

OPTIMALISASI LAMA FERMENTASI DENGAN PENAMBAHAN KONSENTRASI *ACETOBACTER ACETI* PADA PEMBUATAN CUKA BUAH APEL RHOME BEAUTY MENGGUNAKAN ALAT FERMENTOR

Nanik Andayani¹, Dian Nurhayati¹, Muhammad Djabir Saing¹

¹ Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Jember

Jl. Mastrip Kotak Pos 164 Jember

¹nanik_andayani@polije.ac.id

²dian_nurhayati@polije.ac.id

³djabirsaing@gmail.com

Abstract

The process of making rome beauty apple through two stages of fermentation, namely the first fermentation by khamir for the formation of alcohol and the second fermentation by acetic acid bacteria which converts alcohol into acetic acid. This research was conducted from July to November 2019, where the research was carried out in the food processing laboratory and Food Analysis Laboratory, State Polytechnic of Jember. The purpose of this research was to obtain acetic acid fermentation with the best conditions (optimum) with the addition of acetobacteraceti microbial concentrations and to get the concentration of *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 starter and acetic acid fermentation time on the acetic acid levels of the best RomeBeauty apple vinegar, thus produced the quality of vinegar fruits SNI and make Standard Operational Procedures (SOP). Method for this research with a completely randomized design (CRD) using 2 factors, each using 3 levels, obtained 9 treatment units with 3 repetition. Used the treatment factor of addition the number of different concentrations of starter / inoculum acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283 (A1 = 20%, A2 = 22,5%, A3 = 25%) and different fermentation times (B1 = 5 days, B2 = 6 days, B3 = 7day). The results showed that the rome beauty apple vinegar by adding the concentration of *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 inoculum 25% with 5 days fermentation time (A3 B1) produced the highest acetic acid, the value is 4,683%, the highest number of microbes was $2,20 \times 10^8$ cfu / ml, the smallest alcohol content is 5,1% and smallest sugar content is 7,0%. The Conclusion of this research is production of rome beauty apple vinegar the most effective with the New Brunswick Bioflo / Celligen 115 eppendofffermentortype with the addition of a starter / inoculum *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 concentration can shorten / accelerate the fermentation of rome beauty apple vinegar to 5 days.

Keywords: Rome Beauty Apple Vinegar, *AcetobacterAceti* Beijerinck IFO 3283 Concentration.

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia terdapat enam macam varietas apel, dua varietas yang paling banyak dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis, bila dipasarkan adalah Manalagi dan Rhome beauty. Apel rome beauty memiliki ciri-ciri bentuk buah bulat lonjong, warna buah hijau kemerahan dan rasa manis agak asam, sedangkan apel Manalagi bentuk buah bulat, kecil dengan warna buah kuning kehijauan dan rasa manis, dengan adanya fruktosa 45 mg/g, glukosa 37,2 mg/g dan sukrosa 45,4 mg/g (Soelarlo, 1997). Kadar asam apel *Rhome beauty* cenderung lebih tinggi dibanding apel Manalagi. kadar gula sederhana pada apel Manalagi lebih besar dibanding apel jenis *Rhomebeauty*. Komponen gula dan asam merupakan media yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri asam asetat.

Proses pembuatan cuka apel cukup sederhana, yakni gula dari ekstrak apel diubah oleh ragi menjadi alkohol dan diteruskan dengan penggunaan *acetobacter aceti* hingga menghasilkan cuka apel. Penelitian tentang proses fermentasi apel telah dilakukan sebelumnya oleh Keukeu K. Rosada dari Institut Teknologi Bandung (ITB) dan Y.D. Hang

Dkk, dari Cornell University. Sedangkan penelitian lainnya yang menyangkut tentang masalah fermentasi cuka dilakukan oleh Kadir Nurjaya dari Universitas Indonesia (UI).

Pembentukan asam asetat dihasilkan dari oksidasi alkohol oleh bakteri asam cuka dengan adanya oksigen dari udara. Jumlah bakteri asetat yang terdapat dalam sari buah yang difermentasikan biasanya kecil dan seringkali dari jenis bakteri yang tidak dikehendaki atau yang tidak aktif. Oleh karena itu, stater yang cocok harus ditambahkan untuk menyediakan jenis bakteri yang diperlukan dan pengaturan kondisi lingkungan yang memadai untuk pertumbuhan dan aktivitasnya. Cara yang terbaik untuk mencegah pertumbuhan organisme yang tidak dikehendaki adalah dengan menambahkan cuka yang kuat yang belum dipasteurisasikan kedalam sari buah yang diperoleh sesudah fermentasi alkohol selesai atau menginokulasikan cuka yang penuh dengan bakteri asam cuka pada sari buah beralkohol (Desrosier, 1988). Kecepatan perubahan alkohol menjadi asam asetat tergantung pada aktivitas organisme, jumlah alkohol yang ada, suhu dan luas area permukaan per satuan volume. Cider keras

yang mengandung alkohol 6 sampai 8 % dapat menyebabkan fermentasi asam asetat terjadi sangat cepat.

