

PEMBUATAN CUKA BUAH MANGGA MENGGUNAKAN
Acetobacter aceti DAN *Saccharomyces cerevisiae*

AYU HAFIDZAH
G311 14 305



PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021

**PEMBUATAN CUKA BUAH MANGGA MENGGUNAKAN
Acetobacter aceti DAN *Saccharomyces cerevisiae***



**Ayu Hafidzah
G311 14 305**

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian
pada
Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan
Departemen Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
PEMBUATAN CUKA BUAH MANGGA MENGGUNAKAN
Acetobacter aceti DAN *Saccharomyces cerevisiae*

Disusun dan diajukan oleh

AYU HAFIDZAH
G311 14 305

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
pada tanggal 31 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

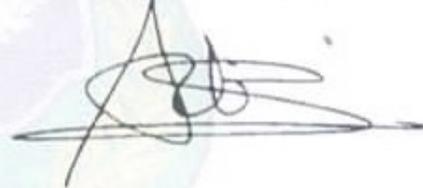
Menyetujui

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Amran Laga, MS
NIP. 19621231 198803 1 020

Pembimbing Pendamping



Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si
NIP. 19770527 200312 1 001

Ketua Program Studi



Echruadi Bastran, S.TP., M.Si., Ph.D
NIP. 19820205 200604 1 002

Tanggal Lulus : 31 Juli 2021

Deklarasi

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Pembuatan Cuka Buah Mangga Menggunakan *Acetobacter aceti* dan *Saccharomyces cerevisiae*” benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka

Makassar, Agustus 2021



Ayu Hafidzah
G311 14 305

ABSTRAK

AYU HAFIDZAH (G311 14 305). Pembuatan Cuka Buah Mangga Menggunakan *Acetobacter aceti* dan *Saccharomyces cerevisiae*. AMRAN LAGA dan ADIANSYAH SYARIFUDDIN.

Latar belakang Mangga merupakan salah satu jenis buah klimakterik yang dapat terus melakukan respirasi setelah pemanenan yang bersamaan dengan pemasakan (*ripening*), disertai perubahan warna, rasa, aroma, dan tekstur yang mencolok. Oleh karena itu, mangga yang telah masak tidak dapat disimpan lama pada suhu ruang, sehingga perlu dilakukan rekayasa produk pangan agar mangga memiliki umur simpan yang panjang dan bernilai sebagai produk olahan. Salah satunya adalah pembuatan cuka buah mangga. **Tujuan** dari penelitian ini adalah untuk mengetahui metode pembuatan cuka buah mangga, untuk mengetahui komposisi jumlah inokulum *Saccharomyces cerevisiae* dan *Acetobacter aceti* yang dibutuhkan untuk menghasilkan cuka buah, dan untuk mengetahui komposisi jumlah gula yang dibutuhkan untuk menghasilkan cuka buah. Parameter pengamatan yang dilakukan yakni pengujian total asam, pengujian kadar etanol, pengujian pH, dan perhitungan jumlah sel metode *Hemocytometer*. **Metode** Fermentasi yang dilakukan dalam penelitian ini terbagi atas dua tahap, yakni fermentasi alkohol dan fermentasi asam asetat. Fermentasi alkohol dilakukan selama 10 hari, dan fermentasi asam asetat dilakukan selama 5 hari. Data yang didapatkan akan dianalisa sidik ragamnya menggunakan aplikasi SPSS. **Hasil** yang didapatkan adalah asam asetat yang diperoleh semua sampel tidak memenuhi standar nasional Indonesia yakni 4-12% sehingga perlu diperhatikan lama waktu fermentasi. **Kesimpulan** inokulum *Saccharomyces cerevisiae* dan *Acetobacter aceti* sebanyak 2% pada sampel sudah cukup untuk memproduksi cuka mangga dari segi parameter derajat keasaman (pH), sedangkan konsentrasi gula sebanyak 10% dari segi parameter derajat keasaman (pH) dan jumlah sel mampu menghasilkan namun lama waktu fermentasi harus dilakukan lebih lama agar mikroba dapat tumbuh optimal dan menghasilkan asam asetat berkualitas baik.

