PROGRAM KREATIFITAS MAHASISWA

PEMANFAATAN UMBI PORANG UNTUK MENGHASILKAN ASAM LAKTAT SEBAGAI BAHAN BAKU PRODUKSI BIOHIDROGEN

Jenis kegiatan :

PKM Penulisan Ilmiah

Diusulkan oleh :

Imam Sucipto	(G44104004) 2004
Muhammad Sidiq Habibi	(G44104003) 2004
Shiddiq Ardhi Irawan	(G14063224) 2006
Putri Pinilih	(G84070044) 2007

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2008

PEMANFAATAN UMBI PORANG UNTUK MENGHASILKAN ASAM LAKTAT SEBAGAI BAHAN BAKU PRODUKSI BIOHIDROGEN

Imam Sucipto[1], Muhammad Sidiq Habibi, Shiddiq Ardhi Irawan, Putri Pinilih
Departemen Biokimia, Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Proses eksplorasi, pengolahan, dan penggunaan bahan bakar minyak (fuel fossil) dan kayu secara berlebihan sebagai energi mengakibatkan menipisnya cadangan energi dunia dan menghasilkan polutan seperti CO, CO_2*, SOx, NOx, dan debu. Sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui (renewable energy) dan aman lingkungan (green energy) diharapkan mampu mengeliminasi polutan tersebut dan menyelamatkan lingkungan. Prinsip dasar dari penelitian ini adalah perombakan karbohidrat (limbah atau nonlimbah) menjadi monomernya (glukosa). Selanjutnya monomer (glukosa) tersebut difermentasi oleh bakteri asam laktat menjadi senyawa organik (asam laktat). Kedua jenis bakteri asam laktat dalam penelitian ini memiliki kemampuan yang berbeda dalam mengkonversi gula. Bakteri KIM 8 (1%) mampu mengkonversi gula sebanyak 5.221% sedangkan bakteri 1A2 (1%) mampu mengkonversi gula lebih besar, yaitu 11.155% begitu juga pada konsentrasi 5%. Senyawa organik (asam laktat) tersebut kemudian difermentasi lanjut oleh bakteri fotosintetik dan menghasilkan hidrogen yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif (biohidrogen).*

Kata kunci : *Biohidrogen, asam laktat, glukosa, fermentasi.*

[1]Penulis Korespondensi.Telp +6251622509, +628176805435

HALAMAN PENGESAHAN PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

1. Judul Kegiatan : Pemanfaatan Umbi Porang untuk Menghasilkan Asam Laktat Sebagai Bahan Baku Produksi Biohidrogen

2. Bidang Ilmu : ( ) Kesehatan ( ) Pertanian
   (√) MIPA ( ) Teknologi dan Rekayasa
   ( ) Sosial ekonomi ( ) Humaniora
   ( ) Pendidikan

3. Ketua pelaksana Kegiatan/Penulis Utama
   a. Nama Lengkap : Imam Sucipto
   b. NIM : G44104004
   c. Departemen : Biokimia
   d. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
   e. Alamat Rumah dan No. Tel./HP : Jl. Babakan Raya Gang III No. 20. (0251) 622509/08176805435

4. Anggota Pelaksana Kegiatan/Penulis: 3 orang

5. Dosen Pendamping
   a. Nama Lengkap dan Gelar : Ir. A. E. Zaenal Hasan, M.Si
   b. N I P : 130516496
   c. Alamat Rumah dan No. Tel./HP : Jl. Pangeran Shogiri No.48 Tanah Baru Bogor (0251)659728

Menyetujui
Ketua Departemen Biokimia,

(drh. Sulistiyani, M.Sc, Ph.D)
NIP 131 435 135

Bogor, Maret 2008
Ketua Pelaksana,

(Imam Sucipto)
NIM G44104004

Wakil Rektor Bidang
Akademik dan Kemahasiswaan,

(Prof. Dr. Ir. H. Yonny Koesmaryono, MS)
NIP 131 473 999

Dosen Pendamping,

(Ir. A. E. Zaenal Hasan, M.Si)
NIP 130 516 496

LEMBAR PENGESAHAN SUMBER PENULISAN ILMIAH PKMI

1. Judul Tulisan yang Diajukan: Pemanfaatan Umbi Porang untuk Menghasilkan Asam Laktat Sebagai Bahan Baku Produksi Biohidrogen

2. Sumber Penulisan:

(√) Muhammad Sidiq Habibi. 2007. Hasil Praktik Lapang dengan judul "Produksi Biohidrogen dari Umbi Porang (*Amorphophallus campanulatus*)". Puslit Bioteknologi LIPI Cibinong, Bogor.