Menurut Aldia,dkk ,interaksi lama fermentasi dan konsentrasi inokulum *Acetobacter Aceti* berpengaruh terhadap kadar asam asetat vinegar murbei. Semakin tinggi konsentrasi *Acetobacter Aceti* yang ditambahkan kedalam vinegar murbei , maka semakin banyak asam aseta yang dihasilkan.

Menurut Dian,dkk(2018),vaitas apel yang baik untuk pembuatan cuka apel adalah rome beauty pada fermentasi yang ke 21 hari kadar asam asetatnya 3,95 % dengan penambahan *Acetobacter Aceti* sebanyak 5 %. Proses fermentasi pembentukan asam cuka (proses asetifikasi) optimum berlangsung selama 11 hari , yang mana terjadi peningkatan asam asetat mulai hari ke 1 sampai hari ke 11 dengan kasar asam asetat mencapai 6 % dan mulai menurun pada hari ke 12 (Hardoyono, 2007).

Dessi , dkk,(2008), menunjukkan bahwa dalam proses fermentasi asam asetat pada apel manalagi dan Rhome Beauty dengan penambahan jumlah stater campuran *Acetobacter Aceti pasteurianus* dan *acetobacter Aceti JCM 7640* 1:2 sebayak 20% dengan jumlah sel mikroba 10^7 CFU/ml mengalami kenaikan dari padahari ke 7 menjadi 10^8 CFU/ml dan dikuti kenaikan jumlah asam asetatnya tertinggi sebesar 3,11 pada apel Rhome Beauty.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cuka Apel

Cuka adalah suatu kondimen yang dibuat dari berbagai bahan yang beregula atau berpati melalui fermentasi alkohol yang diikuti dengan fermentasi asetat. Produk ini merupakan suatu larutan asam asetat dalam air yang mengandung cita rasa, zat warna dan substansi yang terekstrak, asam buah, ester-ester, garam-garam organik dari buah , yang berbeda-beda sesuai dengan asalnya (bahan bakunya). Cuka dapat dihasilkan dari sari buah aneka buah-buahan , seperti misalnya buah apel, anggur, pir dll. Cuka paling sedikit mengandung 4 gram asam asetat per 100 ml (Desrosier, 1988).

Menurut Wong C,2007dalam Moh. Baswan ,2009 ,*apple cidervinegar* adalah sejenis *vinegar* buatan hasil dari fermentasi *cider apple*. Selama proses ini, gula di dalam minuman dari buah apel di olah oleh ragi menjadi alkohol dan alkohol diolah lagi oleh bakteri membentuk cuka.

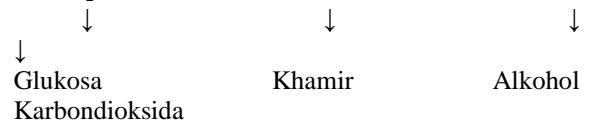
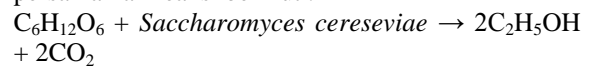
2.2 Fermentasi Cuka Apel

Fermentasi merupakan suatu proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik, yaitu tanpa melibatkan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi adalah karbohidrat ,sedangkan asam amino hanya dapat difermentasi oleh beberapa jenis bakteeri saja (Fardiaz, 1994).).

Dalam produksi cuka buah melalui 2 tahap fermentasi yaitu :

1. Fermentasi alkohol

Menurut Frazier, dkk, (1988) dalam Moh. Baswan ,2009 , fermentasi alkohol merupakan suatu reaksi pengubahan glukosa menjadi etanol dan karbon dioksida. Mikroorganisme yang berperan dalam proses ini adalah *Saccharomyces cerevisiae Hansen* var *ellipsoideus* (Hansen) Deeker yang mempunyai kemampuan yang cukup tinggi untuk memproduksi alkohol. Menurut Frazier, dkk ,secara singkat glukosa membentuk alkohol menurut persamaan reaksi berikut :



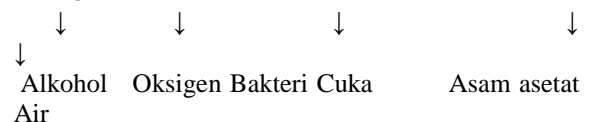
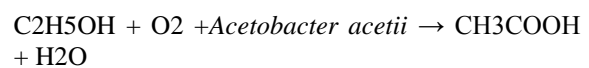
Pada proses fermentasi dengan menggunakan khamir digunakan untuk menghasilkan alkohol dan proses ini berlangsung anaerob. Selama proses fermentasi alkohol berlangsung ipengaruhi oleh sumber Oksigen, pH subrrat, CO₂, C , mineral dan suhu (Kunke dan Amerin , 1970). *Saccharomyces cereseviae* dapat hidup dengan optimal pada kondisi lingkungan cukup oksigen dan akan melakukan respirasi biasa. Apabila *Saccharomyces cereseviae* terdapat pada lingkungan yang kurang oksigen akan melakukan proses fermentasi .

Ragi dapat tumbuh optimum dan sangat efisien dalam fermentasi alkohol pada suhu 28 – 30°C dan pH 3,5 – 6 ,0 (Kosaric dkk, 1988).

