

Pengaruh Volume Inokulum *Acetobacter aceti* Dan Waktu Fermentasi Terhadap Fermentasi Asam Asetat Dari Nira Aren (*Arenga pinnata*)

Habib Maulana Yasminto¹, Chairul², Syelvia Putri Utami²

¹Mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Kimia ²Dosen Jurusan Teknik Kimia,
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl.HR Subrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam
Pekanbaru 28293
habib.maulana2616@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Sugar palm sap produced by sugar palm tree (Arenga pinnata). The sap is important product due to its sugar content can be used to produce brown sugar or fermented to ethanol and acetic acid. The sugar palm which is obtained from not fruit bunches with high sugar concentrations so as to provide an opportunity in the utilization of sugar palm to be acetic acid. Acetic acid can be produced naturally from ingredients containing sugar through fermentation using bacteria. The purpose of this study was to determine the result of ethanol in fermentation alcoholization, determine the effect of variations in the time of fermentation, variations in the volume of acetobacter aceti inoculum, determine the best acetic acid fermentation time for the concentration acetic acid obtained and determine the remaining ethanol and sugar during the asetification fermentation process. The bioethanol fermentation time is 6 day with volume of inoculum is 10% while the volume inoculum asetification fermentation 15% and the time of acetic acid fermentation is 16 day. The results of the analysis using the Nelson-Somogyi reagent revealed that the initial sugar concentration was 143.33 g/L. The maximum concentration of acetic acid obtained was 3.74%. This maximum concentration was obtained on 8 days of acetic acid fermentation at 15% of acetobacter aceti.

Keywords : *acetobacter aceti, acetic acid, fermentation, inoculum, sugar palm*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan asam asetat di Indonesia belum terpenuhi oleh produsen lokal, sehingga harus melakukan impor dari luar negeri, jumlah impor asam asetat di Indonesia mencapai 3801,73 ton/tahun pada tahun 2016 hingga 6204,65 ton/tahun pada tahun 2018 (BPS, 2018). Oleh sebab itu dibutuhkan bahan baku alternatif yang terbarukan mudah diakses, akan tetapi dapat menghasilkan asam asetat dengan kualitas yang sama dengan asam asetat yang sudah ada.

Tanaman Aren (*Arenga pinnata*) adalah tanaman perkebunan berpotensi besar untuk dikembangkan. Produk utama tanaman aren sebagai hasil dari penyadapan nira bunga jantan dapat dijadikan gula, minuman, cuka dan alkohol. Selain itu bagian tanaman yang lain dapat dibuat menjadi bahan makanan. Data Ditjen Perkebunan tahun 2004, luas areal tanaman aren telah mencapai 60.482 ha yang tersebar di 14 provinsi. Sehubungan produk nira aren dapat dijadikan bahan baku etanol, maka pengembangan tanaman ini perlu segera ditindaklanjuti untuk mendukung kebutuhan

asam asetat. Peluang mengembangkan tanaman ini selain ketersediaan teknologi yang ada, tanaman aren mudah beradaptasi pada berbagai tipe tanah diseluruh Indonesia termasuk lahan kritis dan untuk reboisasi serta konservasi hutan (Kusumanto, 2008).

Aren adalah salah satu bahan baku bioetanol yang paling potensial dan produktif, Aren yang diolah dari niranya dapat menghasilkan bioetanol sekitar 25.000 sampai 40.000 liter/hektar/tahun, sedangkan komoditi lain jauh lebih rendah. Nipah, Kelapa dan Lontar yang diambil dari niranya potensi bioetanolnya antara lain 15.000, 10.000 dan 8.000 liter/hektar/tahun (Yudiarto, 2008). Potensi tanaman aren untuk dijadikan asam asetat saat ini sudah cukup besar, dapat mencapai 1,43 juta kilo liter bioetanol per tahun. Agar produk aren yang ada tidak bersaing dalam bentuk penyediaan pangan dan bioetanol untuk kebutuhan asem asetat diperlukan pilot proyek pengembangan perkembunan aren di beberapa provinsi di Indonesia, termasuk di Provinsi Riau.