(√) Indra Saputra. 2007. Hasil Praktik Lapang dengan judul " Fermentasi Berbagai Substrat Oleh Bakteri Asam Laktat Heterofermentatif". Puslit Bioteknologi LIPI Cibinong, Bogor.

( ) Kegiatan ilmiah lainnya.

Keterangan ini kami buat dengan sebenarnya.

Mengetahui
Ketua Departemen Biokimia,

(drh. Sulistiyani, M.Sc, Ph.D)
NIP 131 435 135

Bogor, Maret 2008
Penulis Utama,

(Imam Sucipto)
NIM G44104004

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Kegiatan dengan tema "Produksi Biohidrogen dari Biomassa Melalui Proses Fermentasi" ini dilaksanakan selama bulan Juli sampai Agustus 2007 sebagai kegiatan praktik lapangan.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Ir. A. E. Zaenal Hasan, M.Si selaku pembimbing serta Ibu Dr. Dwi Susilaningsih, M.Pharm atas saran dan masukannya. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang senantiasa membantu dan mendukung terciptanya karya tulis ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada keluarga tercinta atas semangat, pengertian, dan kasih sayangnya.

Semoga laporan ini bermanfaat bagi banyak pihak.

Bogor, Maret 2008

Imam Sucipto,Muhammad Sidiq Habibi, Shiddiq Ardhi Irawan, Putri Pinilih

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	vi
PENDAHULUAN	1
BAHAN DAN METODE	2
Pembuatan media GYP	2
Pembuatan Substrat Porang	2
Kultur Bakteri Laktat	2
Pemanenan Bakteri Laktat	3
Pengukuran *Optical Density* (OD)$_{awal}$ Larutan Bakteri Laktat	3
Fermentasi Laktat	3
Pengambilan Sampel (sampling)	3
Pengukuran Kadar Glukosa (gula total) dengan Metode *Phenolsulphuric* (Asam Fenol Sulfat)	4
HASIL DAN PEMBAHASAN	4
KESIMPULAN	8
DAFTAR PUSTAKA	9

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk dan tingkat ekonomi yang semakin meningkat, serta perkembangan teknologi yang semakin pesat dari waktu ke waktu mengakibatkan dunia (termasuk Indonesia) membutuhkan energi yang sangat besar. Eksploitasi energi yang berlebihan dari sumber daya alam terutama minyak bumi selama ini menyebabkan menipisnya kandungan minyak bumi tersebut, menimbulkan kerusakan lingkungan, dan krisis energi di seluruh dunia. Kita tahu bahwa minyak bumi adalah sumber energi yang tak terbarukan, butuh ratusan bahkan jutaan tahun untuk mengkonversi bahan baku minyak bumi menjadi minyak bumi. Di antara beberapa jenis BBM, premium cukup dominan penggunaannya sebagai bahan bakar transportasi nasional. Pada tahun 2006, kebutuhan premium untuk transportasi di dalam negeri sekitar 17 juta kiloliter (kl) dan angka ini akan terus bertambah sejalan dengan perkembangan jumlah penduduk, wilayah permukiman, perkotaan, dan infrastruktur transportasi. Krisis energi dan kerusakan lingkungan ini memerlukan penanganan serius. Oleh karena itu, energi alternatif yang dapat diperbaharui (*renewable energy*) dan aman lingkungan (*green energy*) sangat dibutuhkan dan sangat penting untuk diupayakan serta dioptimalkan pengolahan dan penggunaannya.