2. Fermentasi Asam Cuka (Asam Asetat)

Fermentasi asam asetat berlangsung secara aerob dengan bantuan bakteri asam asetat yaitu *Acetobacter Aceti* dan menghasilkan asam asetat. Dalam proses fermentasi substrat alkohol yang akan dirombak menjadi asam asetat pada kondisi lingkungan diberi cukup oksigen .

Proses fermentasi tersebut merupakan proses oksidasi dengan persamaan reaksi sbb :



Proses oksidasi alkohol tersebut dapat terhambat jika kandungan alkohol tinggi (14 – 15 %) , yang mana dapat menghambat metabolisme bakteri asam asetat *Acetobacter Aceti* (Frazier dkk, 1988).

2.3. Faktor – faktor yang mempengaruhi produksi cuka fermentasi

1. Jenis dan kualitas substrat fermentasi
Cuka fermentasi dapat dibuat dari berbagai macam substrat yang dapat menghasilkan alkohol melalui proses fermentasi. Buah-buahan, madu, molase, sereal dan umbi-umbian adalah beberapa contoh substrat untuk fermentasi cuka. Pada dasarnya semua substansi yang digunakan harus mengandung paling sedikit 8% gula atau bahkan lebih, air serta nutrient untuk pertumbuhan bakteri.
2. pH awal Subatrat
pH awal substrat yang baik untuk pertumbuhan bakteri asam asetat 3.0 – 4.0
3. Suhu
Pertumbuhan bakteri yang cepat dan produksi asam asetat yang optimum berlangsung pada suhu 15 - 34°C. Hasil penelitian Maceda dan Palo diketahui bahwa pada suhu 35°C terjadi penurunan produksi asam asetat. Pada suhu 40°C pertumbuhan bakteri asam asetat terhambat dan hanya sejumlah kecil asam asetat yang terbentuk.
4. Oksigen
Proses oksidasi etanol menjadi asam asetat sangat tergantung pada tersedianya oksigen, yang berfungsi sebagai akseptor hydrogen dalam proses tersebut. Jika pemberian oksigen atau aerasi berlebihan maka akan terjadi oksidasi lanjut terhadap asam asetat.
5. Konsentrasi Alkohol
Konsentrasi alkohol dalam substrat sangat mempengaruhi fermentasi cuka. Konsentrasi alkohol 11-13% adalah konsentrasi optimum untuk fermentasi cuka. Jika konsentrasi alkohol mencapai 14% atau lebih, maka produksi asam asetat tidak berlangsung secara sempurna
6. Konsentrasi Gula
Untuk menghasilkan konsentrasi alkohol yang baik bagi produksi asam cuka dibutuhkan konsentrasi gula sekitar 16-18%. Konsentrasi itu merupakan konsentrasi yang baik untuk mendapatkan produk alkohol yang optimum bagi pembuatan asam cuka.

2.4. Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi pembuatan cuka apel

1. *Saccharomyces Cerevisiae*

Morfologi *Saccharomyces Cerevisiae* bersel tunggal, kadang-kadang berpasangan, membentuk rantai pendek atau pseudomycelium. Selnya bulat, semi bulat, bulat memanjang, silindris, oval dan elips.

Untuk pertumbuhannya, *saccharomyces cerevisiae* membutuhkan pH dan suhu yang sesuai, sumber karbon, nitrogen, beberapa mineral, vitamin dan beberapa faktor pertumbuhan lainnya. Ragi ini dapat

tumbuh pada kisaran pH 2,8 – 8,9 dengan pH optimumnya 3,5 – 6,0. Suhu pertumbuhan maksimum 35 - 37°C, suhu optimumnya 28 - 30°C dan suhu minimumnya 9 - 11°C. bakteri ini dapat tumbuh secara aerob dan anaerob pada substrat yang mengandung senyawa-senyawa gula seperti glukosa, galaktosa, manosa, fruktosa dll. *Saccharomyces Cerevisiae* ini mampu tumbuh pada konsentrasi gula tinggi karena memiliki sifat sakarofilik.

2. *Acetobacter Aceti*

Bakteri ini bersifat obligat aerob. Etanol dioksidasi menjadi asam asetat dan asam laktat dioksidasi menjadi CO₂ dan H₂O. bila dioksidasi berlanjut. Suhu optimum pertumbuhannya 30°C, pH optimumnya 5.4 – 6.3 dan pH 4.0 – 4.5 masih terdapat pertumbuhan, sedangkan pertumbuhannya lemah pada pH 7.0 – 8.0

Acetobacter lebih menyukai substrat beralkohol daripada gula. Sumber C (karbon) terbaik untuk pertumbuhan adalah etanol, gliserol dan asam laktat.

2.5 Fermentor

Fermentor adalah suatu alat yang digunakan untuk menjalankan suatu proses fermentasi. Fermentor ini dilengkapi dengan peralatan mekanik dan elektrik, bahkan beberapa diantaranya dilengkapi dengan system control yang berguna untuk mengontrol faktor-faktor atau variable yang berpengaruh terhadap tujuan akhir fermentasi dalam hubungannya dengan pertumbuhan mikrobia. Variable yang dimaksud adalah pH, suhu, oksigen terlarut, kekeruhan media, buih yang terbentuk, dan lain-lain.