Kata Kunci: *Acetobacter aceti*, Cuka, Mangga, *Saccharomyces cerevisiae*,

ABSTRACT

AYU HAFIDZAH (G311 14 305). Production of Mango Vinegar using *Acetobacter aceti* and *Saccharomyces cerevisiae*. Supervised by AMRAN LAGA and Adiansyah

Background Mango is one of the climacteric fruit that still respired and ripening during post-harvest, this might have followed by color, and flavor changes. Hence, ripe mangoes can't be stored in room temperature for a long time. Fermentation is one way to extend the shelf life of mango and make it more valuable. Mango vinegar is one of the product of fermentation. The aim of this research are to find how to make mango vinegar, also to know inoculum composition and sugar added to make mango vinegar. The parameter observed were total acidity, ethanol, pH, and total cells using Hemocytometer. Data observed was analyzed by analysis of variance using SPSS app. **Methods** This research consists of two steps such as alcoholic and acetic acid fermentation. Alcoholic fermentation was done for 10 days, and the acetic acid fermentation was done for 5 days. **Results** obtained was acetic acid produced by samples is does not fulfill the SNI requirements which is 4-12% of acetic acid. **Conclusions** 2% of *Saccharomyces cerevisiae* and *Acetobacter aceti* is enough to produce mango vinegar based on pH. 10% of sugar concentrations can produce mango vinegar based on pH and total cells counted. However the fermentation period must be in the longer time so the microbes can grow optimally to produce the best quality of mango vinegar.

Keywords : *Acetobacter aceti*, Mango, *Saccharomyces cerevisiae*, Vinegar.

PERSANTUNAN

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Pembuatan Cuka Buah Mangga Menggunakan *Acetobacter aceti* dan *Saccharomyces cerevisiae***” dengan baik yang menjadi salah satu syarat penyelesaian studi program sarjana strata satu (S1) di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari kehadiran orang-orang hebat yang berada di sekeliling penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih khususnya kepada Dosen pembimbing, **Prof. Dr. Ir. Amran Laga, MS.**, dan **Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si** atas segala arahan, bimbingan, dan menambah wawasan penulis selama penyusunan skripsi. Dosen penguji, **Februadi Bastian, S.TP., M.Si., Ph.D** dan **Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si** atas kritik dan saran pada saat ujian akhir penulis. Panitia ujian proposal, ujian hasil, dan ujian akhir, **Andi Dirpan, S.TP., M.Si., Ph.D** dan **Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si** atas bantuan selama pengurusan administrasi dibutuhkan. Laboran-laboran **Bu Asmi, Bu Ati, Bu Yuli, dan Bu Mia** atas bantuan selama penelitian hingga pengurusan administrasi di akhir masa studi.

Keluarga tercinta, Ayahanda **H. Roesmin, S.SOs., M.Si** dan Ibunda **almh. H. Huda Bahaweres, S.SOs** atas segala perhatian, kasih sayang yang tulus, motivasi, dan dukungannya selama ini. Terima kasih karena selalu peduli tentang perasaan dan apa yang penulis alami dengan baik. Terima kasih juga kepada kakak tersayang **Putri Rusydah** dan adik **Yahdi Arrazi** atas dukungan dan dorongan kepada penulis selama penyelesaian skripsi. Keluarga besar, terutama keponakan **Afnan Virendra Husein** atas semangat dan hiburannya, tante **Helma Bahaweres**, amy **Muadz Bahaweres** atas dukungan dan motivasinya selama penyelesaian skripsi.

Sahabat-sahabat, **Nur Rizki Ramadhani, Dewi Nur Mawaddah Umar, Irma Kamaruddin, Nani Rahayu Usman, Nurmayanti, dan Linda Nur Ikawati** yang telah menjadi motivasi dan selalu memberikan penulis dorongan untuk segera menyelesaikan skripsi.

Teman-teman program studi **Ilmu dan Teknologi Pangan angkatan 2014** atas kebersamaan selama kuliah. Suka dan duka yang telah dilewati tidak akan

pernah dilupakan oleh penulis, terutama pada saat penulisan laporan dan praktikum di laboratorium.

Tim **INTELPA** yakni **Irma Kamaruddin** dan **Anugerah** atas kebersamaannya selama penelitian hingga lolos ke Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional 31 (PIMNAS 31).

