

KUALITAS ASAM CUKA KELAPA (*Cocos nucifera* L.) DENGAN METODE LAMBAT (SLOW METHODS)**COCONUT VINEGAR QUALITY PRODUCED BY SLOW METHODS****Echy Warna Priasty, Hasanuddin* dan Kurnia Herlina Dewi**

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

[*E-mail: hasanudin_2@unib.ac.id](mailto:hasanudin_2@unib.ac.id)**ABSTRACT**

The vinegar production needs two steps, the sugar changing to alcohol by yeast and then alcohol changing to vinegar by acetic acid bacteria. The vinegar could be produce by slow methods. The purposed of this study were to determine the influence of yeast and sugar using against the quality of fermentation result in first step (anaerobic), analyzing the influence of fermentation time against the vinegar quality based on SNI 01-3711-1995, and study the influence of fermentation time against the acetic acid content in second step (aerobic) with slow methods. This research used completely randomized design, the adding sugar (3 level) and yeast (3 level) as treatment. Each treatment was repeated three times. While the observation of vinegar quality used experiment research without the difference of treatment and repetition, used single error design. Result of research showed that vinegar quality have been suitable with SNI 01-3711-1995 about vinegar, include form, smell, acetic acid content, formic acid and oxalic acid. If the fermentation time be longer, the acetic acid content be lower in aerobic fermentation with slow methods, it was showed by the exponential regression formula $\hat{y} = 20,695e^{-0,088x}$.

Key words : vinegar, acetic acid, coconut water vinegar, and slow methods.

ABSTRAK

Pembuatan cuka melalui dua proses fermentasi yaitu, perubahan gula menjadi alkohol oleh khamir atau ragi kemudian perubahan alkohol menjadi asam cuka oleh bakteri asam cuka. Pembuatan asam cuka dilakukan dengan metode lambat. Tujuan penelitian adalah mempelajari pengaruh pemakaian ragi dan gula terhadap kualitas hasil fermentasi tahap pertama, menganalisis pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas asam cuka berdasarkan SNI 01-3711-1995, dan mempelajari pengaruh lama fermentasi terhadap kadar asam asetat pada tahap kedua. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap: 2 perlakuan yaitu konsentrasi gula (3 taraf) dan ragi (3 taraf), diulang 3 kali. Pengamatan kualitas cuka menggunakan penelitian eksperimen tanpa perbedaan perlakuan dan ulangan, yaitu Rancangan Bergalat Tunggal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas asam cuka yang dihasilkan sudah memenuhi SNI 01-3711-1995 tentang cuka makan, yaitu meliputi bentuk, bau, kadar asam asetat, asam format dan asam oksalat. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar alkohol. Semakin lama fermentasi maka semakin menurun kadar asam asetat pada fermentasi aerob dengan metode lambat, yang ditunjukkan dengan persamaan regresi eksponensial $\hat{y} = 20,695e^{-0,088x}$.

Kata kunci : asam cuka, asam asetat, cuka air kelapa, metode lambat

PENDAHULUAN

Produksi buah kelapa di daerah tropis jumlahnya sangat melimpah. Di Indonesia produksi buah kelapa rata-rata 15,5 milyar butir/tahun atau setara dengan 3,02 juta ton kopra, 3,75 juta ton air, 0,75 juta ton arang tempurung, 1,8 juta ton serat sabut, dan 3,3 juta ton debu sabut (Agustian et al., 2003). Berdasarkan Data Statistik Perkebunan tahun 2011 Departemen Pertanian produksi kelapa di Provinsi Bengkulu yang terdiri dari Produksi Perkebunan Rakyat sebesar 8.108 ton/ tahun, sehingga dapat diperoleh produksi air kelapa dalam setahunnya di Provinsi Bengkulu adalah sekitar 2.027 ton/tahun atau sekitar 5,55 ton/hari. Tersedianya kelapa dalam jumlah besar ini merupakan potensi yang belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu usaha untuk meningkatkan pendapatan petani kelapa adalah dengan mengolah semua komponen buah menjadi produk yang bernilai tinggi (Ditjenbun, 2012).

Umumnya bagian kelapa yang dimanfaatkan hanyalah daging buahnya sedangkan bagian yang jarang dimanfaatkan oleh masyarakat adalah air kelapa. Air kelapa biasanya terbuang begitu saja. Khusus di Provinsi Bengkulu, pemanfaatan air kelapa selama ini baru sebatas airnya diminum secara langsung. Di pasar-pasar tradisional kota Bengkulu pemanfaatan buah kelapa hanya daging buahnya saja untuk diambil santannya, sedangkan air buah kelapa dibuang dengan percuma. Begitu pula yang terjadi di industri pembuatan kopra di daerah Bengkulu, air dari buah kelapa hanya dibuang begitu saja.

Air kelapa dalam buah kelapa tua jumlahnya 17% dari berat buah kelapa, mempunyai pH 5,6 dan berat jenisnya 1,02 (Awang, 1991). Menurut Suhardiyono (1988), komposisi air kelapa tua terdiri dari bahan padat 4,71%, gula 2,56%, abu 0,46%, minyak 0,74%, protein 0,55%, dan senyawa chloride 0,17%. Komposisi airnya sendiri sebesar 91,23% (Awang, 1991).

Satu buah kelapa mengandung sekitar 200 ml air kelapa tergantung oleh ukuran kelapa, varietas, kematangan, dan kesegaran kelapa. Air kelapa sendiri mengandung gula maksimum 4% (rata-rata 2%) yang terdiri dari sukrosa, glukosa, dan fruktosa (Woodroof, 1979). Komposisi gizi air kelapa tua ini dapat digunakan sebagai media bagi pertumbuhan mikroba fermentasi.

