reinokulasi selama 24 jam dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Isolat murni dari ketiga sampel limbah cair tahu

Seletah didapatkan isolat murni, selanjutnya dilakukan pewarnaan gram dan uji biokimia untuk mengetahui jenis bakteri Pengujian sifat biokimia bakteri dilakukan untuk mengetahui sifat dari bakteri tersebut. Pengujian sifat biokimia yang dilakukan adalah *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), *Simon Citrate Agar* (SCA) dan *Sulphite Indole Motility* (SIM).
Ketiga isolat bakteri yang telah didapat dilakukan identifikasi secara morfologi dan uji biokimia yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Identifikasi morfologi dan sifat biokimia isolat bakteri *Microbial Fuel Cell* Limbah Cair Tahu

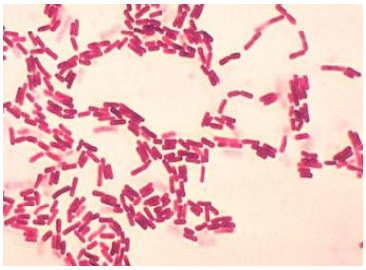
Identifikasi morfologi dan biokimia bakteri	A	B	C
Bentuk koloni	Bulat	Bulat	Bulat
Tepi koloni	Tepian rata	Tepian rata	Tepian rata
Warna koloni	Putih	Putih buram	Putih
Elevasi koloni	Datar,tebal	Datar,tebal	Datar
Pewarnaan Gram	-	+	+
Bentuk sel	Basil	Strepto Basilus	Basil
Uji TSIA	+/+	+/+	+/+
Gas	+	+	+
H2S	-	+	-
Uji SCA	+	+	+
Uji SIM	+	+	+
Genus	*Enterobacter*	*Desulfomaculum*	*Fusobacterium*

Keterangan : TSIA +/+ → Lereng kuning/dasar kuning ++ → reaksi positif kuat
-/- → Lereng merah/dasar merah + → reaksi positif
- → reaksi negatif

Dari hasil uji maka didapat bakteri Genus Entrobacter dengan gram negatif dan bakteri Genus Desulfomaculum dan Fusobacterium dengan gram positif. dengan sel bakteri berbentuk basil untuk genus Entrobacter dan Fusobacterium dan streptobasilus untuk genus Desulfomaculum.

Bakteri Genus *Enterobacter*

Genus *Enterobacter* memiliki karakteristik koloni berbentuk bulat dengan tepian rata, berwana putih dengan permukaan rata dan tebal, sel bakteri berbentuk batang gram negatif yang bersifat anaerob fakultatif, mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa dan menghasilkan gas dalam metabolismenya, menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dan bersifat motil. Bentuk koloni dan sel bakteri genus *Enterobacter* dapat dilihat pada Gambar 3

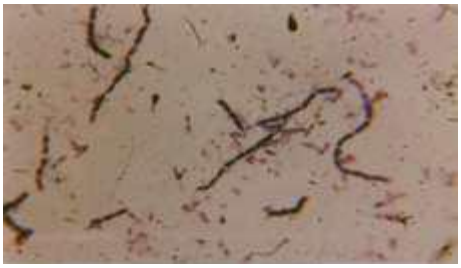


Gambar 3. Bentuk koloni bakteri *Enterobacter* perbesaran 400x

Bakteri jenis ini mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa dengan baik pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA). Hal ini dapat dilihat dengan adanya perubahan warna pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA). Sebelum dilakukan isolasi pada agar miring *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), media ini berwarna merah. Setelah dilakukan inkubasi selama 1x24 jam media ini mengalami perubahan warna dasar dan lereng media menjadi kuning. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri *Enterobacter* memiliki kemampuan dalam memfermentasikan laktosa dan sukrosa dengan baik. Bakteri ini juga menghasilkan gas H_2S, hal ini dapat dilihat dengan adanya rongga kosong pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA).