Beberapa variable yang dapat dikontrol dalam penggunaan fermentor ini, yaitu

1. pH
2. Suhu
3. Oksigen terlarut, putaran pengaduk (agitator) dan aliran udara
4. Kekeruhan (turbidity, optical density)
5. Buih (foam)

Satu hal yang merupakan kekeruhan daripada alat fermentor ini adalah sterilisasinya yang tidak dapat dilakukan ditempat. Dalam hal ini bejana fermentor harus dilepas dan disterilkan dengan cara dimasukkan kedalam retort setelah diisi dengan medis yang bersangkutan.

III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan konsentrasi *acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 dan

lama fermentasi pada pembuatan cuka buah apel Rhome Beauty terbaik sehingga dapat menghasilkan kualitas cuka buah sesuai SNI.

2. Untuk mengetahui efektifitas penambahan konsentrasi *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 dalam pembuatan cuka apel Rhome Beauty
3. Membuat standart operasional prosedur (SOP) Pembuatan Cuka Buah apel Rhome Beauty

3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Deversifikasi olahan apel Rhome Beauty dalam bentuk cuka buah (Vinegar).
2. Memperpanjang umur simpan apel Rhome Beauty dalam bentuk cuka buah (Vinegar)dan untuk meningkatkan nilai ekonomi dari apel Rhome Beauty.
3. Memberi informasi tentang perkembangan pembuatan cuka buah.

IV. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian diskriptif dengan tujuan mendapatkan gambaran yang akurat terhadap sejumlah masalah yang diteliti (Suyanto, 2011).

Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) menggunakan 2 faktor dengan masing – masing menggunakan 3 taraf, diperoleh 9 unit perlakuan dengan ulangan 2 kali.Faktor A : Jumlah Mikroba *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 (20 % , 22,5 % dan 25 %) dan Faktor : Lama Fermentasi (5 hari , 6 hari dan 7 hari)

V. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian yang dilakukan dengan pengamatan hasil pengujian kadar asam asetat, kadar gula , jumlah mikroba *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283, kadar alkohol dan pH cuka Apel Rhome Beauty. Produk utama dalam penelitian ini adalah cuka apel rome beauty , yang mana asam asetat merupakan komposisi yang paling dominan yang terkandung dalam vinegar (Wahyu,1984). Pemanenan cuka apel pada penelitian ini dilakukan pada hari ke 5, hari ke 6 dan hari ke 7.

TABEL 1. HASIL PENGUJIAN JUMLAH BAKTERI
ACETOBACTER ACETI BEIJERINCK IFO 3283

No	Faktor A	Faktor B		
		5 hari	6 hari	7 hari
		Jumlah Mikroba <i>Acetobacter Aceti</i> Beijerinck IFO 3283 (cfu/ml)		
1	<i>Acetobacter aceti</i> Beijerinck IFO 3283 20%	2,67 x 10 ⁷	6,50 x 10 ⁷	7,60 x 10 ⁷
2	<i>Acetobacter aceti</i> Beijerinck IFO3283 22,5%	6,65 x 10 ⁷	8,20 x 10 ⁷	1,50 x 10 ⁸
3	<i>Acetobacter aceti</i> Beijerinck IFO 328325%	2,20 x 10 ⁸	1,60 x 10 ⁸	1,10 x 10 ⁸

Perhitungan terhadap total bakteri *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 dilakukan setelah 5 hari , 6 hari dan 7 hari fermentasi cuka apel Rhome beauty. Berdasarkan gambar 1 interaksi antara konsentrasi stater bakteri *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 (A) dengan lama fermentasi (B) berpengaruh terhadap jumlah mikroba yang terkandung pada cuka buah apel Rhome beauty. Pada tabel 1 menunjukkan bahwa total bakteri *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 mengalami peningkatan jumlah sampai dengan 10⁷ atau 10⁸ pada semua perlakuan dari sebelum fermentasi cuka apel Rhome beauty berlangsung yaitu 10⁶. Konsentrasi stater atau inokulum bakteri *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 juga sangat penting terhadap proses asetifikasi, dimana bakteri *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 ini berperan merombak alkohol menjadi asam asetat. Adanya peningkatan jumlah bakteri tersebut menunjukkan bahwa terjadi aktifitas yang dilakukan oleh bakteri *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 dan juga menunjukkan bahwa sejauhmana pertumbuhan bakteri *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 dalam substrat fermentasi cuka yang dipengaruhi beberapa faktor salah satunya adalah ketersediaan nutrisi (dalam fermentsi cuka substratnya adalah alhohol). Hal ini sesuai dengan pernyataan Arbianto (1974) bahwa jumlah populasi mikroflora berkurang dalam suatu fermentasi apabila sumber nutrisinya juga berkurang pada substrat fermentasi. Selain itu juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti pH, substrat dan inhibitor (alkohol, asam sitrat dan asam propionat).