Hidrogen merupakan salah satu pilihan energi alternatif karena mudah dikonversi dan tidak merusak lingkungan baik dalam proses pembuatan maupun penggunaannya. Hidrogen adalah unsur paling ringan, sangat mudah terbakar, dan paling banyak terdapat di alam semesta. Unsur ini dikandung oleh air dan semua senyawa organik serta mahluk hidup (Mohsin 2007). Biohidrogen adalah hidrogen yang diproduksi melalui proses biologis atau dari biomassa. Senyawa ini dapat dikembangkan di Indonesia karena bahan bakunya cukup tersedia. Biohidrogen diproduksi dengan memanfaatkan organisme bakteri melalui proses fermentasi atau fotoproduksi untuk merombak substrat organik (limbah atau nonlimbah) menjadi energi hidrogen (Sirait 2007).

Umbi-umbian merupakan bahan berkabohidrat tinggi tetapi di Indonesia belum semua jenis umbi dimanfaatkan dan dikembangkan, antara lain suweg (porang). Kandungan serat pangan, protein, dan karbohidratnya cukup tinggi, yaitu berturut-turut 13,71 %, 7,20 % dan 80 % (Faridah 2007). Umbi porang di daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur merupakan tanaman liar yang sangat banyak jumlahnya, namun belum optimal pemanfaatannya. Oleh karena itu di dalam penelitian ini, umbi porang digunakan sebagai substrat organik untuk produksi biohidrogen melalui proses fermentasi dengan memanfaatkan bakteri fotosintetik *Rhodobium marinum* dan bakteri asam laktat heterofermentatif.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan media GYP

Sebanyak 1 L akuades dicampurkan dengan 10 g gukosa, 10 g yeast extract, 5 g pepton, 2 g beef extract, 2 g natrium asetat, 10 mL tween 5%, 40 mg $MgSO_4$, 2 mg $MnSO_4$, 7 mg $FeSO_4$, dan 2 mg NaCl dalam tabung *Schot* 1 L. Bahan-bahan tersebut dihomogenkan dan pH larutan tersebut diatur menjadi 6.8 dengan menambahkan NaOH atau HCl. Kemudian ditambahkan agar sebanyak 15 g untuk media padat, sedangkan untuk media cair tidak perlu ditambahkan agar. Media ini kemudian disterilisasi dengan otoklaf.

Pembuatan substrat porang

Umbi porang dicuci hingga bersih, kemudian dikupas dan ditimbang. Daging umbi porang diiris-iris tipis dan dijemur hingga kering. Irisan umbi porang yang telah kering digerus dalam mortar hingga halus. Bubuk porang yang telah halus tersebut dilarutkan dalam 200ml akuades dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Larutan ini kemudian disterilisasi dengan otoklaf (121 °C, 15'). Substrat porang dibuat dengan dua konsentrasi, yaitu 1% dan 5%. Apabila dibuat untuk konsentrasi 1%, bubuk porang yang ditambahkan sebanyak 2 gram sedangkan untuk konsentrasi 5%, bubuk porang yang ditambahkan sebanyak 10 gram.

Kultur bakteri laktat

Sebanyak 20 mL media GYP steril dimasukkan ke dalam 2 labu Erlenmeyer 50 mL. Dua Erlenmeyer ini digunakan untuk dua jenis bakteri laktat, yaitu KIM 8 dan 1A2. Setelah itu sebanyak 1 ose bakteri laktat (dari stok) dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dengan cara aseptik di dalam laminar. Prekultur ini diletakan dalam shaker semalaman. Prekultur yang telah dishaker semalaman dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL yang telah diberi media GYP sebanyak 200 mL dan dishaker selama 3 hari.

Pemanenan bakteri laktat

Kultur bakteri laktat yang telah dishaker selama 3 hari dimasukkan ke dalam botol *falcon* 250 mL kemudian disentrifuse pada kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Supernatan hasil sentrifugasi disimpan dan pelet dilarutkan kembali dengan 5 mL bufer fosfat dan didapat larutan bakteri yang telah dikonsentrasikan.

Pengukuran *optical density* $(OD)_{awal}$ larutan bakteri laktat

Sebanyak 0.1 mL larutan bakteri laktat dicampurkan dengan 3.9 mL atau dengan kata lain diencerkan sebanyak 40 kali. Hasil pengenceran ini kemudian diambil 5 mL untuk diukur absorbansinya pada panjang gelombang 680 nm. Nilai OD_{awal} didapat dengan persamaan:

$$OD = \frac{A\, x\, volume\ larutan\ yang\ diukur\ x\ faktor\ pengenceran}{Volum substrat}$$

Fermentasi laktat

Larutan bakteri laktat yang telah diukur nilai OD_{awal} dimasukkan ke dalam substrat dengan jumlah yang telah ditentukan dari penghitungan nilai OD. Nilai pH diukur dengan menggunakan indikator universal sebagai pH awal.