Ayu Hafidzah

RIWAYAT HIDUP



Ayu Hafidzah lahir di Ambon pada Tanggal 26 November 1996, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara dari pasangan bapak H. Roesmin, S.SOs., M.Si dan almh. H. Huda Bahaweres, S.SOs. Kakak bernama Putri Rusydah, S.H., dan Adik bernama Yahdi Arrazi. Pendidikan formal yang ditempuh:

1. MIT Terpadu As-Salam Ambon (2002-2008)
2. SMP Negeri 14 Ambon (2008-2011)
3. SMA Islam Athirah Bukit Baruga (2011-2014)

Pada tahun 2014, penulis diterima di Universitas Hasanuddin melalui jalur SBMPTN dan tercatat sebagai Mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Selama menempuh pendidikan, penulis cukup aktif baik di bidang akademik maupun non akademik. Penulis pernah menjadi asisten laboratoriu Mikrobiologi dan Keamanan Pangan dan Aplikasi Teknologi Hasil Nabati. Penulis pernah menjadi peserta dalam kegiatan nasional PIMNAS 31, Bendahara Umum PIK HEART Unhas, Anggota Paduan Suara Mahasiswa Unhas dan PKM Corner Unhas.

DAFTAR ISI

Deklarasi	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
PERSANTUNAN	vii
RIWAYAT HIDUP	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Kegunaan Penelitian	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Vinegar.....	3
2.2 Mangga	4
2.3 <i>Saccharomyces cereviceae</i>	6
2.4 <i>Acetobacter aceti</i>	7
2.5 Fermentasi.....	8
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	10
3.1 Waktu dan Tempat.....	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.3 Prosedur Penelitian	10
3.3.1 Penelitian Pendahuluan.....	10
3.3.2 Penelitian Utama.....	11
3.4 Desain Penelitian	12

3.5 Parameter Penelitian	16
3.5.1 Pengujian Total Asam (AOAC, 2000).....	16
3.5.2 Pengujian Kadar Etanol (Yulianti, 2014).....	16
3.5.3 Pengujian Derajat Keasaman (pH).....	16
3.5.4 Perhitungan Jumlah Sel metode <i>Hemocytometer</i>	17
3.6 Pengolahan Data	17
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Penelitian Pendahuluan.....	18
4.2 Penelitian Utama.....	19
4.2.1 Kadar Etanol	19
4.2.2 Total Asam.....	21
4.2.3 Derajat Keasaman (pH).....	22
4.2.4 Jumlah Sel.....	24
5. PENUTUP	26
5.1 Simpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Syarat Mutu Cuka Makan menurut SNI 01-3711-1995.....	3
Tabel 2. Komposisi Kimia dan Nilai Gizi Buah Mangga.....	5

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan.....	13
Gambar 2. Diagram Alir Inokulasi <i>Acetobacter aceti</i> pada Agar Miring.....	13
Gambar 3. Diagram Alir Inokulasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i> pada Agar Miring	14
Gambar 4. Diagram Alir Fermentasi Cuka Buah Mangga	15
Gambar 5. Hasil Pengamatan Total Asam Asetat (%) pada Penelitian Pendahuluan.....	18
Gambar 6. Hasil Pengamatan Derajat Keasaman (pH) pada Penelitian Pendahuluan.....	19
Gambar 7. Hubungan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula terhadap Total Alkohol.....	20
Gambar 8. Hubungan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula terhadap Total Asam Asetat.....	22
Gambar 9. Hubungan Konsentrasi Inokulum terhadap Derajat Keasaman (pH)	23
Gambar 10. Hubungan Konsentrasi Gula terhadap Derajat Keasaman (pH)	24
Gambar 11. Hubungan Konsentrasi Gula terhadap Jumlah Sel.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Nilai Total Alkohol (%) Berdasarkan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula	30
Lampiran 2. Nilai Rataan Total Alkohol (%) Berdasarkan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula	30
Lampiran 3. Hasil Analisis Sidik Ragam Total Alkohol (%) Berdasarkan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula	30
Lampiran 4. Nilai Total Asam Asetat (%) Berdasarkan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula	31
Lampiran 5. Nilai Total Asam Asetat (%) Berdasarkan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula	31
Lampiran 6. Hasil Analisis Sidik Ragam Total Asam Asetat (%) Berdasarkan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula	31
Lampiran 7. Nilai Derajat Keasaman (pH) Berdasarkan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula	32
Lampiran 8. Nilai Rataan Derajat Keasaman (pH) Berdasarkan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula	32
Lampiran 9. Hasil Analisis Sidik Ragam Derajat Keasamaan (pH) Berdasarkan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula	32
Lampiran 10. Nilai Jumlah Sel Berdasarkan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula	33
Lampiran 11. Nilai Rataan Jumlah Sel Berdasarkan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula	33
Lampiran 12. Hasil Analisis Sidik Ragam Jumlah Sel Berdasarkan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Konsentrasi Gula	33
Lampiran 13. Tabel Hasil Pengamatan Total Alkohol	34
Lampiran 14. Tabel Hasil Pengamatan Total Asam Asetat pada Sampel	34
Lampiran 15. Tabel Hasil Pengamatan Derajat Keasaman (pH).....	35
Lampiran 16. Tabel Hasil Pengamatan Jumlah Sel	36
Lampiran 17. Hasil Analisis Total Asam Asetat pada Penelitian Pendahuluan	36
Lampiran 18. Hasil Analisis Derajat Keasaman (pH) pada Penelitian Pendahuluan.....	36

