

# Konversi Bioetanol Hasil Fermentasi dari Ubi Jalar Putih (*Ipomoea batatas* LAM.) Menjadi Asam Asetat menggunakan *Acetobacter aceti*

Novi Kasari<sup>1</sup>, Iryani<sup>2</sup>, Bahrizal<sup>3</sup>

Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang, Indonesia

<sup>1</sup>nhovie\_k@yahoo.co.id, <sup>2</sup>in.iryani@yahoo.co.id, <sup>3</sup>bahrizal\_kimiaunp@yahoo.com

**Abstract** - Manufacture of acetic acid fermentation occurs in two stages, namely alcoholic fermentation and acetic acid fermentation. In alcoholic fermentation, materials containing starch or glucose converted into bioethanol by *Saccharomyces cerevisiae*. After that in the second stage of bioethanol produced is oxidized to acetic acid by *Acetobacter aceti*. Has done research on the conversion of bio-ethanol from the fermentation of white sweet potato (*Ipomoea batatas* LAM.) to acetic acid using *Acetobacter aceti*. This study aimed to determine the amount of inoculum *Acetobacter aceti* and fermentation to produce acetic acid with the highest concentration. The research was conducted using completely randomized design (CRD) with two factors: the first factor is the amount of inoculum consists of three variations, namely 5, 10 and 15% (v/v), and the second factor is the length of fermentation which consists of 4 variations ie 3, 6, 9, 12 days. In this study, the concentration of ethanol obtained at 7.05422% with simultaneous fermentation by *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae* with 2:1 ratio and fermentation time 56 hours. While the highest concentration of acetic acid is obtained in the addition of 10% inoculum and fermentation time of 12 days is equal to 0.553%.

**Keywords** - Bioetanol, Fermentasi, Ubi Jalar Putih (*ipomoea batatas* L.), Asam asetat, *Acetobacter aceti*.

## I. Pendahuluan

Asam asetat adalah salah satu asam karboksilat dengan rumus  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Asam asetat merupakan pereaksi kimia dan bahan baku yang penting dalam industri seperti cat, serat tekstil, plastik, dan film foto<sup>[4]</sup>. Asam asetat di pasaran dikenal dengan istilah asam cuka dan biasanya digunakan sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam asetat dapat diperoleh dengan cara sintesis maupun alami. Secara sintesis biasanya diperoleh melalui reaksi oksidasi etanol dan asetaldehid<sup>[1]</sup>. Sedangkan dengan cara alami asam asetat dapat diperoleh dari fermentasi bahan yang mengandung karbohidrat seperti pati dan glukosa.

Salah satu bahan alam yang dapat dijadikan sebagai bahan baku fermentasi adalah ubi jalar putih. Ubi jalar putih merupakan salah satu jenis bahan pangan yang banyak terdapat di Indonesia. Ubi jalar putih memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi, yaitu 27,90% karbohidrat<sup>[5]</sup>.

Pembuatan asam asetat secara fermentasi dari bahan-bahan yang mengandung pati dan glukosa terdiri dari dua tahap, yaitu fermentasi alkohol dan fermentasi asam asetat. Pada fermentasi Alkohol, bahan yang mengandung pati terlebih dahulu harus dihidrolisis menjadi glukosa kemudian baru dilakukan fermentasi dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengkonversinya menjadi bioetanol. Hidrolisis pati dapat dilakukan dengan menggunakan asam atau secara enzimatis. Proses secara enzimatis lebih menguntungkan karena dapat mengurangi penggunaan asam. Proses hidrolisis pati dan fermentasi alkohol dapat dilakukan

secara berkelanjutan tanpa melalui tenggang waktu yang lama. Proses ini dikenal juga dengan teknik sakarifikasi dan fermentasi simultan (SFS). Keunggulan dari teknik ini adalah prosesnya lebih efektif dan efisien dari pada proses secara terpisah<sup>[6]</sup>. Bioetanol yang terbentuk pada fermentasi alkohol digunakan sebagai sumber energi bagi bakteri *Acetobacter aceti* yang kemudian mengoksidasinya menjadi asam asetat<sup>[7]</sup>.