Pengambilan sampel (*sampling*)

Larutan substrat porang diambil sebanyak 1 mL dan dimasukkan ke dalam *mikrotube* yang diberi label H_0. Selanjutnya disiapkan 7 buah *mikrotube* 1.5m L, diberi label 10^{-1} - 10^{-7} dan ke dalam masing-masing *mikrotube* ditambahkan bufer fosfat sebanyak 0.9 mL. Sebanyak 0.1 mL larutan sampel dari *mikrotube* berlabel H0 dimasukkan ke dalam *mikrotube* berlabel 10^{-1} dan dikocok kemudian dari *mikrotube* tersebut diambil 0.1 mL dan dimasukkan ke dalam *mikrotube* berlabel 10^{-2} dan seterusnya sampai *mikrotube* berlabel 10^{-7}. Pengambilan sampel ini dilakukan di dalam laminar.

Pengukuran Kadar Glukosa (Gula Total) dengan Metode *Phenol-sulphuric* (asam Fenol Sulfat)

Hasil pengambilan sampel dari H_0-H_5 yang tidak diencerkan disentrifuse dengan sentrifus klinik selama 10 menit. Supernatan kemudian diencerkan 100 kali. Diambil sebanyak 0.5 mL dari larutan hasil pengenceran tersebut ke dalam tabung reaksi kecil, kemudian ditambahkan fenol 5% sebanyak 0.5 mL dan larutan H_2SO_4 sebanyak 2.5 mL lalu dikocok dengan *vortex*. Setelah dikocok lalu didiamkan 10 menit dan diletakan di dalam *water bath* dengan suhu 40 ^{0}C selama 20 menit. Kadar glukosa (gula total) dalam sampel dianalisis dengan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer VIS 490 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Media kultur bakteri asam laktat (BAL) heterofermentatif menggunakan media GYP yang terdiri atas glukosa, *yeast extract*, *beef extract*, pepton, K_2HPO_4, natrium asetat, dan $CaCO_3$. Fungsi masing-masing komponen dari media GYP antara lain glukosa digunakan sebagai sumber unsur karbon, *beef extract*, pepton, dan *yeast extract* digunakan sebagai sumber nitrogen, K_2HPO_4 digunakan sebagai komponen buffer dalam media tersebut bersama-sama dengan KH_2PO_4 sehingga pH buffer yang terjadi adalah 6.8. Buffer fosfat merupakan buffer yang sering digunakan secara luas untuk media preparasi. Hal ini disebabkan sifat buffer fosfat yang mempunyai nilai pH yang relatif netral dan umumnya tidak toksik untuk bakteri (Stanier *et al.* 1963).

Bakteri asam laktat heterofermentatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri KIM 8 dan 1A2. Bakteri KIM 8 diisolasi dari makanan asal korea yang dinamakan Kimichi. Bakteri KIM 8 merupakan bakteri gram positif dengan bentuk *bacil* (*Lactobacillus*) yang memiliki *Optical density* (OD) 1,2506 dan mampu mendegradasi glukosa sebesar 51,79% (Dwi S. *et al* 2007). Nilai OD_{awal} bakteri KIM 8 dan 1A2 yang digunakan dalam penelitian ini berturut-turut adalah 0,984 dan 0,845.

Glukosa yang dihasilkan dari hidrolisis substrat (porang) difermentasi oleh BAL menjadi asam laktat. Peristiwa fermentasi ini ditandai oleh beberapa perubahan, yaitu dengan penurunan nilai pH yang bisa mencapai pH 4 karena dihasilkannya asam laktat pada medium tumbuh. Semakin banyak asam laktat yang dihasilkan maka akan semakin asam media tumbuh bakteri tersebut. Nilai penurunan pH pada fermentasi glukosa dengan bakteri asam laktat heterofermentatif pada percobaan mencapai pH 4. Nilai pH optimum dari bakteri KIM 8 dan 1A2 adalah 4-6 (Dwi S. *et al* 2007).