Asam cuka atau asam asetat dapat dibuat dari bahan-bahan yang mengandung gula, sehingga air kelapa dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan asam cuka. Perubahan karbohidrat menjadi asam cuka dapat dilakukan dengan cara fermentasi. Pembuatan cuka memerlukan dua tahapan proses fermentasi yaitu, tahap pertama perubahan gula menjadi alkohol oleh khamir atau ragi dan tahap kedua perubahan alkohol menjadi asam cuka, dilakukan bakteri asam cuka. Metode lambat membutuhkan waktu proses yang relatif lama yaitu berminggu-minggu bahkan hitungan bulan. Metode lambat biasanya untuk bahan baku berupa buah-buahan, prosesnya sederhana dengan etanol tidak banyak bergerak atau mengalir karena proses dilakukan pada suatu tangki (Vanirawan, 2010).

Air kelapa dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan cuka melalui proses fermentasi. Hal ini dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan cuka yang semakin bertambah oleh industri makanan, laboratorium (kimia, biologi), pabrik farmasi dan sebagainya. Beberapa peneliti telah mencoba memanfaatkan air kelapa sebagai bahan baku dalam pembuatan asam cuka. Asam cuka selain digunakan sebagai penyedap rasa pada makanan, juga biasa digunakan untuk menghilangkan bau amis pada proses pengolahan ikan, bahan pengawet, pembuatan obat-obatan (aspirin), dan sebagainya (Santoso, 1995). Menurut Desrosier (1988), kadar asam asetat pada vinegar minimal mengandung 4% kadar asam asetat.

Air kelapa sebagian besar hanya terbuang sebagai limbah. Air kelapa yang

terbuang juga merupakan sumber polusi bagi lingkungan karena nilai Biological Oxygen Demand (BOD) sangat tinggi, sekitar 40.000 mg/l (Enar, 2009). Padahal air kelapa memiliki potensi untuk dikembangkan. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian mengenai kualitas asam cuka dari air kelapa dengan Metode Lambat (Slow Methods).

METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan adalah : 1 buah fermentor (gentong) 200 liter, 27 buah jerigen 5 liter, 8 buah jerigen 20 liter, thermometer, pH-meter digital, hidrometer alkohol, hand refraktometer, kain saring, neraca analitik, kertas kasa, pipa paralon $\frac{1}{2}$ inch \pm 1 meter, gelas ukur, gelas plastik, penangas air, selang plastik ukuran 1 meter, baskom plastik, tabung reaksi 27 buah, piringan porselin, sulingan, saringan air kelapa, buret, pipet tetes, erlemeyer 250 ml, labu ukur 250 ml, soxhlet dan selang.

Bahan yang digunakan adalah : air kelapa tua, ragi fermipan, asam asetat 10% (cuka starter) 35 liter, gula pasir, air, NaOH 0,1N, NaCl. Asam tartrat, NaOH, Perak Nitrat 0,1N, vanilin alkohol, larutan floroglosinol, dan PP 1%.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor perlakuannya adalah konsentrasi gula dan ragi. Masing-masing interaksi perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Faktor I, yaitu konsentrasi gula yang digunakan, terdiri dari 3 taraf, yaitu :

A1 = Konsentrasi ragi 3%

A2 = Konsentrasi ragi 4,5%

A3 = Konsentrasi ragi 6%

Faktor II, yaitu konsentrasi ragi yang digunakan, terdiri dari 3 taraf, yaitu

B1 = konsentrasi gula 10%

B2 = konsentrasi gula 13%

B3 = konsentrasi gula 16%

Pengamatan kualitas cuka menggunakan penelitian eksperimen tanpa perbedaan perlakuan dan ulangan dengan ran-

cangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Bergalat Tunggal (RBT) yang ditujukan untuk melihat pengaruh-pengaruh utama dan interaksi faktor percobaan dengan derajat ketelitian dan kepentingan yang setara.

Tahapan pada penelitian ini adalah :

1) Persiapan alat

Cuci bersih dan keringkan jerigen untuk persiapan fermentasi tahap pertama. Mulut jerigen ditutup dan dilubangi untuk memasukkan selang plastik sebagai saluran pembuangan gas hasil samping, pada ujung selang dicelupkan ke dalam air pada tabung reaksi. Selanjutnya menyiapkan fermentor dengan permukaan dinding bagian bawah diberi lubang yang dilengkapi kran sebagai tempat pengeluaran saat panen cuka. Dinding bagian tengah tepat di bawah permukaan asam asetat dibuat lubang sebagai saluran untuk menambahkan air kelapa hasil fermentasi tahap pertama dengan sistem metoda lambat. Kemudian bagian atas permukaan lapisan nata yang terbentuk juga dibuat lubang kecil untuk sirkulasi udara. Bagian atas fermentor ditutup dengan kain kasa untuk menghindari serangga yang akan masuk. Fermentor ini disiapkan untuk fermentasi tahap kedua.

2) Pengambilan bahan penelitian

Air kelapa tua dikumpulkan dari salah satu pengolahan kopra di daerah Bengkulu. Pengambilan bahan dilakukan serentak pada saat penentuan kadar alkohol. Pengamatan kualitas cuka dilakukan setiap satu minggu sekali untuk pemenuhan kebutuhan fermentasi aerob.

3) Persiapan bahan penelitian

Air kelapa tua disaring terlebih dahulu agar terpisah dari kotoran-kotoran seperti serpihan tempurung, sabut, dan daging kelapa.

4) Pembuatan Asam Cuka

a. Fermentasi Anaerob

Air kelapa sebanyak 20 liter dimasukkan ke dalam panci lalu ditambahkan gula selanjutnya direbus dengan

suhu sedang hingga gula larut seluruhnya. Kemudian larutan didinginkan pada suhu kamar dan tambahkan ragi. Larutan disaring dan dimasukkan ke dalam jerigen (5 liter) sebanyak 4 buah atau jerigen (20 liter) sebanyak 1 buah. Larutan didiamkan selama 1 minggu untuk mengalami fermentasi anareob sehingga menghasilkan kadar alkohol 10-13%. Fermentasi pertama ini mengubah larutan air kelapa menjadi larutan alkohol, fermentasi pertama dianggap selesai berlangsung, jika tidak dihasilkan gas CO₂ lagi, hal ini dapat dilihat jika air dalam tabung reaksi sudah tidak terdapat gelembung lagi. Hasil interaksi perlakuan penambahan gula dan ragi yang optimal (kandungan alkohol 12%) akan dilanjutkan untuk proses fermentasi aerob. Fermentasi akan dihentikan bila kandungan alkohol sudah mencapai 12%, Menurut Waluyo (1984), untuk melakukan aseptifikasi (fermentasi aerob pada alkohol) maka kadar alkohol yang diperlukan yaitu antara 11-13%.

b. Fermentasi Anaerob

Hasil fermentasi pertama sebanyak 20 liter disaring lalu masukkan larutan alkohol tersebut ke dalam fermentor yang sudah disiapkan cuka starter (asam asetat 10%) sebanyak 35 liter. Kemudian larutan ini dibiarkan untuk mengalami fermentasi aerob dengan sistem fermentor yang ada.