Lampiran 19. Inokulum <i>Saccharomyces cerevisiae</i> pada Agar Miring.....	37
Lampiran 20. Inokulum <i>Acetobacter aceti</i> pada Agar Miring.....	37
Lampiran 21. Proses Pasteurisasi pada Cairan Mangga	37
Lampiran 22. Fermentasi Alkohol pada Sampel Cuka Buah Mangga.....	38
Lampiran 23. Fermentasi Asam Asetat pada Sampel Cuka Buah Mangga	38
Lampiran 24. Analisis Total Asam Asetat pada Sampel Cuka Buah Mangga	38
Lampiran 25. Analisis Jumlah Sel menggunakan <i>Hemocytometer</i>	39

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara tropis yang hanya memiliki dua musim setiap tahunnya yaitu musim kemarau dan hujan. Iklim tropis inilah yang menyebabkan banyak jenis buah – buahan tumbuh dan berkembang dengan baik. Salah satu buah tropis yang menjadi unggulan dan digemari masyarakat Indonesia adalah mangga.

Mangga awalnya berasal dari India, Srilanka, juga Pakistan dan tumbuh baik di daerah beriklim tropis, salah satunya adalah Indonesia. Produksi mangga di Indonesia terletak di Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Yogyakarta, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Sulawesi Selatan, Maluku, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur. Menurut data dari Kementrian Pertanian pada tahun 2014, produksi buah mangga di Sulawesi Selatan mencapai total 161.829 ton. Jika dibandingkan dengan provinsi lain, maka Sulawesi Selatan merupakan salah satu yang memproduksi buah mangga paling banyak selain Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Nusa Tenggara Barat.

Namun mangga merupakan salah satu jenis buah klimakterik yang dapat terus melakukan respirasi setelah pemanenan yang bersamaan dengan pemasakan (*ripening*), disertai perubahan warna, rasa, aroma, dan tekstur yang mencolok. Oleh karena itu, mangga yang telah masak tidak dapat disimpan lama pada suhu ruang. Menurut Winarno (1993), buah mangga yang telah matang hanya tahan 2 hingga 3 hari pada kondisi suhu kamar. Sehingga perlu dilakukan rekayasa produk pangan agar mangga memiliki umur simpan yang panjang dan bernilai sebagai produk olahan.

Menurut (Sumiasri, Rijadi, & Priadi, 2006), bahwa kultivar mangga yang beranekaragam tersebar di berbagai daerah yang berbeda – beda. Saat ini, erosi genetika terjadi sangat cepat, begitu pula pada tanaman mangga yang disebabkan oleh penurunan populasi tanaman mangga karena daerah – daerah persebarannya dikembangkan menjadi pemukiman. Sehingga kultivar mangga impor dijual lebih murah daripada kultivar mangga lokal. Selain itu, masyarakat pun kebanyakan hanya membudidayakan tanaman mangga yang memiliki nilai ekonomi tinggi seperti mangga gadung, mangga manalagi, dan lainnya. Sedangkan mangga yang

memiliki nilai ekonomi rendah karena rasanya yang kurang enak mulai ditinggalkan pembudidayanya.