TABEL 2. HASIL PENGUJIAN KADAR ALKOHOL

No	Faktor A	Faktor B		
		5 hari	6 hari	7 hari
		Kadar Alkohol (%)		
1	<i>Acetobacter aceti</i> Beijerinck IFO 3283 20%	9,0	8,0	7,0
2	<i>Acetobacter aceti</i> Beijerinck IFO3283 22,5%	5,5	5,0	5,0
3	<i>Acetobacter aceti</i> Beijerinck IFO 3283 25%	2,5	2,5	2,5

Kadar alkohol awal sebelum fermentasi asam asetat dari semua perlakuan pada penelitian ini rata-rata 10,44 % . Dengan kadar alkohol 10,44% masih termasuk dalam konsentrasi optimal (10-13 %) bagi bakteri *Acetobacter aceti* Beijerinck IFO 3283 untuk merombak alkohol menjadi asam asetat dalam proses fermentasi asam asetat dan diharapkan menghasilkan kadar asam asetat yang sesuai dengan standart, menurut SNI – 4371 – 1996 dan Desrosier (1988) untuk vinegar (cuka buah) minimal mengandung kadar asam asetat 4 % . Menurut Waluyo (1984) untuk melakukan asetifikasi kadar alkohol yang diperlukan adalah 10-13% , Jika kadar alkohol terlalu banyak (lebih dari 14-15%) akan menghambat pertumbuhan bakteri *Acetobacter*

aceti dan jika kadar alkohol terlalu rendah, maka asam asetat yang terbentuk akan sedikit dan sebagian akan hilang sebagai ester atau teroksidasi menjadi CO₂.

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 2 bahwa alkohol yang masih terkandung dalam cuka apel rhome beauty pada perlakuan penambahan konsentrasi *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* 25 % dan lama waktu fermentasi 6 dan hari ke 7 hari menunjukkan hasil yang paling rendah yaitu 2,5 %. Dan pada gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* yang ditambahkan, maka kadar alkohol yang dihasilkan semakin kecil. Penurunan kadar alkohol setelah fermentasi disebabkan karena alkohol digunakan oleh *Acetobacter aceti* sebagai sumber energi untuk menghasilkkan asam asetat serta CO₂. Hal ini menunjukkan bahwa substrat alkohol sebagian besar dirombak oleh *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* menjadi asam asetat dan sisanya menjadi alkohol sisa karena alkohol merupakan medium bakteri asam asetat untuk hidup dan mengubah alkohol menjadi asam asetat (Daulay, 1992).

TABEL 3. HASIL PENGUJIAN KADAR ASAM ASETAT

No	Faktor B	Kadar Asam Asetat (%)		
		5 hari	6 hari	7 hari
	Faktor A			
1	<i>Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283</i> 20%	2,575	2,939	3,649
2	<i>Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283</i> 22,5%	3,260	3,867	3,868
3	<i>Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283</i> 25%	4,683	4,683	4,681

Berdasarkan tabel 3. menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi stater bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* (A) dengan lama fermentasi (B) berpengaruh terhadap kandungan asam asetat yang dihasilkan pada cuka buah apel Rhome beauty dengan penambahan konsentrasi stater bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* yang semakin yang semaki tinggi maka asam asetat yang dihasilkan akan semakin banyak. Menurut Hardoyo (2007) peningkatan kadar asam asetat disebabkan karena faktor konsentrasi starter bakteri *Acetobacter aceti* yang ditambahkan bahan baku dan suhu fermentasi. Semakin banyak starter bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* yang ditambahkan maka alkohol yang dirombaknya pun akan semakin banyak dan akan menghasilkan asam asetat yang tinggi. Produksi asam asetat akan mencapai puncaknya setelah 5 – 6 hari fermentasi kemudian akan mengalami penurunan (Wood dan Lass, 1985). Hal ini bisa dilihat pada gambar 5 yang menunjukkan bahwa produksi asam asetat tertinggi pada fermentasi hari ke 5 dengan penambahan konsentrasi starter bakteri *Acetobacter*

aceti Beijerinck IFO 3283 25 % yaitu 4,683 %. Setelah fermentasi dalam penyimpanan tempat harus ditutup dengan baik dan menghindari masuknya udara, karena jika terkontaminasi dengan udara maka bakteri asam asetat akan merombak asam aetat menjadi CO₂ dan air (Waluyo, 1984). Kadar asam asetat terendah pada perlakuan penambahan starter bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* 20 % dengan lama fermentasi 5 hari yaitu 2,5755. Kadar asam asetat yang dihasilkan rendah, karena sedikitnya jumlah bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* yang mengubah alkohol menjadi asam asetat. 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 CO₂ dan H₂O. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kwartiningsih dan Nuning (2005), bahwa kadar asam asetat mengalami penurunan, disebabkan karena asam asetat teroksidasi atau terombak oleh oksigen dari udara menjadi CO₂ dan H₂O

TABEL 4. HASIL PENGUJIAN pH

No	Faktor A	Faktor B		
		5 hari	6 hari	7 hari
		pH		
1	<i>Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283</i> 20%	3,10	3,10	3,09
2	<i>Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283</i> 22,5%	2,83	2,83	2,80
3	<i>Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283</i> 25%	2,8	2,8	2,8

