

PENGENDALIAN FERMENTASI DENGAN PENGATURAN KONSENTRASI GULA HASIL HIDROLISIS ONGGOK TEPUNG TAPIOKA UNTUK MENGHASILKAN ALKOHOL

Susijahadi, Neran dan M. Fatoni Kurniawan

ABSTRAK

Penelitian tentang " Pengendalian Fermentasi dengan Pengaturan Konsentrasi Gula Hasil Hidrolisis Onggok Tepung Tapioka untuk Menghasilkan Alkohol", bertujuan untuk mengetahui besarnya konsentrasi gula di dalam substrat sehingga dihasilkan alkohol yang maksimal. Konsentrasi gula yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0.30, 0.25, 0.15 dan 0.10 g pergram bahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa; 1) konsentrasi gula dalam substrat berpengaruh terhadap jumlah alkohol yang dihasilkan; 2) kadar alkohol tertinggi dicapai pada konsentrasi gula 0.25 g/g bahan yaitu sebesar 12.68 persen (b/b).

PENDAHULUAN

Ubi kayu (*Manihot utilisima*) adalah jenis tanaman yang mampu hidup hampir di semua daerah di Indonesia ini. Secara tradisional ubi kayu dimanfaatkan sebagai makanan jajanan, atau sebagai makanan pokok dalam bentuk tiwul ataupun growol. Selain itu ubi kayu sudah dimanfaatkan juga sebagai pelet makanan ternak, pembuatan gula glukosa dan tapioka. Pengolahan ubi kayu menjadi tapioka menghasilkan limbah cair dan limbah padat dalam bentuk onggok. Onggok sebagai limbah padat dari pabrik tapioka apabila dibiarkan akan mengganggu masyarakat, terutama yang ada di sekitar lokasi pabrik.

Onggok pembuatan tepung tapioka berupa serat kasar yang masih mengandung karbohidrat. Adapun komposisi onggok tapioka mengandung 68 % karbohidrat, 1.57%, 0.26% lemak, 10% serat, 0.17% abu dan 20% air (Abbass dkk, 1985). Komposisi onggok tepung tapioka bervariasi sesuai dengan jenis ubi kayu, daerah asal serta cara yang dipergunakan di dalam pembuatan tepung tapioka. Onggok tepung tapioka dari CV Intaf di daerah Lumajang mengandung pati sebesar 45,04% dengan kadar air 11.00 %.

Kapasitas pabrik pembuatan tapioka CV Intaf Lumajang sekitar 17 ton ubi kayu setiap harinya, sehingga dalam satu bulan mencapai sekitar 510 ton. Produksi onggok mencapai 5 - 10 % dari bahan baku maka dalam satu bulan akan dihasilkan 25,5 - 51 ton onggok.

Untuk mengatasi permasalahan ini perlu dikembangkan berbagai cara pengolahan onggok tersebut. Salah satu alternatif penanganan onggok adalah dengan cara mengolah onggok menjadi alkohol, yang di dalam pemanfaatannya dapat digunakan sebagai bahan bakar, disinfektan, farmasi keperluan industri pangan dan kimia. Proses fermentasi alkohol dari bahan dasar pati menurut Prescott and Dunn (1959) mula-mula pati akan diubah dulu menjadi senyawa gula sederhana, baru kemudian dimanfaatkan dengan menggunakan kegiatan *Sacharomyces cerevicae* menjadi alkohol. Jumlah bahan yang dapat diubah menjadi alkohol ditentukan oleh kadar gula di dalam bahan.

Jefyies (1983) di dalam Indrowidjojo (1992), mengatakan bahwa bahan yang mengandung pati oleh khamir akan diubah menjadi alkohol (etanol). Berdasarkan beberapa hasil penelitian menunjukkan, bahwa beberapa jenis khamir mampu memfermentasikan glukosa, walaupun hasilnya rendah.

Fermentasi etanol oleh adanya aktivitas khamir berlangsung dalam suasana an-aerob melalui jalur Embden Meyerhoof Parnas Pathay, yang di dalam prosesnya satu molekul glukosa akan membentuk dua molekul etanol dan dua molekul CO₂ (Prescott and Dunn (1959). Secara teoritis maka satu gram glukosa akan menghasilkan 0.51 gram etanol (Yudoamidjojo, dkk ,1992).