5) Pengambilan sampel hasil perlakuan

Hasil fermentasi anaerob diukur kadar alkohol dan pH. Sedangkan hasil fermentasi aerob yaitu asam cuka dikeluarkan melalui keran di dinding fermentor bagian bawah kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur untuk dilihat sifat fisiknya dan diukur sifat kimianya.

Variabel yang diamati terbagi dua, yaitu hasil fermentasi tahap pertama dan tahap kedua. Pengamatan hasil fermentasi tahap pertama dilakukan terhadap sifat

kimia yaitu kadar alkohol dan pH. Sedangkan pengamatan hasil fermentasi tahap kedua dilakukan terhadap sifat fisik dan sifat kimia asam cuka berdasarkan SNI 01-3711-1995. Parameter fisik meliputi bentuk, bau, dan warna, Parameter kimia adalah pH asam asetat, kadar asam asetat, asam format dan asam oksalat. Variabel lain yang diamati adalah suhu lingkungan tempat proses fermentasi.

Pengukuran kadar alkohol dilakukan setelah fermentasi tahap pertama menggunakan Hidrometer Alkohol. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH-meter Digital. Dalam pembuatan alkohol pH diukur pada sampel saat sebelum dan sesudah fermentasi, hal ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian pH dengan pertumbuhan *Saccharomyces cereviceae*. Derajat keasaman (pH), Menurut Wood (1998), yeast dapat tumbuh pada kisaran pH 4-4,5. Rentang pH optimum untuk produksi etanol dengan kadar yang relatif stabil oleh *Saccharomyces cereviceae* adalah 3,5-6,5 (Roukas, 1996).

Pengamatan sifat fisik asam cuka (bentuk, bau dan warna) dilakukan secara langsung dengan menggunakan indera penglihat dan penciuman merujuk pada SNI 01-3711-1995. Pengamatan sifat kimia asam cuka terdiri dari :

1) pH asam asetat, pengukuran pH menggunakan alat pH-meter digital. Pengukuran pH ini dilakukan setiap waktu panen cuka untuk tiap minggunya. Namun disini pengukuran pH untuk menentukan kesesuaian pH dengan kadar asam asetat yang dihasilkan.

2) Kadar asam asetat (SNI 01-3711-1995), pengukuran dengan uji kuantitatif secara alkalimetri, yaitu dengan cara memasukkan 5 ml asam cuka ke dalam labu ukur 250 ml dan ditambahkan aquades 25 ml. Kemudian sampel larutan cuka sebanyak 25 ml dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml ditambahkan 3 tetes PP 1% lalu dititrasi dengan larutan NaOH 0,1N sampai terlihat perubahan warna jernih menjadi merah

muda yang konstan. Kadar asam asetat diketahui dengan perhitungan rumus sebagai berikut :

$$\frac{V}{W} \frac{fp}{60,5} \times 100$$

Keterangan :

V : Volume larutan NaOH

N : Normalitas NaOH

Fp : Faktor pengenceran

60,5 : Bobot ekivalen asam asetat

W : bobot contoh (mg)

3) Asam format (SNI 01-3711-1995) adalah dengan mengambil 50 ml larutan contoh ditambah 10 gram NaCl dan 0,5 gram asam tartrat. Sulingkan dengan uap sehingga terdapat 30-40 ml sulingan. Kemudian menambahkan larutan KOH atau NaOH 5% dalam hasil sulingan hingga bereaksi asam lemah. Tambahkan larutan perak nitrat 0,1N ke dalam sebagian hasil larutan, dan didihkan. Bila terbentuk keadaan yang berkilap pada dinding tabung berarti terjadi pemisahan Ag, dan hal ini menunjukkan adanya asam format pada asam cuka tersebut.

4) Asam Oksalat (SNI 01-3711-1995), dilakukan dengan mencampurkan beberapa tetes larutan vanillin alkohol dengan larutan floroglusinol dalam jumlah yang sama pada pinggan porselin. Kemudian uapkan di atas ponnagas air hingga kering. Ke dalam pinggan porselin tersebut tambahkan beberapa sampel hasil perlakuan dan uapkan lagi hingga kering, jika timbul warna merah berate sampel hasil perlakuan mengandung asam oksalat,

5) Pengukuran suhu lingkungan tempat proses fermentasi, pengukuran suhu dilakukan secara langsung menggunakan thermometer pada tempat proses fermentasi ini berlangsung, baik fermentasi anaerob maupun fermentasi aerob. Menurut Fardiaz (1992), suhu untuk menghasilkan produk optimum adalah 28°-32°C. *Acetobacter acetii* dapat tumbuh dan berkembang pada temperature optimum yaitu 25-39°C (Brenner et al, 2005). Pada fermentasi

anaerob dan aerob pengukurannya diambil dengan cara merata-ratakan suhunya setiap hari di waktu pagi, siang, dan malam, karena pengukurannya tidak dilakukan setiap hari.