Pada tabel 4 menunjukkan bahwa pH tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi stater bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* 20% dengan lama fermentasi 5 hari yaitu 3,1 sedang pH terendah pada perlakuan konsentrasi stater bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* 25% dengan lama fermentasi 5 hari yaitu 2,80. pH awal sebelum fermentasi asam asetat adalah 4 dan pH akhir rata-rata dari cuka apel Rhome Beauty adalah 2,9. Ada beberapa yang berpengaruh pada fermentasi asam asetat sirkulasi udara yang baik sehingga asam asetat yang dihasilkan mencapai maksimal karena tersedianya O₂ yang banyak, kejernihan cairan fermentasi juga mempengaruhi keberhasilan fermentasi asam asetat yaitu bila terdapat endapan proses fermentasi akan terganggu dan peluang kontaminasi besar. Terjadinya perubahan pH pada perlakuan menunjukkan adanya perombakan alkohol membentuk asam asetat yang menyebabkan pH larutan menurun. Perubahan keasaman media merupakan salah satu indikator aktivitas metabolisme yang sudah mulai memproduksi senyawa asam seperti asam asetat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Waluyo (1984) bahwa pH akan berubah sesuai dengan terbentuknya

beberapa senyawa asam, termasuk asam asetat yang merupakan komponen dominan dari vinegar. Singleton (1988) menambahkan bahwa penurunan pH merupakan salah satu akibat dari proses fermentasi yang terjadi karena adanya akumulasi asam. Penurunan nilai pH seiring dengan peningkatan jumlah asam asetat. Nilai pH turun diduga karena bertambahnya konsentrasi asam asetat selama proses fermentasi berlangsung. Nilai pH yang berubah akan memberi pengaruh yang berlawanan terhadap kadar asam asetat, jika kadar asam asetat tinggi maka nilai pH akan rendah dan sebaliknya jika kadar asam asetat rendah maka nilai pH akan tinggi. Dan menurut Naidu, 2000 dalam Zubaidah 2010, asam asetat yang terlarut akan berdisosiasi untuk melepaskan proton-proton bebas yang akan menurunkan pH larutan.

TABEL 5. HASIL PENGUJIAN KADAR GULA

No	Faktor A	Faktor B		
		5 hari	6 hari	7 hari
		Kadar Gula (%)		
1	<i>Acetobacter aceti</i> <i>Beijerinck IFO 3283</i> 20%	9,0	8,0	7,5
2	<i>Acetobacter aceti</i> <i>Beijerinck IFO3283</i> 22,5%	7,3	7,1	7,1
3	<i>Acetobacter aceti</i> <i>Beijerinck IFO 328325%</i>	7,0	7,0	7,0

Pada tabel 5 menunjukkan bahwa pengukuran terhadap kadar gula dilakukan 5 hari, 6 hari dan 7 hari fermentasi cuka berlangsung. Terlihat bahwa didalam cuka apel masih terdapat gula dengan kadar yang berbeda. Pada gambar 5 menunjukkan bahwa dengan penambahan konsentrasi starter bakteri *Acetobacter aceti* *Beijerinck IFO 3283* yang semakin tinggi kedalam cuka apel Rome beauty, maka kadar gulanya semakin turun. Hal ini menjelaskan bahwa berkurangnya kadar gula yang akan terjadi sampai akhir fermentasi. Dan ini sesuai dengan pernyataan Susanto, dkk (2000), kadar gula yang tersisa menunjukkan semakin banyak gula yang digunakan sehingga proses fermentasi berlangsung sempurna. Gula merupakan media untuk pertumbuhan mikroba, sehingga semakin tinggi konsentrasi gulanya maka kinerja bakteri untuk merobak gula menjadi alkoholpun semakin besar, sehingga alkohol yang dihasilkan tinggi dan semakin banyak alkohol yang dihasilkan maka akan semakin banyak asam asetat yang dihasilkan. Turunnya kadar gula pada proses fermentasi asam asetat pada penelitian ini menunjukkan bahwa masih ada aktifitas mikroba. Kadar gula terendah pada perlakuan penambahan starter bakteri *Acetobacter aceti* *Beijerinck IFO 3283* 25% dengan lama fermentasi 5%, 6% dan 7% hari yaitu 7,0%. Perbedaan kadar gula disebabkan lama fermentasi dan juga substrat yang tersedia selama proses fermentasi sehingga aktivitas mikroba untuk menguraikan pati menjadi gula akan berbeda.

Menurut Rahman 1992 dalam Zubaidah, 2010, pada fermentasi asam asetat, sumber karbon (glukosa) dioksidasi menjadi CO₂ dan H₂O.

Tabel 6. Standart Mutu Cuka Fermentasi Menurut SNI 01 – 4371 – 1996

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan	Hasil Teerbaik A3B1	Keterangan
1	Keadaan				
	-Bau	-	Khas	Khas	Memenuhi
	-Rasa	-	Khas	Khas	Memenuhi
	-Warna	-	Normal	Normal	Memenuhi
2	Total asam	gr/100ml	Min.4	4,683	Memenuhi
3	Sisa alkohol	% v/v	Maks.1	2,5	Belum Memenuhi
4	Padatan terlarut (diluarpemabahan gula dan garam)	%b/b	Min.1		
5	Total gula	%	Min. 0,05	7,0	Memenuhi
6	NaCl	%	Min. 0,1		
7	Bahan tambahan makanan	Sesuai dgn SNI 010222-1995			
	-Pewarna makanan				
	-Pengawet (SO ₂)				
8	Cemaran Logam				
	-Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,2	0,0	Memenuhi
	-Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2,0	0,0	Memenuhi
	-Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 2,0	0,0	Memenuhi
	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1	0,0	Memenuhi
10	Cemaran Mikroba				
	-Angka lempeng total	Kol/ml	Maks. 2,0 x10 ²	4,6 x10 ¹	Memenuhi
	-Bakteri Koliform	APM/ml	Maks. 20	< 3,0	Memenuhi
	-Escherichia coli	APM/ml	< 3	0	Memenuhi
	-Salmonella /25 ml		Negatif	Negatif	Memenuhi
	-Staphylococcus aureus	Kol/ml	0	0	Memenuhi
	-Vibrio sp		Negatif		
-Kapang	Kol/ml	Maks. 50	0	Memenuhi	
-Khamir	Kol/ml	Maks. 50	8	Memenuhi	