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari Pebruari 1997 di Laboratorium Mikrobiologi Pengolahan, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember dan Laboratorium Kimia Dasar, UPT MIPA Universitas Jember.

Bahan dan Alat

Penelitian menggunakan bahan dasar onggok tepung tapioka yang berupa onggok, dari CV Intaf di Lumajang, biakan murni *Saccharomyces cerevicae* dari Laboratorium Mikrobiologi Pengolahan, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Beberapa bahan kimia yang digunakan dalam penelitian yaitu reagent Nelson-Somogy, H₂SO₄, K₂Cr₂O₇, Ca(OH)₂, (NH₄)₂SO₄, KH₂PO₄ dan Arseno Molibdat.

Penelitian ini menggunakan alat-alat antara lain : beaker glass, magnetik stirer, neraca sartorius, pendingin balik, pipet volume, spatula, centrifuge 300 rpm, erlenmeyer, oven dan penangas air, spektropnik 20 dsn Vortek.

Metode

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan satu faktor yaitu kadar gula yang terdiri dari mulai dari 0.30 g, 0.25 g/, 0.20 g, 0.15 g, dan 0.10 g per gram bahan.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Starter

Satu ose biakan murni *Saccharomyces cerevicae* dari agar miring diinokulasikan ke dalam 10 ml Sabouroud Dextrose Broth (SDB), kemudian diinku-basikan pada suhu 30° C selama 24 jam. Selanjutnya bahan 10 ml diinokulasikan ke dalam 90 ml SDB. dan diinkubasikan pada suhu 30° C selama 24 jam.

Hidrolisis Onggok

Hidrolisis onggok dilaksanakan dengan mengguna-kan cara destilasi menggunakan penghidrolisis H₂SO₄ 0.6 M dengan perbandingan 1 gram onggok untuk setiap 2 ml H₂SO₄. Hidrolisis membutuhkan waktu selama 2,5 jam.

Penyaringan

Hasil hidrolisis selanjutnya disaring mengguna-kan kertas Whatman sehingga akan terpisah menjadi serat kasar dan cairan hasil hidrolisis. Untuk mempercepat penyaringan ini dilakukan penyaringan vakum. Selanjutnya hasil hidrolisis ini diencerkan sehingga didapatkan larutan dengan konsentrasi 0.30 g, 0.25 g, 0.20 g, 0.15 g, dan 0.10 g per gram bahan

Pengaturan pH

Hasil hidrolisis yang sudah diencerkan diatur pH nya dengan menggunakan larutan Ca(OH)₂ kemudian dibiarkan selama 5 jam. Sehingga pH mencapai 4.5. Endapan CaSO₄ disaring dengan menggunakan saringan vakum.

Penambahan Natrium

Agar inokulan *Saccharomyces cerevicae* dapat tumbuh optimal maka cairan hasil hidrolisis sebagai medium perlu ditambah (NH₄)₂SO₄ 0.1%, KH₂PO₄ 0.1% dan MgSO₄ 0.5% (Kocn, dkk 1988).

Pasteurisasi

Medium disterilkan dengan cara pasteurisasi menggunakan penangas air pada suhu 67° C selama 30 menit.

Inokulasi *Sacharomyces cerevicae*

Sebagai inokulan adalah *Saccharomyces cerevicae* dari starter sebanyak 5 ml yang diinokulasikan se-cara aseptis pada 100 ml medium fermentasi.

Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan pada kondisi suhu kamar dan lama fermentasi terdiri dari 1,2 dan 3 hari.

Pengamatan

Pengamatan penelitian dilakukan pada hari ke 0, 1, 2 dan 3 terhadap berat kering sel (biomassa), sisa gula terfermentasi, kadar alkohol dan jumlah CO₂ yang terbentuk.

Berat kering sel dengan metode langsung (Said, 1989)

Berat kering sel diamati dengan cara memipet 5 ml cairan medium kemudian dilakukan pemusingan, dengan menggunakan centrifuge 300 rpm, sehingga akan terpisah antara cairan dengan biomasanya. Biomassa dicuci dengan aquadest atau buffer. Biomassa yang sudah bersih dipindahkan ke dalam gelas arloji yang bersih dan sudah diketahui beratnya, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 80° C selama 24 jam atau pada suhu 110° C selama 8 jam. Selisih berat kering total dengan berat gelas arloji merupakan biomassa yang terbentuk.

Gula reduksi dengan metode Nelson-Somogy (Sudarmadji dkk., 1989).