Data dianalisis dengan ANAVA kemudian diuji lanjut dengan Duncans Multiple Range Test (DMRT) jika terjadi beda nyata. Sedangkan mengenai kualitas asam cuka hasil fermentasi tahap kedua akan dianalisa secara deskriptif, dengan cara membandingkan dengan standar mutu asam cuka untuk cuka makan berdasarkan SNI 01-3711-1995. Selain itu, asam asetat akan dianalisa dengan analisis regresi eksponensial, kemudian dilanjutkan dengan uji F untuk melihat ketetapan model regresi dan uji t untuk melihat pengaruh lama fermentasi terhadap kadar asam asetat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penggunaan Ragi dan Gula Terhadap Kualitas Hasil Fermentasi Anaerob

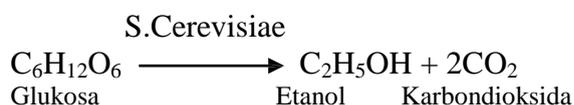
a. Pengaruh Pemakaian Ragi dan Gula Terhadap Kadar Alkohol

Fermentasi alkohol merupakan tahap awal dalam pembuatan vinegar atau asam cuka. Alkohol merupakan produk utama dalam fermentasi tahap pertama (anaerob). Kadar alkohol memegang peranan penting dalam proses fermentasi, karena berhubungan dengan kemampuan pertumbuhan mikroba dalam media fermentasi yang selanjutnya akan digunakan untuk produksi asam asetat. Baik buruknya kualitas asam asetat yang dihasilkan didukung oleh beberapa faktor, salah satu diantaranya adalah konsentrasi atau kadar alkohol. Konsentrasi alkohol yang terlalu tinggi akan menyebabkan terganggunya pertumbuhan bakteri, sehingga proses asetifikasi tidak berlangsung sempurna. Selain itu pula, konsentrasi alkohol yang tinggi dapat meningkatkan jumlah bakteri asam asetat yang mati (Hendrawati, 2009).

Sedangkan kadar alkohol yang kurang dari 0,2% asam asetat yang dihasilkan akan dioksidasi oleh bakteri asam asetat menjadi H₂O dan CO₂, sehingga akan diperoleh kadar asam asetat yang rendah (Waluyo, 1984).

Pada fermentasi alkohol, medium fermentasi yaitu medium air kelapa ditambahkan ragi dan gula. Penambahan gula ini untuk menghasilkan biomassa sel yang optimum dalam mengubah substrat pada awal fermentasi dan untuk mempersingkat masa adaptasi sel ragi dalam media kompleks (Away, 1989). Gula akan dipecah oleh sel-sel ragi menjadi alkohol. Sedangkan fungsi ragi disini yaitu akan menghasilkan enzim intervas yang akan memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa

menjadi CO₂ dan alkohol (Bennion, 1980). Pada fermentasi ini terjadi perombakan glukosa menjadi alkohol dan gas CO₂. Reaksi yang terjadi adalah anaerob. Lebih lanjut reaksi yang terjadi digambarkan oleh Rahman (1992) adalah sebagai berikut :



Berdasarkan analisis ragam, menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan pemakaian ragi dan gula terhadap kadar alkohol menunjukkan hasil berbeda sangat nyata nyata $p \leq 0,05$. Hasil analisa ragam ini dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT pada taraf 5% seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Masing-Masing Faktor Perlakuan terhadap Kadar Alkohol

Perlakuan	Nilai Rata-rata Kadar Alkohol (%)
A3B3	16,67 a
A2B3	16,33 b
A1B3	16,00 c
A2B2	15,67 d
A1B2	15,00 e
A3B2	13,67 f
A1B1	12,00 g
A3B1	11,00 h
A2B1	11,00 h

Ket : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar alkohol tertinggi terdapat pada perlakuan A3B3 (ragi 6% dengan gula 16%) sebesar 16,67%. Kadar alkohol terendah terdapat pada perlakuan A2B1 (ragi 4,5% dengan gula 10%) dan A3B1 (ragi 6% dengan gula 10%). Semua perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya kecuali pada perlakuan A3B1 (ragi 6% dengan gula 10%) dan A2B1 (ragi 4,5% dengan gula 10%) yang tidak berbeda nyata.

Pada perlakuan A3B1 (ragi 6% dengan gula 10%) dan A2B1 (ragi 4,5% dengan gula 10%) kadar alkohol yang dihasilkan sama yaitu sebesar 11%. Kadar alko-

hol yang kecil ini disebabkan oleh jumlah ragi tidak seimbang dengan jumlah gula yang mengakibatkan terjadinya persaingan sel ragi dalam penggunaan nutrisi, sehingga kadar alkohol yang dihasilkan tidak optimal. Menurut Fardiaz (1988), pembentukan alkohol menjadi lebih optimum kalau ketersediaan nutrisi dengan sel ragi harus sebanding sehingga tidak terjadi persaingan dalam penggunaan nutrisi oleh sel ragi. Untuk perlakuan yang menghasilkan kadar alkohol tertinggi adalah perlakuan A3B3 (ragi 6% dengan gula 16%). Tingginya kadar alkohol pada perlakuan A3B3 disebabkan oleh gula (nutrisi) yang dirom-

bak oleh ragi jumlahnya lebih banyak, sehingga kadar alkohol yang dihasilkan lebih tinggi. Menurut Desrosier (1988), semakin banyak jumlah glukosa yang terdapat di dalam suatu bahan, maka semakin tinggi jumlah alkohol yang dihasilkan dari perombakan glukosa tersebut.

Kadar alkohol terbaik adalah perlakuan A1B1 yang menghasilkan kadar alkohol sebesar 12%. Diharapkan kadar alkohol hasil optimasi ini dapat menghasilkan kadar asam asetat yang sesuai dengan standar, menurut Desrosier (1988) untuk kadar asam asetat pada vinegar yaitu minimal mengandung 4% kadar asam asetat. Pemilihan kadar alkohol 12% dikarenakan kadar alkohol antara 10%-13% adalah konsentrasi optimal bagi bakteri asam asetat (*Acetobacter acetii*) untuk mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat dalam fermentasi asam asetat. Hal ini juga dikemukakan oleh Waluyo (1984) bahwa untuk melakukan asetikasi kadar alkohol yang diperlukan adalah 10-13%. Kadar alkohol yang terbentuk selama proses fermentasi jika kadarnya terlalu banyak (lebih dari 14%-15%) justru akan menghambat pertumbuhan bakteri. Waluyo (1984) juga menambahkan bahwa jika kadar alkohol yang dihasilkan terlalu rendah, maka asam asetat yang terbentuk akan sedikit dan sebagian akan hilang sebagai ester atau teroksidasi menjadi CO₂. Pemilihan kadar alkohol 12% bukan 11% juga mempertimbangkan bahan baku awal, karena pembuatan asam cuka dengan air kelapa merupakan salah satu industri pemanfaatan air kelapa dengan proses fermentasi. Dalam hal industri, meminimumkan bahan baku adalah hal yang penting. Untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang sama dengan bahan baku yang lebih minim, maka hal itu yang lebih diutamakan. Pemakaian ragi 3% dengan gula 10% memperoleh kadar alkohol 12% lebih baik bila dibandingkan pemakaian ragi 4,5% dengan gula 10% dan pemakaian ragi 6% dengan gula 10% yang menghasilkan kadar alkohol 11%.