Sumber : Departemen Perindustrian republik Indonesia. Jakarta

TABEL 6. HASIL PERHITUNGAN EFEKTIVITAS

No	Faktor A	Faktor B		
		5 hari	6 hari	7 hari
		pH		
1	<i>Acetobacter aceti</i> <i>Beijerinck IFO 3283</i> 20%	0,827	0,945	1,173
2	<i>Acetobacter aceti</i> <i>Beijerinck IFO3283</i> 22,5%	1,048	1,243	1,243
3	<i>Acetobacter aceti</i> <i>Beijerinck IFO 328325%</i>	1,505	1,505	1,505

Asam asetat merupakan komponen dominan yang terkandung dalam cuka buah atau vinegar (Waluyo, 1984). Dari hasil penelitian ini kombinasi perlakuan A yaitu konsentrasi starter bakteri *Acetobacter aceti* *Beijerinck IFO 3283* apel Rhome Beauty (20%, 22,5% dan 25%) dengan

perlakuan B yaitu lama fermentasi (5 hari, 6 hari dan 7 hari) yang menghasilkan kadar asam asetat sesuai standart SNI minimal 4 % yaitu perlakuan konsentrasi stater bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 328325* % dengan lama fermentasi 5,6 dan 7 hari dengan kadar asam asetat 4,683% . Menurut Dessi C ,dkk (2008) pada pembuatan cuka apel Rhome Beauty produksi asam asetat tertinggi 3,11% dicapai pada hari ke 7 dari perlakuan konsentrasi stater 20 % yang merupakan campuran antara bakteri *Acetobacter aceti* JCM 7640 dengan *Acetobacter pasteurianus* INT-7.

Hasil perhitungan efektivitas pembuatan cuka apel dilihat dari jumlah kadar asam asetat yang dihasilkan seperti tabel 4.6 dengan kombinasi perlakuan A yaitu konsentrasi stater bakteri *Acetobacter aceti* apel Rhome Beauty (20 %, 22,5 % dan 25 %) dengan perlakuan B yaitu lama fermentasi (5 hari, 6 hari dan 7 hari) menunjukkan bahwa dari 9 perlakuan ada 2 perlakuan yang tidak efektif karena dari hasil perhitungan diperoleh dibawah 1 yaitu perlakuan konsentrasi stater bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* apel Rhome Beauty 20 %, dengan perlakuan B yaitu lama fermentasi 5 hari dengan nilai efektivitasnya 0,827 dan konsentrasi stater bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* apel Rhome Beauty 20 %, dengan perlakuan B yaitu lama fermentasi 6 hari dengan nilai efektivitasnya 0,945. Sedangkan yang 7 perlakuan bisa dikatakan efektif karena nilai efektivitasnya lebih besar 1. Dilihat dari kadar asam asetat yang dihasilkan dengan lama fermentasi yang digunakan maka yang paling efektif dari hasil penelitian pembuatan cuka apel Rhome Beauty adalah perlakuan konsentrasi stater bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* 25 % dengan lama fermentasi 5 hari dengan nilai efektivitas 1,505.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsentrasi stater / inokulum bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* yang ditambahkan berpengaruh terhadap jumlah bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283*, kadar alkohol, kadar asam asetat, pH dan kadar gula cuka apel Rhome Beauty.
2. Lama fermentasi cuka berpengaruh terhadap jumlah bakteri bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283*, kadar alkohol, kadar asam asetat, pH dan kadar gula cuka apel Rhome Beauty.
3. Interaksi antara Konsentrasi stater / inokulum bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* yang ditambahkan

dengan Lama fermentasi cuka apel berpengaruh terhadap jumlah bakteri bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* , kadar alkohol, kadar asam asetat, pH dan kadar gula cuka apel Rhome Beauty.

4. Berdasarkan pengujian kadar asam asetat (4,683 %) dengan lama fermentasi cuka 5 hari dan konsentrasi stater / inokulum *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 328325* % dapat disimpulkan kadar asam asetat cuka apel Rhome Beauty, memenuhi syarat SNI cuka fermentasi .
5. Pembuatan cuka apel Rome Beauty dengan alat fermentor eppedoff tipe New Brunswick Bioflo / Celligen 115 dengan konsentrasi stater / inokulum *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 328325* % dapat mempersingkat / mempercepat lama fermentasi cuka apel Rhome Beauty menjadi 5 hari .
6. Dilihat dari kadar asam asetat yang dihasilkan dengan lama fermentasi yang digunakan maka yang paling efektif dari hasil penelitian pembuatan cuka apel Rhome Beauty adalah perlakuan konsentrasi stater bakteri *Acetobacter aceti Beijerinck IFO 3283* 25 % dengan lama fermentasi 5 hari dengan nilai efektivitas 1,505.