Pembuatan asam asetat dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara sintesis dan secara mikrobiologis atau fermentasi, namun proses fermentasi lebih disukai, karena lebih praktis dan resiko kegagalan relatif lebih kecil (Nurika, 2001). asam asetat diproduksi secara fermentasi menggunakan bahan dasar substrat (sukrosa), dengan bantuan khamir *Saccharomyces cerevisiae* (kondisi anaerob), dan bakteri *Acetobacter aceti* yang dibagi atas 2 tahap. Fermentasi tahap pertama dengan *Saccharomyces cerevisiae* yang akan melakukan perubahan pati menjadi glukosa, kemudian glukosa menjadi etanol (Fatimah, 2013). Fermentasi tahap kedua dengan *Acetobacter aceti* yang mengubah etanol menjadi asam asetat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira aren sebanyak 2000 ml, mikroorganisme berupa ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan bakteri *Acetobacter aceti*, media tumbuh berupa GYP agar (*Glucose Yeast Extract*) dan PDA (*Potato Dextrose Agar*), akuades, asam oksalat ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$) 0,1 N, NaOH 0,1 N, reagen Nelson-Somogyi, larutan arsenomolybdat, nutrisi media tumbuh mikroorganisme yang terdiri dari urea, NPK dan *yeast extract*.

2.2. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu erlenmeyer 2 liter yang digunakan sebagai biofermentor, *magnetic stirrer*, pompa Blue Sky-410 *autoclave*, *hot plate*, Erlenmeyer 500 ml, gelas kimia 250 ml, timbangan analitik, rangkaian alat titrasi, inkubator, lampu bunsen, tabung reaksi, gelas ukur, pipet tetes, pipet volume, pH meter, alkoholmeter, batang pengaduk, jarum ose dan cawan petri.

2.3. Variabel Penelitian

Variabel tetap pada penelitian ini yaitu volume inokulum *Saccharomyces cerevisiae* 10%, waktu fermentasi alkohol 6 hari dan suhu fermentasi 30 °C. Variabel berubah pada penelitian ini adalah volume inokulum *Acetobacter aceti* (5%, 10% dan 15%) dan waktu fermentasi (2, 4, 8, dan 16).

2.4. Tahapan Sterilisasi

Semua peralatan dan media nira nipah 2000 ml yang akan digunakan dalam pembuatan starter dan proses fermentasi harus disterilkan terlebih dahulu menggunakan *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121 °C. Proses sterilisasi

bertujuan untuk mencegah terjadinya kontaminasi pada alat yang dapat mempengaruhi proses fermentasi.

2.5. Tahapan Penelitian

2.5.1. Fermentasi Alkoholisasi

Fermentasi alkoholisasi dimulai dengan menambahkan biakan starter inokulum yeast *Sacharomyces cereviceae* 10% ke dalam medium fermentasi yang telah diberi nutrisi yaitu : urea 0,4 gr/L; NPK 0,5 gr/L dan yeast extract 1 gr/L. Fermentor yang digunakan berukuran 2 liter. Aerator buatan dengan suhu kamar (25-30 °C). Waktu fermentasi dilakukan selama 6 hari.

2.5.2 Fermentasi Asetifikasi

Fermentasi asetifikasi dimulai dengan menambahkan biakan starter inokulum yeast *Acetobacter aceti* sebanyak 5%, 10% dan 15% (v/v) ke dalam medium fermentasi I. Fermentor yang digunakan berukuran 2 liter. Menggunakan aerator buatan, dengan suhu kamar (25-30 °C). Waktu fermentasi dilakukan 2, 4, 8 dan 16 hari. Hasil fermentasi berupa asam asetat kemudian dipasteurisasi pada suhu 65 °C selama 30 menit untuk menghentikan fermentasi asam asetat.