*Acetobacter aceti* mengubah bioetanol menjadi asam asetat dengan adanya oksigen. *Acetobacter aceti* termasuk bakteri gram negatif, aerob obligat, memiliki flagella peritrik, dan dapat tumbuh pada temperatur optimum antara 25-30°C, pH optimal 5,4-6,3<sup>[2]</sup>. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil fermentasi diantaranya adalah suhu, pH, bahan baku, jenis mikroba, jumlah inokulum, dan lama fermentasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi inokulum *Acetobacter aceti* dan lama fermentasi untuk menghasilkan asam asetat dengan konsentrasi yang tinggi dari bioetanol hasil fermentasi ubi jalar putih (*Ipomoea batatas* LAM.).

## II. Metode Penelitian

### A. Alat dan Bahan

Alat dalam penelitian ini adalah: peralatan gelas laboratorium, timbangan analitis, termometer, shaker, aluminium foil, autoklav, inkubator, kapas/kassa steril, jarum ose, oven, pH meter, piknometer, seperangkat alat destilasi,

seperangkat alat titrasi, botol semprot, kertas saring, dan lampu spiritus.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: umbi ubi jalar putih (*Ipomoea batatas* LAM), *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger*, *Acetobacter aceti*, media YEPD, CaCO<sub>3(s)</sub>, kristal NaOH, larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> p.a., kristal kalium hidrogenphospat, magnesium sulfat heptahidrat, natrium bikromat, urea, indikator fenolftalein (PP), larutan bioetanol absolut, dan aquades.

B. Prosedur Penelitian

Sampel Umbi Ubi jalar putih yang digunakan sebanyak 2 Kg dikupas, dicuci bersih dan dipotong tipis-tipis. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100<sup>0</sup>C sampai beratnya konstan. Kemudian dihaluskan hingga menjadi tepung, diayak dengan ayakan ukuran 75 μm atau 200 mess.

Fermentasi alkohol untuk memperoleh bioetanol yang akan dikonversi menjadi asam asetat dilakukan dengan teknik SFS (sakarifikasi Fermentasi simultan), yaitu penambahan *saccharomyces cereviciae* dan *aspergillus niger* yang telah mencapai fase log dilakukan secara serentak dengan perbandingan volume 2:1. Kemudian difermentasi selama 56 jam. Setelah waktu tersebut, hasil fermentasi yang diperoleh disaring, filtratnya didestilasi pada suhu 78-100<sup>0</sup>C

1) Fermentasi Asam Asetat

Bioetanol hasil fermentasi dibagi ke dalam 3 labu Erlenmeyer 250 mL masing-masing 25 mL. Kemudian masing-masing ditambahkan 2,5 mL inokulum bakteri dengan konsentrasi 5, 10 dan 15%(v/v). Wadah ditutup dengan beberapa lapis kain kasa. Selanjutnya dishaker pada suhu kamar dengan kecepatan pengadukan 100 rpm selama 3 hari. Prosedur yang sama juga dilakukan untuk lama fermentasi 6, 9 dan 12 hari.

Hasil fermentasi diidentifikasi dengan penambahan besi (III) klorida. Uji dengan besi (III) klorida akan memberikan warna merah tua yang disebabkan oleh pembentukan ion kompleks [Fe<sub>3</sub>(OH)<sub>2</sub>(CH<sub>3</sub>COO)<sub>6</sub>]<sup>+</sup>, bila dipanaskan akan terurai dan membentuk endapan besi (III) yang berwarna merah kecoklatan<sup>[8]</sup>.

2) Penentuan Konsentrasi Asam Asetat

Asam asetat yang diperoleh ditentukan konsentrasinya dengan metode titrasi menggunakan indikator fenolftalin (pp). Asam asetat hasil fermentasi sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam gelas Erlenmeyer dan ditambah 2 tetes indikator pp 1%, lalu dititrasi dengan larutan NaOH 0,16N sampai terbentuk warna merah yang tetap (stabil).

III. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengukuran, kadar bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi yaitu 7,05422%. Bioetanol

yang diperoleh ini dikonversi menjadi asam asetat oleh bakteri *acetobakter aceti* secara aerob. Asam asetat yang dihasilkan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Asam asetat hasil fermentasi

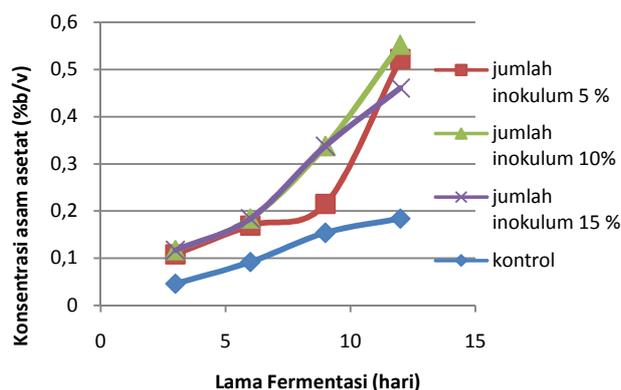
Hasil pengukuran kadar asam asetat hasil konversi bioetanol disajikan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 4  
Konsentrasi Asam Asetat Hasil Fermentasi (%b/v)

Lama fermentasi (Hari) \ Penambahan Inokulum (%)	5	10	15	kontrol
3	0,108	0,117	0,117	0,046
6	0,169	0,184	0,184	0,092
9	0,215	0,338	0,246	0,154
12	0,522	0,553	0,461	0,184

Berdasarkan Tabel 1 diatas, diperoleh kondisi optimum konversi bioetanol menjadi asam asetat yaitu pada lama fermentasi 12 hari dengan penambahan inokulum 10% yang menghasilkan asam asetat dengan konsentrasi 0,553%.

Adapun bila data pada tabel di atas dibuat kedalam grafik hubungan antara variasi lama fermentasi dengan kadar asam asetat, diperoleh grafik seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan kadar asam asetat (%b/v) dengan lama fermentasi (hari)

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa pada hari ke-3 sudah terbentuk asam asetat dari penambahan inokulum 5,10, dan 15%, yaitu sebesar 0,108% untuk penambahan inokulum 5% dan 0,117% untuk penambahan inokulum 10% dan 15%. Namun kadarnya masih sangat sedikit, hal ini disebabkan karena bakteri *Acetobacter aceti* yang

ditambahkan baru mulai memperbanyak diri dan mengubah bioetanol menjadi asam asetat, sedangkan lingkungan media fermentasi belum begitu memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Acetobacter aceti*.

Pada lama fermentasi 6 hari masih terjadi peningkatan kadar asam asetat pada masing-masing penambahan inokulum 5, 10 dan 15%. Hal ini disebabkan oleh bakteri yang ada dalam larutan terus memperbanyak diri dan mengubah bioetanol menjadi asam asetat, sehingga kadar asam asetat meningkat.

Begitu juga dengan lama fermentasi 9 dan 12 hari, kadar asam asetat juga mengalami peningkatan, akan tetapi konsentrasinya berbeda untuk masing-masing penambahan inokulum. Konsentrasi asam asetat lebih tinggi pada penambahan inokulum 10% dibandingkan dengan penambahan inokulum 5% dan 15%.

Kadar asam pada larutan kontrol, yaitu larutan alkohol hasil fermentasi yang diperlakukan tanpa pemberian inokulum, makin lama juga makin meningkat. Kandungan asam ini berasal dari asam-asam organik hasil metabolisme khamir. Dimana selain menghasilkan bioetanol dan CO<sub>2</sub>, khamir juga memproduksi metabolit-metabolit lain dalam jumlah kecil, yaitu gliserol, asam suksinat, alkohol rantai panjang, asetaldehid, asam asetat, dan asam laktat dan pada dasarnya proses fermentasi dapat berlangsung tanpa penambahan inokulum karena bakteri-bakteri asam asetat biasanya sudah terdapat dalam substrat namun jumlahnya sangat sedikit, sehingga kadar asam yang dihasilkan juga sedikit<sup>[3]</sup>.