6.2. Saran

Penelitian Optimalisasi Lama Fermentasi Dengan Penambahan Konsentrasi *Acetobacter Aceti Beijerinck IFO 3283* pada Pembuatan Cuka Buah Apel Rhome Beauty Menggunakan Alat Fermentor dalam rangka untuk mendukung kegiatan praktikum dapat disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kadar alkohol agar tercapai kualitas cuka apel sesuai standart SNI dan penentuan umur simpan (kadaluarsa) cuka apel .

6.3. Ucapan Terima Kasih

Kami sampaikan ucapan terima kasih kepada Direktur Politeknik Negeri Jember, Ketua Jurusan Teknologi Pertanian , Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M), Ketua laboratorium Analisis Pangan, Ketua Laboratorium Pengolahan Pangan, Tim Penguji, Civitas Akademika Politeknik Negeri Jember serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aldia J,dkk . Pengaruh Konsentrasi Inokulum *Acetobacter Aceti* Dan Lama Fdrmentasi terhadap Karakteristik Vinegar Murbei (*Morus Alba*). Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik , Universitas Pasundan, Bandung.

- [2] Badan Standarisasi Nasional (BSN), 1996. SNI 01-4371-1996. Cuka Fermentasi. Departemen Perindustrian Republik Indonesia. Jakarta
- [3] Buckle, K. A. Edwards, R.A, Fleet, G.H. and Wooton, M. 1985. *Imu Pangan*. Jakarta. UI-Press
- [4] Desrosier, N.W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan dan Gizi*, Penerbitan Universitas Indonesia, Jakarta.
- [5] Dessi Caturyanti et al, 2008. Pengaruh Varietas Apel Dan Campuran Bakteri Asam Asetat terhadap Proses Fermentasi Cider. *Agritech*, Vol. 28, No. 2 Mei 2008. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Mercu Buana, Yogyakarta.
- [6] Dian Nurhayati ,dkk ,2018. Optimalisasi alat Fermentor Pada Lama Fermentasi Cuka Apel. *Seminar Nasional Hasil penelitian Dan Pengabdian Masyarakat 2018*. ISBN : 978-602-149170-6-8. Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Jember.
- [7] Daulay, 1999. Kajian Perbedaan Kondisi Fermentasi dan Konsentrasi Inokulum pada Pembuatan Cuka Salak. Fakultas Teknologi Pertanian . Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Brawijaya , Malang.
- [8] Fardiaz, Winarno, 1994. *Biofermentasi Dan Biosintesa Protein*. Angkasa Bandung.
- [9] Hardoyono, 2007. *Kondisi Optimum Fermentasi Asam Asetat Menggunakan Acetobacter aceti*. Balai Besar Teknologi Pati. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Lampung.
- [10] Kwartiningsih, E. dan S.M. Nuning. 2005. *Fermentasi Sari Buah Nanas Menjadi Vinegar*. <http://si.uns.ac.id/profil/upload/publikasi>.
- [11] Moh. Baswan De Gorie, 2009. *Pembuatan Cuka apel Fuji (Malus Fuji) Menggunakan Saccharomyces Dan Acetobacter Aceti*. Fakultas Teknik .Universitas Indonesia, Depok.
- [12] Nurismanto R, Mulyani T dan Tyas, 2014. *Pembuatan Asam Cuka Pisang Kepok (Musaparadisiaca L) Dengan Kajian Lama Fermentasi Dan Konsentrasi Inokulum (Acetobacter Aceti)*. *Jurnal Reka Pangan* , Vol 8 & N0.2 Desember 2014.
- [13] Perry, (1999). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. Amerika : Mc Graw -Hill
- [14] Soelarso, B. (1997). *Budidaya Apel*. Kanisius. Yogyakarta.
- [15] Susanto, T.R. Adhitia dan Yunianta, 2000. *Pembuatan Nata de Pina dari Kulit Nanas . Kajian dari sumber Karbon dan Pengenceran Medium Fermentasi*. *Jurnal Teknologi Pertanian 1 (2) :58 – 66*.
- [16] Waluyo, S. 1984. *Beberapa Aspek Tentang Pengolahan Vinegar*, Dewa Ruci Press. Jakarta
- [17] Wong, C. (2007, Desember 28). *Apple Cider Vinegar*. Maret 5, 2008. <http://almedia.about.com/od/applecidervinegar/a/1>
- [18] Wood dan Lass, 1985. *Jurnal Martiana Andriani "Studi Kinetika Fermentasi Pada Teh Kambucha"*. Fakultas Teknologi Pertanian . Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Brawijaya , Malang.
- [19] Zubaidah, Elok, 2010. *Kajian Perbedaan Kondisi Fermentasi Alkohol dan Konsentrasi Inokulum Pembuatan Cuka Salak (Salacczalacca)*. Universitas Brawijaya : Malang. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol.11 No.2.