Kadar alkohol meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi gula untuk setiap perlakuan. Hal ini disebabkan terpenuhinya kebutuhan nutrisi ragi oleh gula untuk pembentukan alkohol. Namun terjadi penurunan kadar alkohol pada konsentrasi gula 10%. Hal ini disebabkan ketersediaan nutrisi (gula) tidak sebanding dengan dengan jumlah enzim yang dihasilkan oleh khamir. Ketersediaan enzim dan ragi yang sesuai juga menyebabkan pembentukan alkohol lebih optimum. Hal ini sesuai dengan pernyataan Elevri dan Putra (2006) yang menyatakan bahwa semakin banyak konsentrasi ragi tidak berbanding lurus dengan etanol yang dihasilkan. Hal ini terjadi apabila konsentrasi ragi tidak sesuai dengan konsentrasi nutrisi yang ada.

b. Pengaruh Pemakaian Ragi dan Gula Terhadap pH Alkohol

Pada fermentasi anaerob juga dilakukan pengamatan pH awal dan akhir, sehingga didapatkan nilai perubahan pH. Terjadi perubahan pH pada setiap perlakuan. Hal ini menunjukkan adanya penggunaan gula hasil oleh *Saccharomyces cerevisiae* dalam membentuk etanol dan sejumlah asam yang menyebabkan pH larutan menurun. pH larutan merupakan satu diantara beberapa faktor penting yang mampu mempengaruhi proses fermentasi alkohol. Dan dalam penelitian ini pH awal maupun pH akhir yang pada setiap perlakuan masih dalam kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan *Saccharomyces cereviceae*. pH optimal untuk pertumbuhan *Saccharomyces cereviceae* yaitu 3,5-6,5 (Roukas, 1996).

Perubahan keasaman media merupakan salah satu indikator aktivitas metabolisme sel yang sudah mulai memproduksi senyawa asam, seperti asam asetat, asam laktat, dan asam piruvat. Sesuai dengan pernyataan Effendi (2002), selama fermentasi alkohol, selain dihasilkan alkohol dan CO₂, dihasilkan pula asam asetat, asam butirat, asam laktat, dan lain-lain. Hal ini

mengakibatkan terjadinya penurunan pH pada proses fermentasi alkohol untuk setiap perlakuan. Singleton (1988) menambahkan bahwa, penurunan pH merupakan salah satu akibat dari proses fermentasi yang terjadi karena adanya akumulasi asam.

Pengaruh Lama Fermentasi Aerob Terhadap Kualitas Asam Cuka

Fermentasi aerob merupakan tahapan lanjutan dari fermentasi anaerob dalam pembuatan vinegar. Fermentasi asam asetat dilakukan dengan menggunakan medium air kelapa tua yang menghasilkan kadar alkohol 12%, yaitu dengan penambahan konsentrasi ragi 3% dan gula 10%. Perbandingan hasil produk asam cuka fermentasi

tahap kedua (aerob) dengan SNI dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa semua parameter kualitas produk yang dihasilkan sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia untuk produk asam cuka.

a. Kadar Asam asetat dan pH Asam Asetat

Asam asetat merupakan komponen dominan yang terkandung dalam vinegar (Waluyo, 1984). Asam asetat merupakan produk utama dalam penelitian ini sedangkan faktor-faktor yang turut berperan dalam asam asetat adalah pH. Pada penelitian ini, pemanenan asam cuka dilakukan dari minggu pertama sampai minggu kedelapan pada fermentasi aerob.

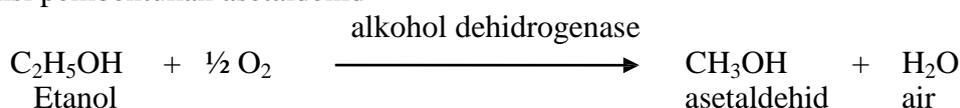
Tabel 2. Perbandingan kualitas produk dengan SNI 01-3711-1995 cuka makan.

Kriteria Uji	Satuan	SNI (BSN, 1995)	Produk (7-8 Minggu)
Bentuk	-	Cairan encer, jernih, dan tidak berwarna	Cairan encer, jernih, dan tidak berwarna*
Bau	-	Khas asam asetat	Khas asam asetat
Kadar asam asetat	% b/b	4-12,5	10,10-11,25
Asam format	-	Negatif	Negatif
Asam oksalat	-	Negatif	Negatif

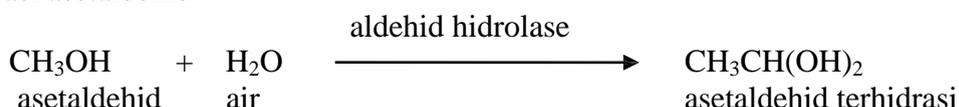
Ket : * dilanjutkan dengan pemurnian (proses destilasi)

Tahapan reaksi enzimatik yang terjadi menurut Hidayat et al., (2006) adalah :