Oleh karena itu, buah mangga dapat diolah salah satunya menjadi cuka buah. Cuka digunakan sebagai penambah rasa pada makanan, mencegah pencoklatan pada apel dan kentang, dan lainnya.

Berdasarkan beberapa masalah yang telah penulis paparkan, maka penulis melakukan penelitian dalam bentuk skripsi yang berjudul : “Pembuatan Cuka Buah Mangga Menggunakan *Acetobacter aceti* dan *Saccharomyces cerevisiae*”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yakni sebagai berikut :

1. Bagaimana metode pembuatan cuka buah berbahan dasar mangga?
2. Bagaimana konsentrasi inokulum *Saccharomyces cerevisiae* dan *Acetobacter aceti* yang dibutuhkan untuk menghasilkan cuka buah?
3. Bagaimana konsentrasi gula yang dibutuhkan untuk menghasilkan cuka buah?

1.3 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yakni sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui metode pembuatan cuka buah berbahan dasar mangga.
2. Untuk mengetahui konsentrasi inokulum *Saccharomyces cerevisiae* dan *Acetobacter aceti* yang dibutuhkan untuk menghasilkan cuka buah.
3. Untuk mengetahui konsentrasi gula yang dibutuhkan untuk menghasilkan cuka buah.

Kegunaan yang diharapkan dari penelitian ini yakni sebagai materi informasi bagi masyarakat dan peneliti tentang metode dan komposisi pembuatan cuka buah berbahan dasar mangga.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Vinegar

Vinegar berasal dari kata *vinaigre* (bahasa Perancis) yang artinya anggur yang telah asam, merupakan suatu produk yang dihasilkan dari fermentasi bahan yang mengandung gula atau pati menjadi alkohol, yang kemudian difermentasi lebih lanjut menjadi vinegar yang mempunyai kandungan asam asetat minimal 4 gram/100mL (Kwartiningsih & Mulyati, 2005).

Vinegar adalah produk yang terbuat dari konversi etil alkohol menjadi asam asetat oleh bakteri *Acetobacter*. Oleh karena itu, *vinegar* dapat diproduksi dari beberapa bahan alkohol dari campuran alkohol dan air (Bhat, Akhtar, & Amin, 2014). *Vinegar* memiliki kualitas yang baik apabila kadar alkoholnya rendah, hal ini disebabkan karena kadar alkohol yang tinggi akan memberikan efek kurang baik untuk konsumen serta dapat menurunkan kualitas *vinegar* tersebut (Wahyudi, 2010). Syarat mutu cuka menurut SNI 01-3711-1995, yakni sebagai berikut :

Tabel 1. Syarat Mutu Cuka Makan menurut SNI 01-3711-1995

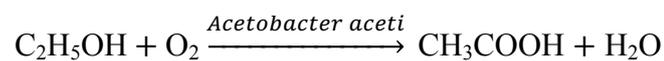
No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Cuka Dapur	Cuka Meja
1	Keadaan :	-	Cairan encer, jernih, tidak berwarna	Cairan encer, jernih, tidak berwarna
1.1	Bentuk	-	Khas asam asetat	Khas asam asetat
2	Kadar asam asetat, % Asam-asam	% b/b	Min 12,5	Min 4-12,5
3	anorganik, asam format, dan asam oksalat	-	Negatif	Negatif
4	Cemaran logam			
4.1	Logam berat dihitung sebagai (Pb)	mg/kg	Maks. 2	Maks. 1
4.2	Besi (Fe)	mg/kg	Maks. 0,5	Maks. 0,3
5	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,8	Maks 0,4

Cuka dikenal sejak ribuan tahun yang lalu dan diproduksi melalui dua tahap fermentasi yakni fermentasi alkoholik serta fermentasi asam asetat menggunakan bahan yang mengandung pati dan gula. Cuka mengandung asam asetat paling sedikit 4% (b/v). Cuka buah dipastikan mengandung serat larut air atau pektin (Zubaidah, 2011).