Nilai kadar gula total mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya produksi asam laktat, asam asetat, asam butirat, asam propionat, asam valerat, dan lain-lain. Penurunan kadar gula total sampel (porang) juga ditandai dengan penurunan nilai pH (dari 6 menjadi 4) akibat diproduksinya asam laktat dan asam-asam lainnya (Tabel 1).

Tabel 1 Nilai pH Substrat Porang

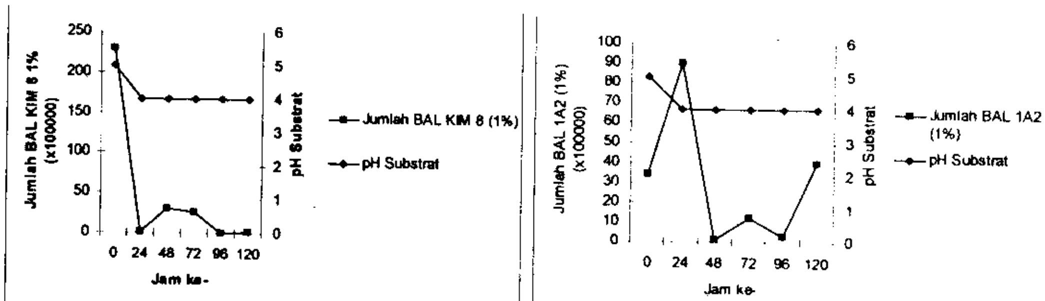
Substrat	Konsentrasi	Bakteri	pH (Jam ke-)					
			0	24	48	72	96	120
Porang	1%	KIM 8	5	4	4	4	4	4
		1A2	5	4	4	4	4	4
	5%	KIM 8	6	5	4	4	4	4
		1A2	6	5	4	4	4	4

Pertumbuhan mikrob dapat ditandai dengan peningkatan jumlah dan massa sel sedangkan kecepatan pertumbuhan tergantung pada lingkungan fisik dan kimianya. Pertumbuhan bakteri membentuk pola pembelahan biner atau 2^n. Kurva pertumbuhan bakteri terdiri atas beberapa fase, yaitu fase lambat, fase *log* (logaritmik) atau eksponensial, fase stasioner atau tetap, dan fase kematian atau penurunan.

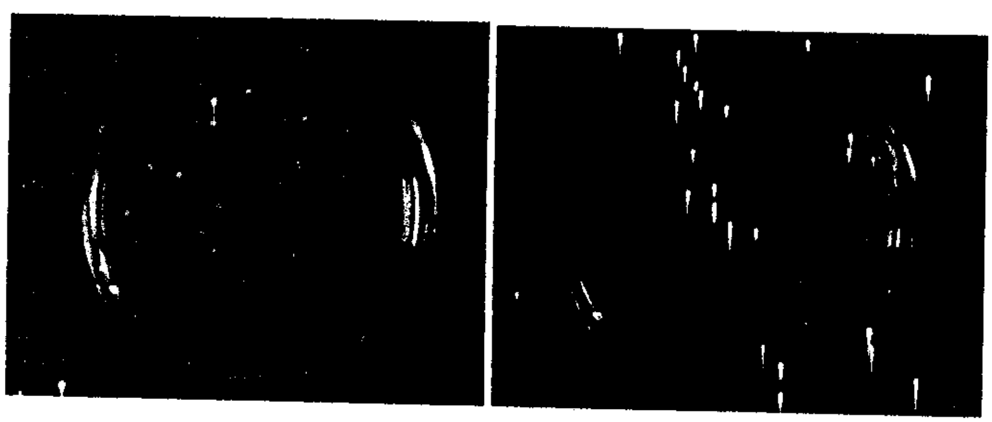
Pertumbuhan bakteri dimulai dari fase lamban atau *lag*. Ciri-ciri fase ini adalah tidak ada pertumbuhan populasi, sel mengalami perubahan dalam komposisi kimiawi, bertambah ukurannya, dan substansi intraselularnya bertambah. Setelah fase *lag* atau lamban, bakteri akan memasuki fase pertumbuhan logaritma atau eksponensial, di dalam fase ini sel membelah dengan laju yang konstan, massa menjadi dua kali lipat dengan laju yang sama, aktivitas metabolik seimbang, dan pertumbuhan seimbang. Pertumbuhan seimbang ditandai dengan bertambahnya populasi secara teratur.