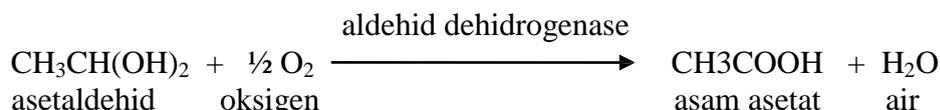
1. Reaksi pembentukan asetaldehid



2. Hidrasi asetaldehid

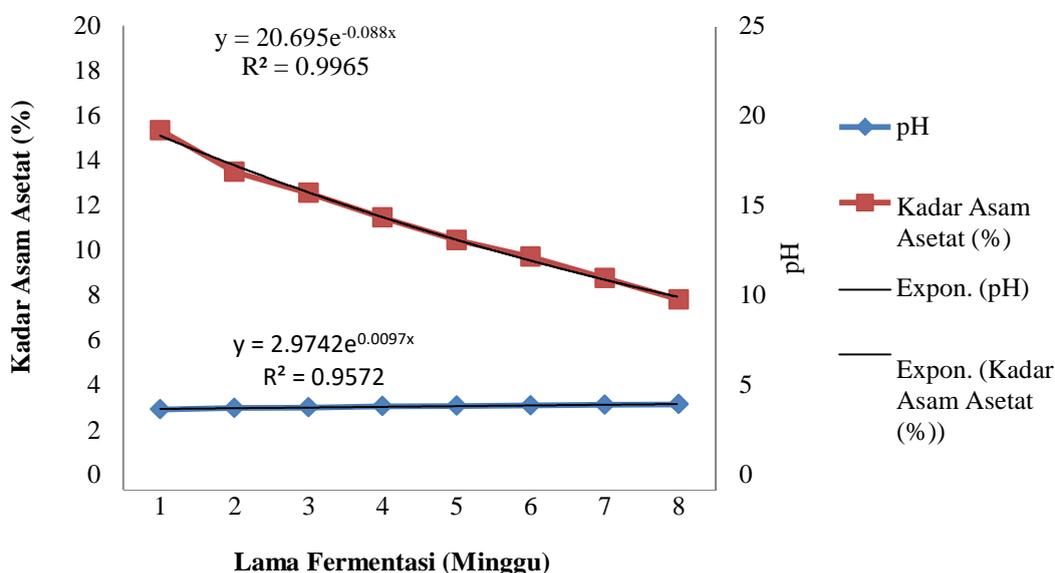


3. Pembentukan asam asetat



Pemanenan minggu pertama menghasilkan kadar asam asetat 19,24%, pemanenan minggu kedua menghasilkan kadar asam asetat 17%, pemanenan minggu ketiga menghasilkan kadar asam asetat 15,85%, pemanenan minggu keempat menghasilkan kadar asam asetat 14,52%, pemanenan minggu kelima menghasilkan kadar asam asetat 13,31%, pemanenan minggu keenam menghasilkan kadar asam asetat 12,40%, pemanenan minggu ketujuh menghasilkan kadar asam asetat 11,25%, dan pemanenan minggu kedelapan meng-

hasilkan kadar asam asetat 10,10%. Kadar asam asetat pada pemanenan pada minggu ke-7 dan ke-8 sudah memenuhi standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3711-1995 tentang cuka makan. pH asam cuka tiap pemanenan dari minggu ke minggu menghasilkan nilai pH yang beragam. Nilai pH dari minggu kelima sampai minggu kedelapan secara berturut-turut adalah 2,98; 3,04; 3,06; 3,12; 3,13; 3,15; 3,18; 3,20. Hubungan antara kadar asam asetat, pH asam asetat terhadap lama fermentasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan Kadar Asam Asetat dan pH dengan Lama Fermentasi

Dari gambar terlihat bahwa kadar asam asetat semakin lama fermentasi maka kadar asam asetat semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Soeharto (1994), bahwa lama fermentasi akan mempengaruhi produk fermentasi yang dihasilkan. Penurunan kadar asam asetat disebabkan fermentasi yang berlangsung adalah fermentasi aerob sehingga asam asetat yang dihasilkan kontak dengan udara luar yang menyebabkan sebagian asam asetat teroksidasi menjadi karbondioksida dan air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kwartningsih dan Nuning (2005), bahwa kadar asam asetat mengalami penurunan, hal ini

disebabkan karena asam asetat akan teroksidasi atau terombak oleh oksigen dari udara menjadi CO₂ dan H₂O, dengan persamaan reaksi berikut ini :



Kondisi pH medium akan berubah sesuai dengan terbentuknya beberapa senyawa asam, termasuk asam asetat yang merupakan komponen terbesar dari vinegar (Waluyo, 1984). pH asam asetat yang dihasilkan pada fermentasi ini mengalami kenaikan selama fermentasi aerob berlangsung, yaitu naik dari 2,98 pada minggu per-

tama menjadi 3,20 pada minggu kedelapan. Kenaikan nilai pH ini seiring dengan penurunan kadar asam asetat. Kenaikan nilai pH diduga karena berkurangnya konsentrasi asam asetat selama fermentasi aerob berlangsung. Perubahan nilai pH memberi pengaruh yang berlawanan terhadap kadar asam, jika kadar asam tinggi maka nilai pH rendah sedangkan bila kadar asam rendah nilai pH tinggi. Naidu (2000) juga mengatakan, bahwa semakin tinggi kadar asam asetat yang terlarut akan semakin cepat berdisosiasi untuk melepaskan proton-proton bebas sehingga menurunkan pH. Jadi dalam hal sebaliknya semakin rendah kadar asam asetat maka nilai pH akan semakin meningkat.

Persamaan garis regresi eksponensial untuk kadar asam asetat pada Gambar 1 juga menggambarkan nilai negatif. Nilai negatif menunjukkan bahwa hubungan dua variabel tidak searah, artinya semakin lama waktu fermentasi maka semakin menurun nilai kadar asam asetat. Perhitungan regresi eksponensial $\hat{y} = 20,695e^{-0,088x}$ maka pemanenan asam cuka dengan metode lambat dapat dilakukan sampai minggu ke-18 yaitu akan menghasilkan asam asetat minimal 4% sesuai dengan SNI 01-3711-1995. Dengan syarat tidak terjadi kerusakan pada fermentor di fermentasi aerob, karena apabila fermentor mengalami kerusakan seperti bocor maka pertumbuhan bakteri *Acetobacter acetii* akan terganggu sehingga kadar asam asetat yang dihasilkan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Jatuhnya lapisan tipis agar-agar dari bakteri vinegar akan memperlambat asetifikasi. Nilai koefisien determinan $R^2 = 0,995$ juga dapat menjelaskan bahwa 99,65% penurunan kadar asam asetat dapat dijelaskan dengan waktu lama fermentasi melalui persamaan regresi diatas.