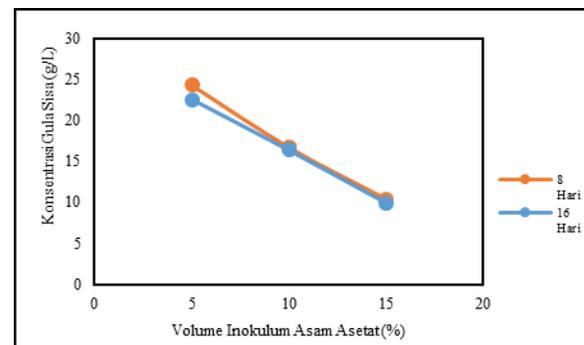
2.6. Tahap Analisa

Pada fermentasi alkoholisasi dan fermentasi asetifikasi, kadar etanol di uji dengan menggunakan alkoholmeter dan kadar gula dianalisa dengan metode Nelson-Somogyi. Pada fermentasi asetifikasi kadar asam asetat diukur dengan metode titrasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan fermentasi alkoholisasi dilakukan uji kadar gula awal nira aren. Kandungan gula yang didapat adalah 143,33 g/L (14,3%). Konsentrasi gula awal fermentasi cukup tinggi, menurut Allen

(1976), untuk memperoleh asam asetat dengan kandungan 5% dibutuhkan kandungan gula dari media paling kurang 10%. Pada fermentasi alkoholisasi, gula sisa yang ada pada nira aren yaitu 48,83 g/L dengan bietanol yang dihasilkan 8,5%. Menurut Kurniawan (2012), menurunnya kadar gula terjadi karena gula terkonversi menjadi bioethanol akibat dari aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* untuk mempertahankan pertumbuhan dan bereproduksi.

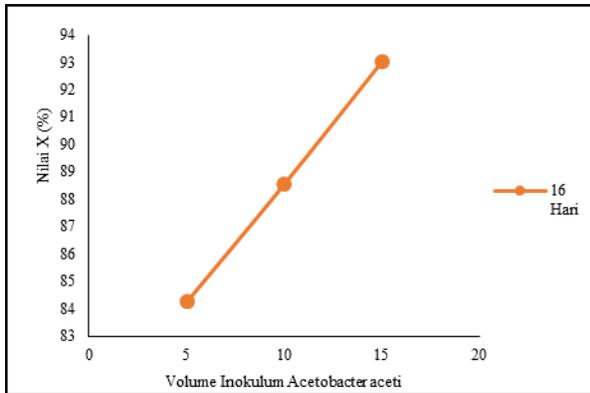


Gambar 1. Kadar Gula Sisa Pada Proses Fermentasi Asetifikasi

Pada Gambar 1 menunjukkan gula sisa yang memiliki kadar yang sedikit ada pada volume inokulum 15%, yang dimana semakin besar volume inokulum yang digunakan maka semakin berkurang kadar gula dalam sampel. Hal ini dapat dijelaskan bahwa ragi *Saccharomyces cerevisiae* dapat mengkonversi gula menjadi etanol disertai dengan waktu fermentasi terpenuhi.

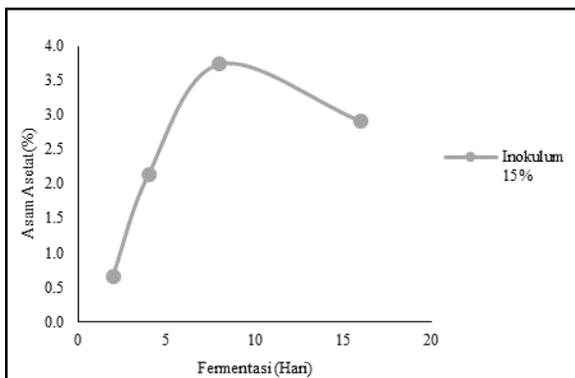
Pada volume inokulum 5% terjadi penghambatan gula yang tereduksi. Hal ini disebabkan tidak terpenuhinya kebutuhan *Saccharomyces cerevisiae* dalam mengkonversi gula menjadi etanol selama proses fermentasi berlangsung, yang dimana faktor terhambatnya metabolisme ragi *Saccharomyces cerevisiae* yaitu adanya kompetisi antara mikroorganisme dalam memanfaatkan substrat yang ada. Analisa gula sisa bertujuan untuk mengetahui pada

proses fermentasi asetifikasi masih tersisanya gula sisa sehingga dapat dilakukan proses fermentasi lebih lanjut.