Asam asetat adalah senyawa dalam bentuk cairan, tak berwarna, berbau menyengat, dan memiliki rasa asam yang tajam, larut dalam air, alkohol, serta gliserol, dan eter. Titik didih asam asetat pada tekanan atmosfer yakni 118.1°C. asam asetat biasanya diaplikasikan pada bidang industri dan pangan secara luas. Di Indonesia, asam asetat yang digunakan masih harus diimpor, sehingga penyediaan asam asetat perlu diproduksi dalam negeri (Hardoyo, Tjahjono, Primarini, Hartono, & Musa, 2007)

Asam asetat merupakan asam lemah yang penting dan mempunyai sejarah panjang dalam industri kimia. Asam organik lemah ini telah digunakan sebagai kunci dalam industri kimia, deterjen, kayu, dan pangan. Produksi asam asetat dilakukan menggunakan sistem fermentasi yang direndam dan menggunakan *strain Acetobacter aceti*.

Asam asetat diproduksi secara kimiawi dan biologis. Produksi secara kimiawi dilakukan dengan cara oksidasi butana. Namun, untuk kebutuhan pangan, asam asetat diproduksi secara biologis, produksi secara biologis dilakukan dengan fermentasi alkohol. Fermentasi tersebut dilakukan menggunakan bakteri dari genus *Acetobacter* dalam kondisi aerobik atau membutuhkan oksigen. *Acetobacter aceti* merupakan salah satu spesies yang banyak digunakan dalam fermentasi asam asetat. Berikut adalah reaksi fermentasi asam asetat (Hardoyo et al., 2007)



2.2 Mangga

Buah mangga (*Mangifera indica*) merupakan buah khas daerah tropis yang mengandung banyak kandungan gizi seperti vitamin A, vitamin B, vitamin C, karoten, niasin, dan riboflavin. Buah mangga berfungsi sebagai antioksidan karena mengandung senyawa bioflavonoid yang tinggi sehingga dapat mencegah kanker. Selain itu, buah mangga pun baik untuk pencernaan karena kandungan asam galat didalamnya. Buah mangga juga dijadikan sebagai obat asma, bronchitis, sesak nafas, dan influenza (Wulandari & Putranto, 2010).

Karbohidrat daging buah mangga terdiri dari gula sederhana, tepung, dan selulosa. Gula sederhananya berupa sukrosa, glukosa, dan fruktosa yang memberikan rasa manis. Selain gulam rasa dan karakteristik buah mangga juga

dipengaruhi oleh tannin dan campuran asam. Tannin pada buah mangga menyebabkan rasa kelat (sepat) dan menyebabkan buah mangga menjadi hitam setelah diiris. Sementara itu, rasa asam pada buah mangga disebabkan oleh adanya asam sitrat. Rasa asam dari asam sitrat (0,13 – 0,17%) yang menyertai rasa manis pada buah mangga diyakini mampu merangsang nafsu makan. Buah mangga mengandung vitamin C yang mudah rusak bila berhubungan dengan zat asam. Oleh karena itu, buah mangga tidak boleh berhubungan terlalu lama dengan udara jika akan diolah menjadi buah kalengan atau olahan lainnya (Pracaya, 2011). Berikut adalah komposisi kimia dan nilai gizi buah mangga :

Tabel 2. Komposisi Kimia dan Nilai Gizi Buah Mangga

Kandungan Zat	Nilai Rata – Rata Buah Mangga	
	Mentah	Matang
Air (%)	90,00	86,10
Protein (%)	0,70	0,60
Lemak (%)	0,10	0,10
Gula total (%)	8,80	11,80
Serat (%)	-	1,10
Mineral (%)	0,40	0,30
Kapur (%)	0,03	0,01
Fosfor (%)	0,02	0,02
Besi (mg/gram)	4,50	0,30
Vitamin A (mg/100 g)	150 IU	4.800 IU
Vitamin B1 (mg/100 g)	-	0,04
Vitamin B2 (mg/100 g)	0,03	0,05
Vitamin C (mg/100 g)	3,00	13,00
Asam nicotinate (mg/100 g)	-	0,30
Nilai kalori per 100 g	39	50 – 60

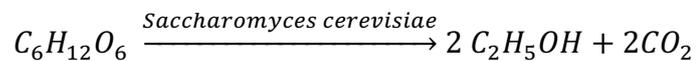
Sumber : Laroussihe, Le Manguier, dalam Pracaya (2011)

Daging buah mangga ada yang berserat dan tidak berserat, berair dan tidak berair, serta manis dan terpendin. Warnanya ada yang kuning, krem, atau jingga. Serat – serat yang berasal dari kulit biji (endokarp) kadang – kadang bisa menembus ke daging buah sehingga daging buahnya berserat. Pada mangga berserat, umumnya yang dikonsumsi adalah cairan buahnya saja. Komponen buah mangga yang paling banyak adalah air dan karbohidrat. Selain itu, juga mengandung protein, lemak, macam – macam asam, vitamin, mineral, tannin, zat warna, dan zat yang mudah menguap sehingga menciptakan aroma harum khas buah mangga (Pracaya, 2011).