Caranya yaitu mengambil sampel sebanyak 1 ml, kemudian ditambah 1 ml larutan Nelson-Somogy, selanjutnya dimasukkan penangas air selama 20 menit pada suhu 100° C. Setelah didinginkan, kemudian di tambah reagan arseno molibdat 1 ml dan diencerkan menjadi 10 ml dan dibaca pada spectronik 20 pada panjang gelombang 540 µm.

Alkohol Metode Mikro Difusi Conway (Anonim, 1996)

Alkohol yang dihasilkan dianalisis dengan cara membandingkan sampel terukur dengan alkohol murni. Cara pengukurannya yaitu 1 ml sampel di tambah 1 ml larutan Mikro Difusi Conway (300 ml K₂Cr₂O₇ 0.7 N dilarutkan di dalam 100 ml H₂SO₄ pa, dan diencerkan menjadi 500 ml), kemudian dimasukkan dalam penangas air pada suhu 90° C selama 6 menit dan diencerkan menjadi 10 ml kemudian dibaca pada sepectronic 20 pada panjang gelombang 585 um.

Gas CO₂ diamati dengan metode Acidi-Alkalimetri (Anonim, 1996)

Gas CO₂ yang terbentuk diamati dengan menggunakan NaOH 0,1 N sebagai penangkap. Cara pengukurannya yaitu dengan mengamati terjadinya penurunan pH sebagai akibat dilepaskannya CO₂ dari medium. Selisih pH NaOH awal dengan pH setelah fermentasi dapat diketahui jumlah NaOH yang dilepaskan untuk menangkap CO₂.

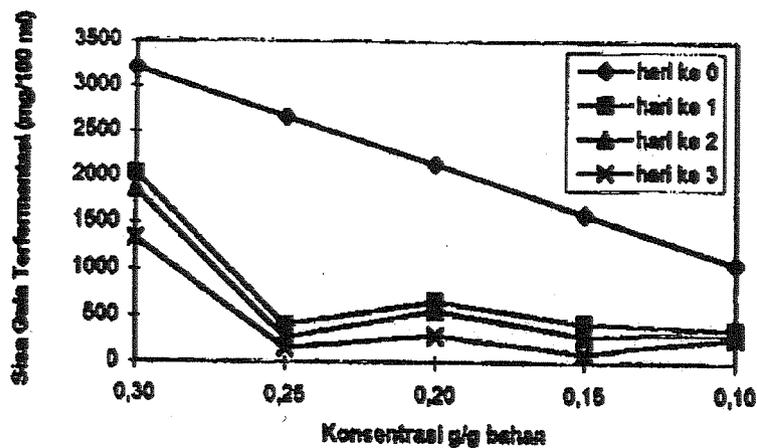
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan analisis meliputi : sisa gula terfermentasi, produksi alkohol dan CO₂ serta biomassa khamir pada lama fermentasi hari ke-0, ke-1, ke-2 dan ke-3. Adapun data hasil pengamatannya dapat dilihat pada Tabel 1, 2, 3 dan 4. Selain itu juga dihitung gula terfermentasi, efisiensi penggunaan gula, serta persen produksi alkohol.

Tabel 1. Hasil Analisis Sisa Gula Terfermentasi pada Hari ke-0, 1, 2 dan 3 pada berbagai konsentrasi gula awal.

| Hari | Konsentrasi Gula Awal (g/g bahan) | | | | |
|------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 |
| 0 | 3199.372 | 2672.8890 | 2145.9680 | 1605.5600 | 1079.1392 |
| 1 | 2031.641 | 412.7005 | 667.1226 | 437.9784 | 362.1446 |
| 2 | 1857.259 | 272.8689 | 568.6735 | 300.7420 | 320.5585 |
| 3 | 1335.116 | 162.5967 | 301.1026 | 106.8776 | 272.8354 |

Hasil analisis sisa gula terfermentasi untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.