Gambar 2. Tingkat Konversi Gula Sisa Menggunakan Volume Inokulum *Acetobacter aceti*

Pada Gambar 2 menunjukkan tingkat konversi setiap volume inokulum meningkat, yang dimana diketahui semakin besar inokulum yang digunakan maka semakin tinggi tingkat konversi gula menjadi bioetanol yang akan menjadi asam asetat.



Gambar 3. Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Volume Inokulum *Acetobacter aceti* dan Jumlah Sisa Bioetanol

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa interaksi lama waktu fermentasi dan volume inokulum *Acetobacter aceti* dan jumlah sisa etanol berpengaruh terhadap kadar asam asetat dari nira aren. Berdasarkan pada grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi

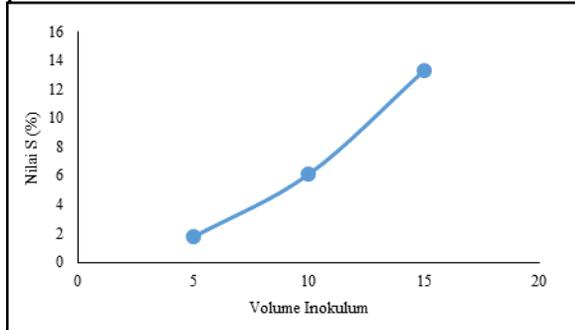
konsentrasi *Acetobacter aceti* yang ditambahkan ke dalam nira aren, maka semakin banyak asam asetat yang dihasilkan. Akan tetapi kinerja bakteri *Acetobacter aceti* untuk merombak alkohol menjadi asam mengalami penghambatan kadar asam asetat. Menurut Effendi (2002), hal ini terjadi karena sesudah sel melewati fase penyesuaian terjadi kenaikan pembentukan produk asam asetat dan sel akan tumbuh sampai mencapai konsentrasi sel maksimal. Hal ini disebabkan karena bakteri sudah tidak mampu menguraikan alkohol menjadi asam asetat secara maksimal. Penurunan produksi asam asetat ini disebabkan oleh oksidasi lebih lanjut asam asetat yang dihasilkan menjadi CO_2 dan H_2O sesuai dengan sifat Genus *Acetobacter* yaitu asam asetat dapat dioksidasi lebih lanjut setelah waktu optimum fermentasi, sehingga konsentrasi asam asetat produk menurun (Luwihana dkk, 2010).

Menurut Judith (2013), asam asetat mencapai puncaknya setelah 16 hari kemudian akan mengalami penurunan. Menurut Hardoyono (2007), waktu optimum proses asetifikasi yaitu 11 hari, dimana mengalami peningkatan kadar asam asetat pada hari ke-1 sampai hari ke-11 dengan kadar asam asetat 4% dan mengalami penurunan dihari ke-12. Ini disebabkan karena beberapa faktor seperti volume inokulum yang ditambahkan, bahan baku yang digunakan, dan suhu fermentasi.

Pada fermentasi asam asetat ini, substrat yang digunakan merupakan hasil fermentasi bioetanol tanpa pasteurisasi atau tanpa mematikan sel *Saccharomyces Cerevisiae*. Tujuannya adalah untuk melihat apakah *Saccharomyces Cerevisiae* dan *Acetobacter aceti* dapat bersimbiosis untuk menghasilkan asam asetat yang lebih optimal.

Menurut Wood dan Lass (1985), asam asetat mencapai puncaknya setelah 10

sampai 13 hari kemudian akan mengalami penurunan.



Gambar 4. Nilai Selektivitas Menggunakan Volume Inokulum *Acetobacter aceti*

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa interaksi lama waktu fermentasi dan volume inokulum *Acetobacter aceti* berpengaruh terhadap kadar asam asetat nira aren. Berdasarkan pada grafik menunjukkan bahwa volume inokulum 15% memiliki nilai selektivitas tertinggi yaitu 13,34% yang terkonversi menjadi asam asetat.