Pertumbuhan bakteri selanjutnya, yaitu fase stasioner, fase ini ditandai habisnya nutrien yang dibutuhkan oleh bakteri dalam pertumbuhannya. Hal ini ditandai dengan diproduksinya senyawa atau produk racun, yang menyebabkan beberapa sel bakteri mati sedangkan yang lain tumbuh dan membelah sehingga jumlah sel yang hidup menjadi tetap. Antibiotik diproduksi pada fase stasioner ini. Fase selanjutnya adalah fase kematian atau penurunan pertumbuhan yang ditandai dengan sel-sel bakteri menjadi lebih cepat mati daripada terbentuknya sel-sel baru (Pelczar 1986).

Pertumbuhan bakteri diukur dari H_0 (jam ke-0) sampai H_5 (jam ke-120) pada sampel porang 1% dan 5%. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pola pertumbuhan bakteri KIM 8 1% dan 1A2 1% tidak mengikuti pola pertumbuhan bakteri pada umumnya (Gambar 1). Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain pH substrat awal tidak dinetralkan terlebih dahulu, adanya kontaminan, dan OD awal bakteri kurang dari OD optimumnya. Selain itu jika dilihat dari bakteri yang tumbuh di media uji, pertumbuhan bakteri KIM 8 (1%) lebih baik daripada bakteri 1A2 (1%) (Gambar 2).



Gambar 1 Hubungan pH dengan jumlah bakteri KIM 8 (1%) dan 1A2 (1%)



(a) (b)

Gambar 2 Bakteri KIM 8 (a) dan bakteri 1A2 (b) dalam media GYP.

Faktor lain yang menjadi indikator berlangsungnya peristiwa fermentasi glukosa oleh bakteri asam laktat, yaitu berapa banyak glukosa yang terfermentasi. Kadar gula yang diukur dalam penelitian ini adalah kadar gula total. Kadar gula total yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi substrat maka kadar gula totalnya juga semakin tinggi. Hasil pengukuran kadar gula total (jam ke-120) pada substrat 1% dan 5% yang diinokulasi dengan bakteri 1A2 adalah 2.988 x 10^3 ppm dan 3.256 x 10^3 ppm sedangkan pada substrat 1% dan 5% yang diinokulasi dengan bakteri KIM 8 adalah 2.582 x 10^3 ppm dan 4.186 x 10^3 ppm (Tabel 2). Kadar gula total pada jam ke-120 lebih kecil daripada pada jam ke-0 menunjukkan bahwa glukosa sudah dikonversi menjadi asam laktat dan asam organik lainnya.

Tabel 2 Konsentrasi gula total terfermentasi

Jam ke-	Konsentrasi gula (x 100 ppm)			
	Kim8		1A2	
	1%	5%	1%	5%
0	27.24742	59.28866	33.639175	70.28866
24	31.65979	34.91753	31.938144	52.76289
48	28.59794	18.39175	31.814433	22.95876
72	26.09278	29.15464	45.298969	33.20619
96	26.81443	33.40206	29.072165	29.56701
120	25.82474	41.86598	29.886598	32.56701

Asam laktat dan asam organik lain yang dihasilkan ini selanjutnya dapat dikonversi menjadi hidrogen oleh bakteri fotosintetik *R. marinum* melalui fermentasi lebih lanjut. Reaksi yang dihasilkan untuk produksi gas hidrogen oleh bakteri fotosintetik adalah sebagai berikut:

$$\text{Glukosa} + 2H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2 \qquad \Delta G = -33.8\ \text{kJ}$$

$$\text{Asam Laktat} + 2H_2O \longrightarrow 3CO_2 + 6H_2 \qquad \Delta G = -51.2\ \text{kJ}$$

Kawaguchi *et al.* (2001) melaporkan bahwa asam laktat merupakan substrat yang baik untuk pertumbuhan bakteri *R. marinum*. Bakteri ini sendiri dapat menghasilkan hidrogen sebesar 3.58 %. Secara stoikiometri 1 mol glukosa dengan bakteri fotosintetik dapat menghasilkan hidrogen sebesar 12 mol.