Dalam metabolismenya, bakteri *Enterobacter* menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber energi. Hal ini ditunjukkan dengan reaksi positif dari media *Simon Citrate Agar* (SCA). Reaksi positif dapat dilihat dengan adanya perubahan warna pada media *Simon Citrate Agar* (SCA) dari hijau menjadi biru. Nur Hidayat *dkk* (2006) menambahkan bahwa bakteri *Enterobacter* juga menggunakan hidrokarbon sebagai salah satu sumber karbon dalam pembentukan energi dan pertumbuhannya. Bakteri *Enterobacter* juga bersifat motil, hal ini dapat dilihat dengan tumbuhnya bakteri secara menyebar pada media *Sulphite Indole Motility* (SIM).

Bakteri genus *Desulfomaculum*



Gambar 4. Bentuk koloni bakteri *Desulfomaculum* perbesaran 400x

Bakteri genus *Desulfomaculum* terdapat di limbah cair tahu bakteri jenis ini umumnya dapat tumbuh 30-48^{0}C dan biasanya ditemukan di air limbah , makanan busuk, saluran pencernaan serangga (Holt dkk., 1994). Pada medium NA bakteri ini tumbuh dengan bentuk koloni bundar atau bulat dan pinggiran koloni rata, berwarna putih buram, sel berbentuk batang, diameter batang 0,5–1,5nm,panjang sel 3–4 nm, gram positif. Sel umunya berbentuk rantai batang (*streptobacillus*) seperti terlihat pada *Desulfomaculum ruminis* merupakan bakteri obligate anaerob yang mempunyai alat gerak *peritrichous flagella* dan dapat menghasilkan spora. Bakteri genus *Desulfomaculum* dapat memfermentasi beberapa jenis gula, reaksi urea positif, katalase positif, H_2S positif, sitrat positif, indol positif.

Bakteri genus *Fusobacterium*

Koloni *Fusobacterium* tumbuh dengan bentuk koloni bulat, pinggiran rata, permukaan datar dan licin, berwarna putih, gram positif, diameter sel 0,25–0,75 μm, panjang sel 2–10 μm

Gambar 5. Bentuk koloni bakteri ***Fusobacterium*** perbesaran 1000x

Fusobacterium bergerak dengan *peritrichous flagella* dan respirasi secara *strict anaerobic*. Umumnya dapat tumbuh 37^{0}C. Jenis ini biasa ditemukan air sungai yang tercemar, tanah, tumpukan sampah. Genus *Fusobacterium* dapat memfermentasi beberapa jenis gula, tidak menghasilkan enzim urease, menghasilkan enzim katalase, tidak menghasilkan gas H_2S, sitrat positif, indol positif,*methyl red* negatif. Ciri khusus yang umum dalam kelompok bakteri ini adalah kemampuannya menghasilkan energi dari oksidasi zat-zat kimia anorganik. Identifikasi anggota dalam kelompok ini didasarkan pada macam senyawa yang dimanfaatkan untuk memperoleh energi. Bakteri

ini terdapat dalam tanah dan lingkungan akuatik secara luas serta teramat penting karena melakukan perubahan-perubahan biokimiawi dalam lingkungan-lingkungan tersebut.

Hasil Penelitian Sebagai Pengembangan Modul Pembelajaran Matakuliah Mikrobiologi

Hasil peneltian isolasi bakteri microbial fuel cell pada limbah cair tahu sebagai sumber energi listrik untuk pengayaan modul mikrobiologi dasar dengan model *ADDIE* yang disederhanakan hanya pada tahap *Analysis*, *Design* dan *Development*. Modul yang telah dikembangkan akan divalidasi.