2.3 *Saccharomyces cereviceae*

Saccharomyces cerevisiae adalah khamir yang dikenal sebagai *baker's yeast*, merupakan mikroba eukariotik uniseluler, dan berbentuk globular. Mikroba ini ditemukan pada permukaan buah yang telah matang, saluran pencernaan, permukaan kulit serangga serta hewan berdarah panas, dan tanah diseluruh dunia bahkan di lingkungan akuatik (O'Kennedy *et al.*, 2008).

Saccharomyces cerevisiae dapat digunakan untuk konversi gula menjadi etanol dengan kemampuan konversi yang baik, tahan terhadap etanol kadar tinggi, tahan terhadap pH rendah, dan tahan terhadap temperatur tinggi (Cristina, Masturi, Istiana, Dwijananti, & Sunarno, 2015). Berikut adalah reaksi pembentukan alkohol dalam proses fermentasi :



Konversi gula sebagai sumber energi untuk pertumbuhan khamir *Saccharomyces cerevisiae* akan menghasilkan etanol dan karbondioksida untuk fermentasi sebelumnya.

Kondisi pembiakan terbaik *Saccharomyces cerevisiae* yakni pada pH netral atau sedikit asam, kondisi aerobik, dan suplai nutrisi yang cukup, dan suhu pertumbuhan optimumnya berkisar 28 - 30°C (O'Kennedy *et al.*, 2008). Koloni *Saccharomyces cerevisiae* dapat terlihat 2 – 3 hari setelah inokulasi (Mayers, 1997). Koloni yang terbentuk datar, halus, basah atau lembab, berkilau atau kusam, dan berwarna krem (Kovačević, 2015).

Saccharomyces cerevisiae dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen. Jika dalam kondisi aerob, akan mengalami rantai transport elektron pada mitokondria dan fosforilasi oksidatif, dimana glukosa dikonversi menjadi CO₂, H₂O, dan energi. Sedangkan pada kondisi anaerob, khamir ini tidak tumbuh efisien karena energy didapatkan hanya dari glikolisis dan gula bahkan dikonversi menjadi produk sampingan seperti etanol, gliserol, dan CO₂ (Ishtar Snoek dan Steensma, 2007; Bekatorou *et al.*, 2006). Setelah itu, etanol digunakan melalui siklus Krebs dan siklus Gluoksilat sebaik rantai transport elektron pada mitokondria (Kovačević, 2015).

Proses respirasi dan fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* diatur oleh faktor lingkungan terutama glukosa dan konsentrasi oksigen. Pada proses respirasi,

piruvat didekarboksilasi pada mitokondria menjadi asetil-KoA. Kemudian dioksidasi sempurna pada siklus Krebs menjadi CO₂, energy, dan zat antara untuk mendorong pertumbuhan khamir. Pada proses fermentasi, glukosa dimanfaatkan secara perlahan untuk menghasilkan energy yang dibutuhkan hanya untuk mempertahankan sel khamir tetap hidup. Ketika konsentrasi glukosa tinggi, enzim yang digunakan pada respirasi akan ditekan dan fermentasi mengambil alih respirasi (Bekatorou *et al.*, 2006). Etanol yang telah terbentuk akan disekresikan pada media pertumbuhan fermentasi dengan berbagai produk samping seperti gliserol, asam asetat, H₂S, dan ester (Kovačević, 2015).

Saccharomyces cerevisiae merupakan khamir yang diketahui dapat memproduksi enzim ekstraseluler. Produk metabolit utama yang dihasilkan *Saccharomyces cerevisiae* yakni etanol, CO₂, dan air, sedangkan untuk produk lainnya dihasilkan dalam jumlah yang sedikit. *Saccharomyces cerevisiae* bersifat fakultatif anaerobik yang berarti dapat hidup dengan atau tanpa oksigen. Jika menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*, maka akan timbul panas selama fermentasi berlangsung. Apabila tidak dilakukan proses pendinginan setelah fermentasi, maka suhu akan meningkat dan fermentasi akan terhambat. Semakin tinggi persentase *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan dalam sebuah sistem fermentasi, maka etanol yang dihasilkan pun semakin banyak (Khodijah & Abtokhi, 2015).