Dari hasil diatas, terlihat bahwa penambahan inokulum berpengaruh terhadap kadar asam asetat yang dihasilkan. Secara umum, penambahan inokulum memberikan kadar asam asetat yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian inokulum. Pemberian inokulum terlalu sedikit menyebabkan bioetanol yang akan dikonversi menjadi asam asetat juga sedikit, sehingga memerlukan waktu untuk fermentasi yang lebih lama. Sedangkan jika penambahan inokulum terlalu banyak selain tidak ekonomis juga tidak efisien karena bakteri akan mengubah bioetanol menjadi asam asetat secara cepat, sehingga menyebabkan bioetanol juga berkurang secara cepat. Kekurangan bioetanol dapat menyebabkan berkurangnya aktivitas bakteri dalam mengubah bioetanol dan asam asetat yang terbentuk juga secara cepat akan diubah menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O karena bakteri asam asetat dapat mengoksidasi lebih lanjut asam asetat yang dihasilkan<sup>[4]</sup>.

Disamping penambahan inokulum, lama fermentasi juga sangat mempengaruhi kadar asam asetat yang dihasilkan. Semakin lama waktu fermentasi, maka semakin banyak bioetanol teroksidasi menjadi asam asetat. Namun jika waktu fermentasi terlalu lama, dapat menyebabkan oksidasi lebih

lanjut asam asetat menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, dan juga memperbesar resiko kontaminasi oleh mikroorganisme lain<sup>[3]</sup>.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, kadar asam asetat yang terbentuk pada berbagai variasi penambahan inokulum selalu meningkat sampai hari ke-12, dengan kadar maksimum yang diperoleh yaitu 0,553% pada penambahan inokulum 10%. Namun jika fermentasi dilakukan lebih lama lagi, maka kemungkinan akan dihasilkan asam asetat dengan kadar yang lebih tinggi.

Adapun konsentrasi asam asetat maksimum yang diperoleh tersebut, dinilai terlalu rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu rendahnya kadar bioetanol yang diperoleh dari hasil fermentasi alkohol, teroksidasinya lebih lanjut asam asetat menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, kurang sempurnanya proses fermentasi, atau disebabkan karena adanya kontaminasi dari mikroorganisme lain. Faktor-faktor tersebut dapat diminimalisir dengan memperhatikan dan mengoptimalkan kondisi fermentasi, sehingga diharapkan dapat dihasilkan asam asetat dengan konsentrasi yang lebih tinggi<sup>[3]</sup>.

#### IV. Simpulan

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi asam asetat tertinggi diperoleh pada penambahan inokulum 10% dan lama fermentasi 12 hari yaitu 0,553%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fessenden, R.J., Fessenden, J.S., 1991. Kimia Organik, Terjemahan A. Hadyana P., Jilid 2, Edisi ketiga. Jakarta: Erlangga.
- [2] Hutkins, Robert W., 2006. Microbiology and Technology of Fermented Foods. USA: Blackwell Publishing
- [3] Kartika, Rudi., 2008. Pengaruh Penambahan Starter *Acetobacter aceti* dan Lama Asetifikasi Terhadap Kadar Asam Asetat Pada Cuka Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.). Jurnal Kimia Mulawarman Vol. 6, No. 1, November 2008 hal. 16-21
- [4] Luwihana, Sri., et. all. 2003. Produksi Asam Asetat Oleh Sel *Acetobacter patourianus* INT-7 Amobil Pada Variasi Konsentrasi Etanol. Agritech Vol. 24, No.2 hal. 70-73
- [5] Rukmana, Rahmat. 1997. Ubi Jalar Budi Daya dan Pascapanen. Yogyakarta: Kanisius
- [6] Samsuri, M., dkk. 2007. Pemanfaatan selulosa Bagas Untuk Produksi Etanol Melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak dengan Enzim Xylanase. Makara Teknologi, Vol. 11, No. 1, April 2007:17-24
- [7] Silva, M.E., et al. (2007). Cashew Wine Vinegar Production:Alcoholic and Acetic Fermentation. Brazilian Journal of Chemical Engineering, Vol. 24, No.02, pp 163-169
- [8] Vogel, A.I. 1985. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Diterjemahkan oleh Ir. L. Setiono dan Dr. A. Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta: PT. Kalman Media Pusaka.