Validasi modul akademik ini dilakukan oleh 3 orang dosen yang terdiri dari 1 orang dosen ahli kependidikan dan 2 orang dosen ahli materi. Adapun hasil validasi dari ketiga validator ditampilkan sebagai rerata pada Tabel 3 berikut

No	Aspek Penilaian	Validator			Rerata
		I	II	III	
1	Isi	4,3	4,3	4,3	4,2
2	Bahasa	3,2	4,0	4,0	3,7
3	Sajian	3,2	4,6	4,0	4,1
4	Kegrafisan	3,2	4,2	4,2	4,0
Rerata		3,4	4,2	4,1	3,9

Keterangan : I = Ahli Materi 1; II = Ahli Materi 2; III = Ahli Pendidikan

Berdasarkan tabel 3, diketahui bahwa rerata nilai pada aspek isi adalah 4,2, sehingga unit modul pembelajaran ini dapat dikatakan sangat valid. Pada aspek isi terdapat beberapa komponen yaitu kesesuaian dengan KI, KD, indikator, dan indikator pencapaian kompetensi; kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik; kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar; kebenaran substansi konsep materi dari aspek keilmuan; materi yang disampaikan jelas dan sistematis; materi yang disajikan membantu peserta didik dalam memahami konsep; keterkaitan contoh materi dengan kondisi yang ada di lingkungan sekitar; kebenaran kunci jawaban yang disajikan; manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan; kesesuaian dengan nilai-nilai moralitas, sosial.

Pada aspek bahasa, unit modul pembelajaran ini dapat dikatakan valid dengan nilai rerata 3,7. Secara keseluruhan, penggunaan bahasa sudah sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang efektif dan efisien. Informasi yang disampaikan jelas dan kalimat yang digunakan mudah dipahami oleh peserta didik. Pada aspek sajian unit modul pembelajaran berdasarkan kejelasan tujuan, urutan penyajian, pemberian motivasi, interaktivitas dan kelengkapan informasi dapat dikatakan valid dengan nilai rerata 4,1. Kegrafisan unit modul pembelajaran berdasarkan penggunaan font, layout, tata letak, ilustrasi, grafis, gambar, foto, dan desain tampilan adalah valid dengan nilai rerata 4,0.

Secara umum penilaian yang diberikan oleh 3 validator terhadap seluruh aspek penilaian menyatakan bahwa unit modul akademik ini sudah valid dengan rerata 4,0. Sehingga unit modul pembelajaran ini dapat digunakan oleh peserta didik dalam pembelajaran konsep mikrobiologi lingkungan dengan revisi pada beberapa komponen yang penilaiannya rendah.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Genus bakteri yang ditemukan pada rangkaian microbial fuel cell pada limbah cair tahu di pabrik tahu Kecamatan Payung Sekaki adalah genus *Enterobacter, Desulfomaculum* dan *Fusobacterium*.Bakteri pada sistem microbial fuel cell dapat menghasilkan listrik, listrik tertinggi diamati pada jam ke 40 sebesar 67,2 mV.Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memperkaya bahan ajar dalam bentuk Modul Pembelajaran konsep dampak mikrobiologi air limbah pada lingkungan pada Mata Kuliah Mikrobiologi Dasar di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan Universitas Riau.

DAFTAR PUSTAKA

Aelterman,peter.,Rabaey,Kornel.2006. Continous Electricity Generation at High Voltages and Currents Using Stacked Microbial *Fuel cell*s. Enviromental Science Technology.40,3388-3394

APHA.1992, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 18th e.American Public Health Assocation.Washington.

Borole, Abhijeet, C. Y. Hamilton, T. A. Vishnivetskaya, D. Leak, C. Andras, J. M. Falvey,M. Keller, and B Davison. 2007. *Integrating Engineering Design Improvements WithExoelectrogen Enrichmentprocess To Increase Power Output From Microbial FuelCells.* Journal of Power Source.

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). 2010. Pengembangan Produksi Biohidrogen dari Kelapa Sawit atau Limbah sebagai Bahan Bakar Fuel Cell untuk Pembangkit Listrik Daerah Terpencil. *Laporan Akhir Program Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekayasa Tahun 2010.* Jakarta.