Berdasarkan uji F untuk menguji ketepatan model persamaan regresi, didapatkan harga $F_{hitung} > F_{tabel}$, sehingga hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima sehingga model persamaan regresi

eksponensial dapat digunakan untuk memprediksi kadar asam asetat dengan pengaruh lama fermentasi pada fermentasi aerob. Berdasarkan uji t untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap kadar asam asetat, maka harga $t_{hitung} > t_{tabel}$, sehingga hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Dengan demikian, ada pengaruh signifikan lama fermentasi terhadap kadar asam asetat pada fermentasi aerob.

b. Bentuk Asam Cuka

Asam cuka yang dihasilkan berbentuk cairan encer dan berwarna kecoklatan sebelum dilakukan destilasi. Warna vinegar pada semua lama fermentasi adalah kecoklatan. Hal ini dapat disebabkan karena terjadinya browning. Browning yang terjadi karena adanya penambahan gula pada saat fermentasi pertama atau fermentasi alkohol. Namun setelah dilakukan proses pemurnian dengan destilasi, bentuk asam cuka yang dihasilkan adalah cairan encer, jernih, dan tidak berwarna sesuai dengan SNI 01-3711-1995 untuk produk cuka makan.

c. Bau Asam Cuka

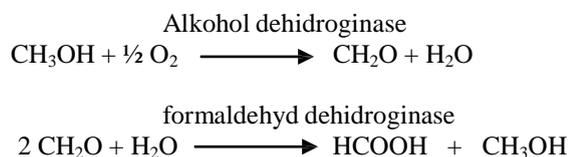
Bau atau aroma asam cuka yang dihasilkan pada penelitian ini adalah bau khas asam asetat, yaitu sesuai dengan SNI 01-3711-1995 untuk produk cuka makan. Hal ini dikarenakan reaksi fermentasi tahap kedua atau asetifikasi menghasilkan asam asetat, asam asetat merupakan senyawa beraroma dari gugus asam karboksilat.

d. Asam Format

Menurut SNI 01-3711-1995 tentang cuka makan, asam format pada asam cuka hasilnya negatif atau tidak mengandung asam format. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa asam cuka yang dihasilkan tidak mengandung asam format. Hal ini disebabkan karena bahan baku yang digunakan dalam pembuatan asam cuka adalah air kelapa, air kelapa sendiri tidak mengandung asam format. Menurut Palungun

(2001) air kelapa tua mengandung protein, lemak, karbohidrat, fosfor, dan air. Nutrisi lain yang terdapat dalam air kelapa sendiri antara lain asam nikotinat, asam pantotenat, biotin, riboflavin, asam folat, thiamin, pyridoksin, auksin, giberelin, 1-3 difenil urea, sorbitol, myoinositol, scylo inositol, kalium, khlor, natrium, phosphor, magnesium, sulfur, besi, dan tembaga, masing-masing dalam jumlah yang sedikit (Tulecke et al, 1961).

Selain itu, ketiadaan asam format atau asam metanoat (HCOOH atau CH_2O_2) juga disebabkan karena dalam proses fermentasi alkohol atau fermentasi tahap pertama hasil yang terbentuk adalah etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) bukan metanol (CH_3OH). Metanol bukanlah bahan beracun, namun dalam perjalanannya dia mengalami metabolisme (penguraian zat) menjadi formaldehid selanjutnya diurai lagi menjadi asam format (formic acid). Asam format inilah yang mempunyai daya rusak yang kuat pada hati (lever) dan ginjal (kidney), sehingga berbahaya jika terdapat pada produk makanan dan minuman. Salah satu pembuatan asam format melalui oksidasi alkohol primer (Wilbraham, 1992). Asam format bisa didapatkan dengan cara oksidasi metanol. Lebih lanjut reaksi pembentukan asam format (formic acid) dapat dibuat dengan metanol dengan oksidasi alkohol primer, dan secara ringkas dijelaskan pada persamaan reaksi berikut:



e. Asam Oksalat

Menurut SNI 01-3711-1995 tentang cuka makan, asam oksalat pada asam cuka hasilnya adalah negatif atau asam cuka tidak mengandung asam oksalat. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa asam cuka yang dihasilkan tidak mengandung asam oksalat. Sama seperti asam format, hal ini

disebabkan karena bahan baku yang digunakan dalam pembuatan asam cuka adalah air kelapa, air kelapa sendiri tidak mengandung asam format. Menurut Palungkun (2001), air kelapa tua mengandung protein, lemak, karbohidrat, fosfor, dan air. Nutrisi lain yang terdapat dalam air kelapa sendiri antara lain asam nikotinat, asam pantotenat, biotin, riboflavin, asam folat, thiamin, pyridoksin, auksin, giberelin, 1-3 difenil urea, sorbitol, myoinositol, scylo inositol, kalium, khlor, natrium, phosphor, magnesium, sulfur, besi, dan tembaga, masing-masing dalam jumlah yang sedikit (Tulecke et al, 1961).

Selain itu, ketiadaan asam oksalat dalam penelitian ini karena dalam proses oksidasi pada tahap kedua tidak ada HNO_3 sebagai oksidator. Karena berdasarkan penelitian sejenis seperti pada penelitian Pembuatan Asam Oksalat dari bahan baku eceng gondok (Hutapea, 2011) proses oksidasi glukosa menjadi asam oksalat menggunakan HNO_3 sebagai oksidator.

Kadar ion oksalat yang tinggi tidak baik untuk kesehatan, bahkan dapat menimbulkan gangguan kesehatan yang serius seperti terjadinya ketidakseimbangan ion terutama pada pengikatan kalsium (Ca) oleh ion oksalat dalam tubuh dan gangguan ginjal seperti pengendapan kalsium oksalat di dalam ginjal yang dikenal dengan sebutan batu ginjal.