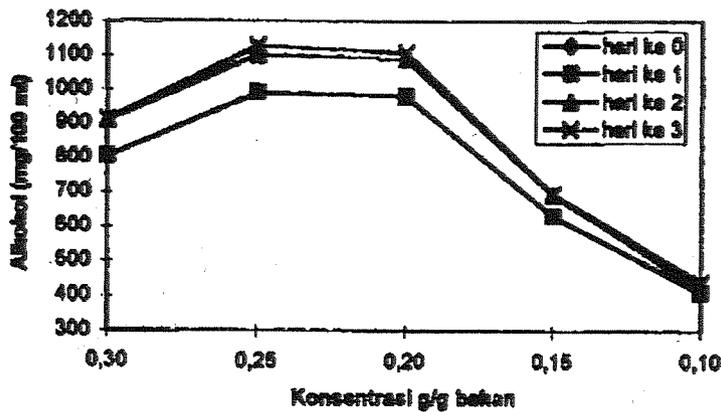


Gambar 1. Grafik sisa gula terfermentasi

Tabel 2. Produksi alkohol pada hari ke-0, 1, 2 dan 3 pada berbagai konsentrasi gula awal.

| Hari | Konsentrasi Gula Awal (g/g bahan) | | | | |
|------|-----------------------------------|----------|----------|----------|---------|
| | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 62.9513 | 256.5719 | 192.7539 | 145.0712 | 34.9148 |
| 2 | 92.5082 | 371.8875 | 271.5321 | 199.3646 | 76.7649 |
| 3 | 108.8018 | 339.0123 | 241.5321 | 201.4647 | 88.9792 |

Hasil analisis kadar alkohol pada hari ke 0,1,2 dan 3 dalam berbagai konsentrasi gula awal dapat dilihat dalam Gambar 2.



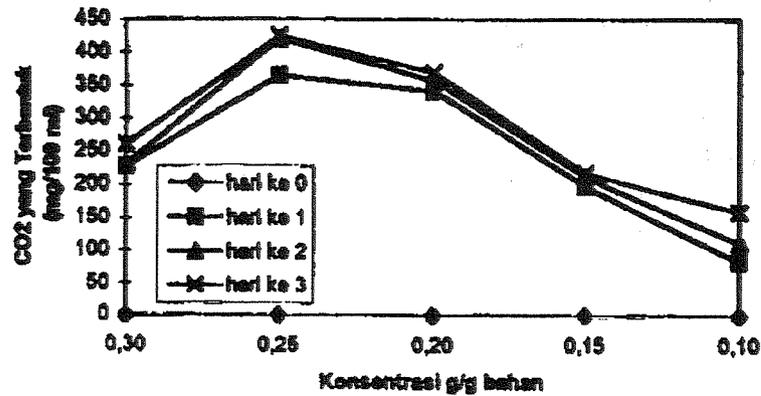
Gambar 2. Grafik produksi alkohol pada hari ke 0,1,2 dan 3 pada berbagai konsentrasi gula awal.

Hasil analisis produksi gas CO₂ selama dalam fermentasi pada hari ke 0,1,2 dan 3 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Produksi gas CO₂ (mg/100 ml) selama fermentasi pada berbagai konsentrasi gula awal

| Hari | Konsentrasi Gula Awal (g/g bahan) | | | | |
|------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 227.0938 | 366.5612 | 342.9422 | 199.2784 | 84.0176 |
| 2 | 230.754 | 422.0857 | 358.5119 | 213.4325 | 112.2901 |
| 3 | 260.4923 | 426.4295 | 370.9643 | 217.8638 | 160.3281 |

Data produksi CO₂ dalam fermentasi tersebut kecenderungannya dapat dilihat pada Gambar 3.



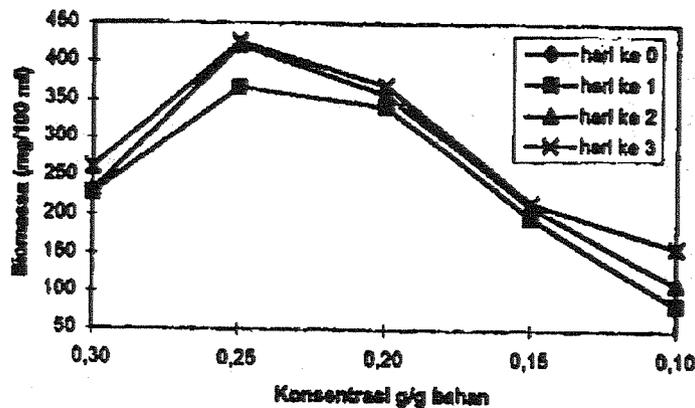
Gambar 3. Grafik produksi gas CO₂ pada hari ke 0, 1, 2 dan 3 pada berbagai konsentrasi gula awal