Bambang Priadie, Rebiet Rimba Rinjani dan Zastya Marisa Arifin. 2012. Isolasi dan Identifikasi Bakteri dari Perairan Tercemar untuk Menunjang Upaya Bioremididasi Badan Air. *Kolokium Hasil Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air*. Pusat Litbang Sumber Daya Air. Bandung.

Cappuccino, J. G dan N. Sherman. 1987.*Microbiology: A Laboratory Manual*,The Benyamin/Cummings PublishingCo, Inc, 51-59

Dick, W. and Carey, L. 2005.*The Systematic Design of Instruction*. Allyn and Bacon; 6thed

Dikti.2008 Modul Pembelajaran untuk Perkuliahan.Dirjen Pendidikan Tinggi.Jakarta

Eko Putro Widoyoko. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian.* Pustaka Pelajar. Yogyakarta

Herlambang,A.2002 Teknologi Pengolahan Limbah Cair Tahu. Pusat Pengkajian dan Penerapan 79 Teknologi Lingkungan (BPPT) dan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Samarinda.

Hermayanti,Agustin.2014. Potensi Perolehan Energi Listrik dari Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Salt Bridge Microbial Fue Cell (SBMFC). Skripsi.Fakultas Saintek,UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Heryani,Hani.2012. Penentuan Kuat Arus Listrik yang dihasilkan dari Sistem Microbial *Fuel cell* dengan menggunakan Elektoda Tembaga pada Limbah Cair Industri Tahu. Skripsi.FMIPA Unjani,Cimahi.

Holt, J.G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Staley, dan S.T. Williams, 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Nine Edition. The William and Walkins Company Inc: California 296-665

Ieropoulos,L,J. Greenman.2008. Microbial *Fuel cell*s Bassed on Carbon Veil Electrodes : Stack configuration and scalability. *International Journal of Energy Research*

I Ketut Dewa Sastrawidana. 2011. Studi Perombakan Zat Warna Tekstil Remazol Red RB Secara Aerob Menggunakan Bakteri *Enterobacter aerogenes* yang diisolasi dari Lumpur Limbah Tekstil. *Jurnal Kimia.* Universitas Pendidikan Ganesha. Singaraja.

Kementrian ESDM,2015. *Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia*. Kementrian ESDM.Jakarta

Logan, Bruce. B, Hamelers, R, Rozendal, U, Schrodel, J Keller, S freguia, P, Aelterman, W, Verstraete and K, Rabaey.2006. *Microbial Fuel cells : Methodology and Technology*.Journal Environmental Science and Tecchnology. 40, 17. American Chemical Society,

Madigan, M.T., Martiko J.M, Paker J. 2003. *Brock Biology of Microorganism* Tenth Edition. USA. Prentice-Hall Internasional, Inc. 614-642; 669-676; 937-947

Pelczar, M. J dan E. C. S, Chan. 1988. Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid 1 (terjemahan R. S. Hadioetomo). Jakarta: UI Press.

P. T. Kininge, Pallavi, D. D. Aishwarya, N.Mohandas, O. A. Shinde, InternationalJournal of Advanced Biotechnology andResearch, 2 (2011) pp. 263-268.

Rabaey, Korneel and Willy.2005 Microbial *fuel cell*, Biotechnology for energi generation. ELSEVIER Trends in Biotechnology vol 23 no.6 June 2005.

Robert S. Breed, E.G.D. Murray and Nathan R. Smith. 1957. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology seventh edition*. The Williams and Wilkins Company. United State of America.

Sumiarsih, S. 2003. *Diklat Kuliah Mikrobiologi Dasar*. Yogyakarta: Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta.

Wulandari.2012. Penggunaan Modul Hasil Penelitian Identifikasi Fungi dalam Tape Talas sebaai Sumber Belajar Biologi dan Dampaknya terhadap Keterampilan Menginterprestasi Data pada Mahasiswa Kelas X SMA.Skripsi.Fkip Universitas Sebelas Maret.Surakarta.

Yustina. 2010. *Modul Pembelajaran*. FKIP Universitas Riau. Pekanbaru.