KESIMPULAN

Pemakaian ragi dan gula berpengaruh sangat nyata terhadap kadar alkohol fermentasi tahap pertama (fermentasi anaerob). Kualitas asam cuka yang dihasilkan sudah memenuhi SNI 01-3711-1995 tentang cuka makan, yaitu meliputi bentuk, bau, kadar asam asetat, asam format dan asam oksalat. Semakin lama fermentasi maka semakin menurun kadar asam asetat pada fermentasi aerob dengan metode lambat, yang ditunjukkan dengan persamaan regresi eksponensial $\hat{y} = 20,695e^{-0,088x}$

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, A., S. Friyatno, Supadi dan A. Askin. 2003. Analisis Pengembangan Agroindustri Komoditas Perkebunan Rakyat (Kopi dan Kelapa) dalam Mendukung Peningkatan Daya Saing Sektor Pertanian. Makalah Seminar Hasil Penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian Bogor. Bogor.
- Awang, S. A. 1991. Kelapa : Kajian Sosial Ekonomi. Aditya Media. Yogyakarta.
- Away, Y. 1989. Evaluasi Pengaruh Beberapa Marga Mikroorganisme pada Fermentasi Biji Kakao terhadap Mutu Citarasa dan Indeks Fermentasi. Tesis. Magister Program Pasca Sarjana ITB. Bandung.
- Bennion, M. 1980. The Science of Food. John Wiley and Sons. New York.
- Brenner, et al., 2005. Bergeys Manual of Systematic Bacteriology. Wilian & Wilkins co. Baltimore.
- Direktorat Jenderal Perkebunan [DITJENBUN]. 2012. Statistik Perkebunan Indonesia 2009 – 2011. Kelapa. Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan. Jakarta. <http://regionalinvestment.bkpm.go.id/>. [diakses tanggal 16 Februari 2012].
- Desrosier, N.W. 1988. Teknologi Pengawetan Pangan. Edisi Ketiga. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Effendi, M.S. 2002. Kinetika Fermentasi Asam Asetat (Vinegar) oleh Bakteri *A. acetii* B₁₂₇ dari etanol hasil fermentasi limbah cair pulp kakao. Jurnal Industrin dan Teknologi Pangan. 13,(2), 125-134.
- Elevri, P.S dan S.R. Putra. 2006. Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang diamobilisasi dengan Agar Batang. Jurnal Akta Kimindo 1(2): 105 – 114.
- Enar, R. 2009. Optimasi Biokonversi Limbah Air Kelapa Menjasi asam Asetat. <http://digilib.itb.ac.id/>. [diakses tanggal 16 Februari 2012].
- Fardiaz, S. 1988. Fisiologi Fermentasi. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- , S. 1992. Mikrobiologi Pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hendrawati, E. 2009. Pengaruh Konsentrasi Inokulum *Saccharomyces cerevisiae* dan *Acetobacter aceti* terhadap Kadar Asam Asetat pada Vinegar Kulit Pisang dengan Kultur Tunggul. http://repository.upi.edu/operator/upload/s_bio_056137_chapter4.pdf [diakses tanggal 1 Juli 2012].
- Hidayat, N., M.C. Padaga, dan S. Suhartini. 2006. Mikrobiologi Industri. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Hutapea, S. 2011. Pabrik Pembuatan Asam Oksalat dari Bahan Baku Eceng Gondok dengan Kapasitas 2500 Ton/Tahun. [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Kwartiningsih, E. dan S.M. Nuning. 2005. Fermentasi Sari Buah Nenas Menjadi Vinegar. <http://si.uns.ac.id/profil/uploadpublikasi/>. [diakses tanggal 1 Juli 2012].
- Naidu. A. S. 2000. Natural Food Antimicrobia Systems. CRC Press. USA.
- Palungkun, R. 2001. Aneka Produk Olahan Kelapa. Penebar. Swadaya. Jakarta.
- Rahman, A. 1992. Teknologi Fermentasi. Penerbit Arcan. Jakarta.
- Roukas, T. 1996. Continuous Bioetanol Production from Nonsterilized Carob Pod Extract by Immobilized *Saccharomyces cerevisiae* on Mineral Kissiris Using A Two-reactor

- System. Journal Applied Biochemistry and Biotechnology. 59(3) : 299 – 307.
- Santoso, H.B. 1995. Cuka Pisang : Teknologi Tepat Guna. Kanisius. Yogyakarta.
- Singleton, P. and D. Sainsbury. 1988. Dictionary of Microbiology and Molecular Biology, 2nd. John Willey and Sons, Ltd. Singapore.
- Badan Standarisasi Nasional [BSN]. 1995. SNI 01-3711-1995. SNI untuk Cuka Makan. <http://pustan.bpkimi.kemenperin.go.id>. [diakses tanggal 16 Februari 2012].
- Soeharto, P. 1994. Ilmu Gizi Komparatif. BPFE. Yogyakarta.
- Suhardiyono. 1988. Tanaman Kelapa. Kanisius. Yogyakarta.
- Tulecke, W., L.H. Weinstein, A. Rutner and H.I. Laengot Jr. 1961. The Biochemical Composition of Coconut Water aa Related to Its Use in Plant Tissue Culture. Contribution Bopyce Thompson Institute. Vol. 21 : 115 – 128.
- Vanirawan, B. 2010. Artikel : Pembuatan Asam Cuka. <http://bagasvanirawan.wordpress.com/>. [diakses tanggal 27 Februari 2012].
- Waluyo, S. 1984. Beberapa Aspek tentang Pengolahan Vinegar. Dewaruci Press. Jakarta.
- Wilbraham, A.C. 1992. Pengantar Kimia Organik 1. Penerbit ITB. Bandung.
- Wood, B.J.B. 1998. Microbiology of Fermented Food. Blackie Academic and Profesional. London.
- Woodroof, J.G. 1979. Coconut; Production, Processing, Product. Avi Publ. Inc. Wesport, Connecticut.