Hasil analisis biomassa khamir pada hari ke 0,1,2,dan 3 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis produk biomassa khamir (mg/100ml) pada hari ke 0, 1, 2 dan 3, pada berbagai konsentrasi gula awal.

| Hari | Konsentrasi Gula Awal (g/g bahan) | | | | |
|------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 804.6667 | 993.6667 | 982.6667 | 632.3333 | 413.6667 |
| 2 | 910.3333 | 1103 | 1090 | 695.0000 | 423.3333 |
| 3 | 913.6667 | 1130.667 | 1110.667 | 698.3333 | 442.6667 |

Data hasil analisis produk biomassa khamir seperti yang ada pada Tabel 4 di atas, secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hasil analisis produksi biomassa khamir pada hari ke 0, 1, 2, dan 3 pada berbagai konsentrasi gula awal.

Tabel 5. Data gula terfermentasi (mg/100 ml) selama fermentasi pada berbagai konsentrasi gula awal.

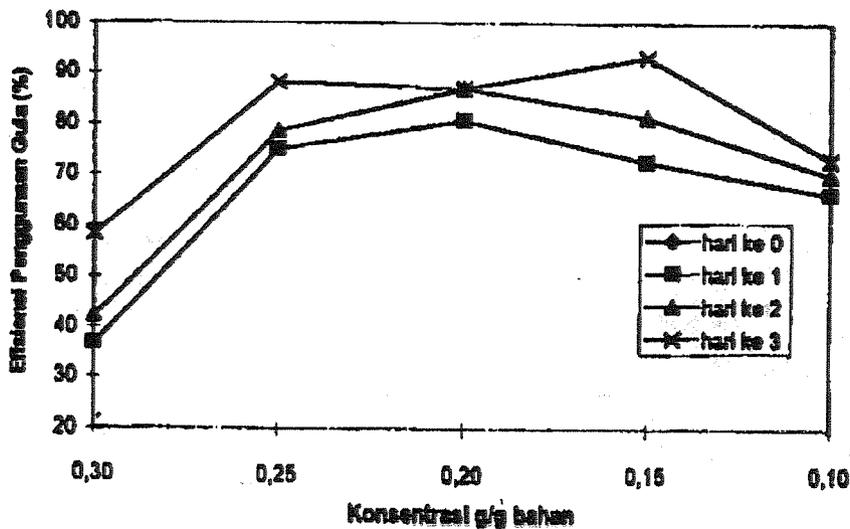
| Hari | Konsentrasi Gula Awal (g/g bahan) | | | | |
|------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1167,7306 | 2005,7464 | 1733,2675 | 1167,5816 | 717,2474 |
| 2 | 1342,1131 | 2104,1955 | 1868,0991 | 1304,828 | 758,8335 |
| 3 | 1864,2557 | 2361,7666 | 2083,3713 | 1498,6824 | 796,5570 |

Tabel 6. Data efisiensi penggunaan gula (%) untuk berbagai konsentrasi gula awal substrat.

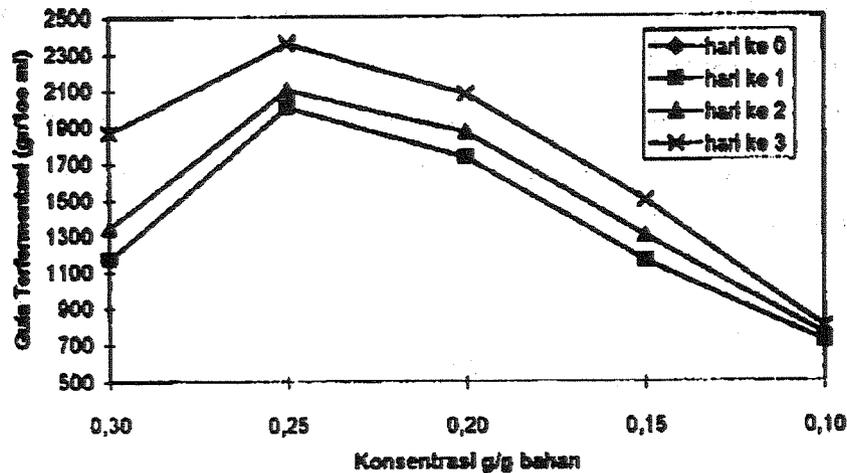
| | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 36,499 | 75,040 | 80,769 | 72,721 | 66,449 |
| 2 | 41,949 | 78,726 | 87,051 | 81,269 | 70,302 |
| 3 | 58,269 | 88,360 | 87,083 | 93,343 | 73,296 |