Berdasarkan penelitian ini, persentase gula terfermentasi untuk kedua jenis bakteri asam laktat menunjukkan semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi pula persentase gula terfermentasi. Kedua jenis bakteri ini memiliki kemampuan yang berbeda dalam mengkonversi gula. Bakteri KIM 8 (1%) mampu mengkonversi gula sebanyak 5.221% sedangkan bakteri 1A2 (1%) mampu mengkonversi gula lebih besar, yaitu 11.155% begitu juga pada konsentrasi 5% (Tabel 3). Jadi bakteri 1A2 memiliki kemampuan mengkonversi gula lebih baik daripada bakteri KIM 8.

Gula terfermentasi ini dapat dalam bentuk asam laktat, asam asetat, dan asam organik yang lain. Menurut Kawaguchi (2001) bakteri *R. marinum* dapat menggunakan asam laktat sebagai substrat untuk menghasilkan hidrogen dengan nilai konversi 70%. Menurut Sirait (2007) asam laktat memiliki nilai konversi lebih besar, yaitu 83.97% dibandingkan asam organik lainnya untuk memproduksi hidrogen. Selain itu ia menyatakan bahwa semakin tinggi gas hidrogen yang dihasilkan maka konsentrasi asam laktat akan semakin berkurang. Hal ini menunjukkan bahwa asam laktat tersebut dikonversi oleh bakteri *R. Marinum* menjadi gas hidrogen.

Tabel 3 Kadar Gula Terfermentasi

Jenis Bakteri + konsentrasi	Kadar gula awal	Kadar gula hari terakhir	Gula terfermentasi (%)
Kim 8 (1%)	27.24742	25.82474	5.221
Kim 8 (5%)	59.28866	41.86598	29.386
IA2 (1%)	33.63917	29.88659	11.155
IA2 (5%)	70.28866	32.56701	53.667

KESIMPULAN

Hasil pengukuran konsentrasi gula total menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi substrat semakin tinggi pula kadar gula totalnya. Konsentrasi gula total semakin berkurang seiring bertambahnya waktu. Hal ini memperlihatkan adanya aktivitas bakteri dalam mengkonversi glukosa menjadi asam laktat. Di antara kedua jenis bakteri asam laktat yang digunakan dalam penelitian ini, pertumbuhan bakteri KIM 8 lebih tinggi daripada 1A2 dalam media dan konsentrasi yang sama. Secara umum semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi pula persentase gula terfermentasi. Kadar gula terfermentasi menjadi asam laktat pada substrat yang berisi bakteri KIM 8 lebih kecil dibandingkan dengan substrat yang berisi bakteri 1A2. Jadi bakteri 1A2 memiliki kemampuan mengkonversi gula lebih baik daripada bakteri KIM 8.

DAFTAR PUSTAKA

Dwi Susilaningsih, Umi T.H., Anam K. dan Yopi . 2007. *Substrates Preparation from Woody Tropical Waste Biomass for Biohydrogen Production*. Depok: UI Pr.

Faridah DN. 2006. Umbi suweg berpotensi sebagai pangan diet. http://ipb.ac.id/ porang/ umbi suweg berpotensi.html [9 Agustus 2007].

Kawaguchi H, K. Hashimoto, K. Hirata, K. Miyamoto. 2001. H_2 Produktion from Alga Biomass by a Mixed Culture of *Rhodobium marinum* A-501 and *Lactobacillus amylovorus* [catatan penelitian]. *J Bioscience, Bioengenering*, 3 : 277-282.

Mohsin Y. Hydrogen http://periodi c.lanl.gov/elements/1.html [5 September 2007].

Pelczar MJ, Chan ES. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Hadioetomo RS, penerjemah. Jakarta : UI Pr. Terjemahan dari *Basic of Microbiology*.

Sirait LR. 2007. Produksi gas hidrogen dari limbah cair tahu dengan bakteri fotosintetik *Rhodobium marinum* [skripsi]. Depok: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Stainer. 1963. *The Microbial World*. New York : Prentice Hall.