2.4 *Acetobacter aceti*

Acetobacter aceti termasuk dalam famili *Acetobacteriaceae* dan *Gluconobacter*. *Acetobacter aceti* termasuk bakteri gram negative dalam bentuk ellips atau batang, dan bersifat motil karena adanya flagel, baik flagel polar maupun *peritrichous*. Ukuran *Acetobacter aceti* bervariasi antara lebar 0,41 – 1 μm dan panjang 0,8 – 4,5 μm. Bakteri ini diamati sebagai sel individu, berpasangan, atau berantai. Selain itu, bakteri ini mengalami metabolisme aerobik yang ketat dengan oksigen sebagai penerima elektron terminal, dan katalase positif serta oksidase negative (Gonzalez *et al.*, 2004).

Acetobacter aceti terdapat pada lingkungan sekitar dan bahan baku atau bahan pangan secara alamiah. Namun, bakteri ini tidak dapat tumbuh selama fermentasi alkoholik karena kondisinya yang anaerobik. Ketika cairan beralkohol

terpapar oksigen, maka *A. aceti* memulai pertumbuhannya pada permukaan (Gullo dan Giudici, 2008). Bakteri *A. aceti* kebanyakan tumbuh pada Derajat Keasaman (pH) 5,4 – 6,3, namun dapat tumbuh pada pH <4. Penelitian juga menyebutkan bahwa bakteri ini dapat diisolasi pada pH 2,0 – 2,3 dalam media yang berisi asetat jika diaerasi. Suhu optimal untuk pertumbuhannya adalah 25 - 30°C, namun terdapat penelitian yang mengatakan bahwa *A. aceti* dapat tumbuh pada suhu 38 - 40°C, dan paling rendah pada suhu 10°C (Du Toit dan Pretorius, 2002).

2.5 Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu cara pengolahan melalui proses memanfaatkan penguraian senyawa dari bahan-bahan protein kompleks. Fermentasi secara teknik dapat didefinisikan sebagai suatu proses oksidasi anaerobik atau partial anaerobik karbohidrat yang menghasilkan alkohol serta beberapa asam, namun banyak proses fermentasi yang menggunakan substrat protein dan lemak (Muchtadi dan Ayustaningwarno 2010).

Pembuatan asam asetat dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara sintesis/khemis dan secara mikrobiologis atau fermentasi, namun demikian cara fermentasi lebih disukai, karena lebih murah, lebih praktis dan resiko kegagalan relatif lebih kecil.

Pada fermentasi asam asetat dari substrat cair umumnya hanya dilakukan dua tahap fermentasi yaitu fermentasi alkohol dan fermentasi asam asetat. Fermentasi alkohol dilakukan jika bahan yang digunakan kaya akan gula namun tidak mengandung alkohol. Pada bahan yang miskin gula maka penambahan alkohol secara langsung dianggap lebih efektif daripada menambahkan gula untuk diubah menjadi alkohol. Faktor-faktor yang berpengaruh pada proses fermentasi adalah potensi kultur di dalam memproduksi asam asetat, daya tahan atau resistensinya terhadap etanol sebagai substrat maupun asam asetat sebagai produk, dan kondisi proses yang meliputi konsentrasi substrat, pH awal media, aerasi, suhu serta waktu fermentasi (Webb dan Dervakos, 1996).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kwartiningsih dan Nuning (2005), hasil terbaik diperoleh kadar asam asetat sebesar 4,107 g/100 ml sehingga memenuhi komposisi asam asetat dalam *vinegar* pada umumnya yaitu minimal 4 g/100 ml.

Menurut Widiastuti (2008), semakin banyak konsentrasi induk cuka yang ditambahkan, maka semakin tinggi kadar asam asetat yang dihasilkan. Jika kadar asam asetat lebih tinggi dari 4% (6,37% dan 11,59%), maka cuka tersebut layak dijual dan dijadikan bahan alternatif pengganti pembuatan cuka karena mempunyai kadar asam asetat yang tinggi.