Volume inokulum *Acetobacter aceti* juga sangat berperan penting terhadap berlangsungnya proses asetifikasi, dimana *Acetobacter aceti* berperan merombak alkohol menjadi asam asetat. Sehingga semakin banyak volume inokulum *Acetobacter aceti* yang ditambahkan maka alkohol yang dirombaknya pun akan semakin banyak sehingga menghasilkan asam asetat yang tinggi.

Menurut Oxtoby (2003), jumlah asam asetat yang tinggi dapat terjadi akibat kegiatan bakteri sebelum, selama dan sesudah fermentasi. Bertambahnya asam asetat ini karena terjadinya oksidasi alkohol dan perombakan bakteri terhadap gula, asam sitrat, gliserol dan lainnya.

4. KESIMPULAN

Asam asetat dapat dihasilkan dari bahan baku berupa nira nipah dengan proses fermentasi 2 tahap menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevicae* dan *Acetobacter aceti*. Konsentrasi asam asetat tertinggi diperoleh sebesar 3,74%

dengan dengan volume inokulum 15% pada waktu fermentasi selama 8 hari. Semakin tinggi volume inokulum yang digunakan pada proses fermentasi, maka konsentrasi asam asetat yang dihasilkan juga semakin meningkat. Semakin lama waktu fermentasi yang dibutuhkan pada proses fermentasi asam asetat, maka konsentrasi asam asetat yang dihasilkan juga semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik., 2016. Data Statistik Konsumen. <https://www.bps.go.id>. 12 Juli 2018.
- Effendi, M.S., 2002. Kinetika Fermentasi Asam Asetat (Vinegar) oleh Bakteri *A. aceti* B127 dari etanol hasil fermentasi limbah cair pulp kakao, *Jurnal Industrin dan Teknologi Pangan*. **13**(2), 125-134.
- Fatimah., L.G. Febrina, dan L.G. Rahmasari, 2013. Kinetika reaksi Fermentasi Alkohol Dari Buah Salak. *JOM Teknik Kimia Universitas Sumatera*. **2**(2). 16-20.
- Hardoyono., 2007. Kondisi Optimum Fermentasi Asam Asetat Menggunakan *Acetobacter aceti*. *Balai Besar Teknologi Pati*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Lampung.
- Judith, H.M., 2013, *Penggunaan Starter Bakteri Asam Asetat Pada Fermentasi Cuka Dari Nira Aren*. <https://baristandmanado.kemenperin.go.id/>, 14 Juli 2018.
- Kurniawan, R., S. Juhanda., Melati. S, 2012. Produksi Etanol Secara Continue dengan Sel Tertambat Menggunakan Bioreactor Tower Fluidized Bed. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*. ISSN: 1693-4393.

- Kusumanto, D., 2008. Produktivitas Nira dan Frekuensi Sadapan Pohon Aren, <http://kebunaren.blogspot.com/produktivitas-nira-dan-frekuensi-sadapan-pohon-aren>. 24 Oktober 2018.
- Luwihana, S., Kapti, R.K., Endang, S.R, dan Slamet, S, 2010. Fermentasi Asam Asetat dengan Sel Amobil *Acetobacter Pasteurianus* INT-7 dengan Variasi pH Awal dan Kadar Etanol, *Agritech*. **2**(30), 123-132.
- Nurika, Irnia dan Nur Hidayat, 2001. Pembuatan Asam Asetat dari Air Kelapa Secara Fermentasi Kontinyu Menggunakan Kolom Bio-Oksidasi. *Jurnal Teknologi Pertanian*. **2**(1), 51-57.
- Oxtoby, D.W., H.P. Gillis, dan H. Norman. 2003. Kimia Modern. *Erlangga*, Jakarta.
- Wood., G.R.A dan R.A. Lass, 1985. Cocoa. edisi ke 4. *John Wiley and Sons. Inc.* New York.
- Yudiarto, A., 2008. Memilih Aren Sebagai Bahan Baku Bioetanol. <http://kebunaren.blogspot.com/2008/10/memilih-aren-sebagai-bahanbaku>. Html, 27 Oktober 2018.