Tabel 7. Persen fase produksi alkohol pada berbagai konsentrasi gula awal.

| | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 |
|---|---------|----------|----------|----------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1,96761 | 9,59905 | 8,98214 | 9,03555 | 3,23467 |
| 2 | 2,9145 | 11,66855 | 12,65313 | 12,41714 | 7,11186 |
| 3 | 3,4107 | 12,68346 | 11,25516 | 12,54793 | 8,24345 |



Gambar 6. Grafik efisiensi penggunaan gula pada berbagai konsentrasi gula awal.



Gambar 7. Grafik prosentase produksi alkohol pada ber-bagai konsentrasi gula awal.

Dari Gambar 1 terlihat bahwa sisa gula terfermentasi cenderung makin sedikit dengan semakin lamanya proses fermentasi. Semakin rendah konsentrasi gula pada substrat awal, makin rendah pula jumlah sisa gula di dalam setiap volumenya.

Jumlah gula terfermentasi terbesar terjadi pada perlakuan konsentrasi gula awal 0.25 g/g bahan, diikuti 0.20, 0.30, 0.15 dan 0.10 g/g bahan. Terjadinya penurunan sisa gula terfermentasi berarti akan terjadi peningkatan jumlah gula yang terfermentasi.

Selanjutnya gula terfermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae*. akan diubah menjadi alkohol dan gas CO₂, sebagian lagi akan berubah menjadi masa khamir. Apabila diperhatikan maka antara jumlah gula terfermentasi dengan produksi alkohol, gas CO₂ dan masa khamir (biomassa) selalu seiring atau berbanding lurus.

Selanjutnya apabila dilihat dari efisiensi penggunaan substrat dengan membandingkan jumlah gula terfermentasi dengan jumlah gula awal pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 6. Pada Gambar 6 dapat dilihat penggunaan gula cenderung meningkat dengan penurunan konsentrasi gula dalam substrat sampai dengan pada perlakuan konsentrasi 0,20. Perlakuan di bawah konsentrasi 0,20 terjadi penurunan efisiensi penggunaan gula. Hal ini disebabkan oleh terlalu encer larutan gula awal substrat, sehingga kurang sesuai untuk aktivitas khamir. Penurunan efisiensi penggunaan gula tersebut sudah mulai terlihat saat pengamatan hari pertama, kedua dan ketiga. Tingkat efisiensi penggunaan gula tersebut juga

meningkat dengan semakin lamanya fermentasi, dan produksi alkohol maupun efisiensi penggunaan gula tertinggi terjadi pada fermentasi hari ke tiga.

Secara keseluruhan bahwa konsentrasi gula dalam substrat berpengaruh terhadap jumlah alkohol yang diperoleh.

Produksi alkohol tertinggi terjadi pada konsentrasi gula dalam substrat awal dengan konsentrasi 0.25 g/g bahan yaitu sebesar 33,0123 mg/100 ml substrat, dengan persentase produksi alkohol sebesar 12,68346 persen, serta tingkat efisiensi penggunaan gula sebesar 88,360 persen.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa :

1. Konsentrasi gula awal substrat berpengaruh terhadap jumlah alkohol yang dihasilkan.
2. Kadar alkohol tertinggi dicapai pada perlakuan konsentrasi gula awal 0.25 g/g bahan, dengan per-sentase produksi alkohol sebesar 12,68346 persen b/b, dan efisiensi penggunaan gula sebesar 88,360 persen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas,S., A. Hakim, ST. Andowo 1985. Limbah Tanaman Ubi Kayu, Kantor Menteri Muda Urusan Pangan, Jakarta.
- Anonim, 1996. Analisa Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Judoamidjodjo, M., A. Darwis, E.G., Said, 1992. Teknologi Fermentasi, Rajawali Pers, Jakarta.
- Prescott, SC., C.G. Dunn, 1959. Industrial Mikrobiology, MC Grow Hill Book Company, New York.
- Sa'id E.G., 1992. Bio Industri, PT. Melton Putra, Jakarta.
- Sudarmadji,S., B. Haryono dan Suhardi, 1989. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian, Penerbit Liberty, Yogyakarta.