

LAPORAN PENELITIAN TERAPAN

**"PENGARUH PENAMBAHAN RAGI ROTI DAN RAGI TAPE
DENGAN LAMA FERMENTASI TERHADAP KUALITAS CUKA
CARICA "**

*(The Effect of the Addition of baker's Yeast and Tapi Yeast with the Length of Fermentation on
the Quality of Carica Vinegar)*



Diajukan Sebagai Salah Satu Untuk Menyelesaikan Studi
Pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknik Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
Semarang

Disusun oleh :

SRI ARYATI JANUWARDANI

NIM. 40040121655015

**PRODI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2023



HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul : Pengaruh Penambahan Ragi Roti Dan Ragi Tape Dengan
Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Cuka Carica

Identitas Penulis

Nama : Sri Aryati Januwardani
NIM : 40040121655015
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi / S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Penelitian Terapan ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 27 Desember 2023

Semarang, 27 Desember 2023

Mengetahui,
Tim Penguji

Penguji I

Ir. RTD. Wisnu Broto M.T.
NIP. 195909251987031002

Penguji II

Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. H. 7. 199005152021021001



NILAI BIMBINGAN LAPORAN PENELITIAN

Nama : Sri Aryati Januwardani
NIM : 40040121655015
Judul Skripsi
• Bahasa Indonesia : Pengaruh Penambahan Ragi Roti Dan Ragi Tape Dengan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Cuka Carica
• Bahasa Inggris : *The Effect of the Addition of baker's Yeast and Tapii Yeast with the Length of Fermentation on the Quality of Carica Vinegar*
Nilai (Angka) : 92

Semarang, 25 Juli 2023
Pembimbing,

Dr. Ir. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng.
NIP. 198002202005011001

Catatan :

- Rentang Nilai Angka

80 – 100	A	51 – 59.99	D
70 – 79.99	B	0 – 50.99	E
60 – 69.99	C		

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Sri Aryati Januwardani
NIM : 40040121655015
Program Studi : Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa
Kimia Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Universitas : Universitas Diponegoro
Dosen Pembimbing : Dr. Fahmi Arifan, ST, M.Eng.
Judul Laporan Tugas Akhir : Pengaruh Penambahan Ragi Roti Dan Ragi Tape Dengan
Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Cuka Carica
Laporan Penelitian Terapan ini telah diperiksa dan disetujui pada :
Hari : Selasa
Tanggal : 25 Juli 2023

Disetujui dan Disahkan Sebagai
Laporan Penelitian Terapan
Semarang, 25 Juli 2023

Dosen Pembimbing



Dr. Fahmi Arifan, ST, M.Eng.
NIP. 198002202005011001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Sri Aryati Januwardani

NIM : 40040121655015

Judul Penelitian Terapan : Pengaruh Penambahan Ragi Roti Dan Ragi Tape Dengan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Cuka Carica

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa penelitian ini merupakan hasil karya saya didampingi Pembimbing saya Bapak Dr. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng. dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Penelitian ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini kami buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun.



Semarang, 20 Desember 2023



Sri Aryati Januwardani

NIM. 40040121655015

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan YME yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Penelitian Terapan dengan judul **"Pengaruh Penambahan Ragi Roti Dan Ragi Tape Dengan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Cuka Carica "**

Laporan ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi mahasiswa STr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri Universitas Diponegoro dalam Mata Kuliah Penelitian Terapan. Laporan ini dapat disusun berkat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. M. Endy Yulianto, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri Universitas Diponegoro.
2. Fahmi Arifan, ST, M.Eng selaku Dosen Pembimbing Mata Kuliah Penelitian Terapan.
3. Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Wali Kelas Program Lintas Jalur Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri.
4. Seluruh Dosen dan Civitas Akademik Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Keluarga dan teman-teman serta seluruh pihak terkait yang tidak dapat penyusun sebutkan satu- persatu.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan. Penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, 25 Juli 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	viii
BAB I. PENDAHULUAN	9
1.1 Latar Belakang Penelitian	9
1.2 Permasalahan	10
1.3 Tujuan Penelitian.....	11
1.4 Manfaat Penelitian	11
1.5 Nilai Kebaruan ditinjau dari Urgensi Penelitian Terapan	11
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Cuka	13
2.2 SNI Cuka.....	13
2.3 Carica atau Pepaya Dieng (<i>Carica pubescens</i>).....	14
2.4 Ragi (Khamir)	15
2.5 Ragi Roti Instan.....	15
2.6 Ragi Tape.....	16
2.7 Fermentasi	16
2.8 Proses Fermentasi Cuka.....	17
2.9 Faktor Kondisi Lingkungan Fermentasi Asam Asetat	19
2.10 Total Asam.....	20
2.11 pH.....	20
2.12 Kadar Gula	20
2.13 Studi Pendahuluan	21
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Rancangan Percobaan	22
3.2 Alur Penelitian.....	23
3.3 Rancangan Variabel.....	25
3.4 Bahan Penelitian	26
3.5 Alat Penelitian	26
3.6 Pelaksanaan Penelitian.....	27

3.7	Metoda Analisa.....	29
3.8	Analisa Data Percobaan.....	30
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Penentuan Formulasi Cuka Carica	31
4.2	Hasil Analisa Lama Fermentasi, Volume Alkohol dan Massa Ragi.....	32
4.2.1	Total Asam Pada Asam Cuka Carica.....	32
4.2.2	Kadar Gula Pada Asam Cuka Carica	33
4.2.3	pH Asam Cuka Carica.....	35
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA		40
LAMPIRAN		45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Mutu Cuka Fermentasi (SNI 01-4317-1996)	13
Tabel 2.2 Komposisi Gizi Buah Carica per 100 g	14
Tabel 2.3 Studi Pendahuluan	20
Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Pembuatan Asam Cuka Carica	25
Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Pembuatan Asam Cuka Carica	29
Tabel 4.1 Variabel Fermentasi Asam Cuka	30
Tabel 4.2 Pengaruh Perlakuan Terhadap Total Asam	31
Tabel 4.3 Pengaruh Perlakuan Terhadap Kadar Gula	33
Tabel 4.4 Pengaruh Perlakuan Terhadap pH Asam Cuka	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Carica atau Pepaya Dieng (<i>Carica pubescens</i>)	14
Gambar 2.2 Ragi (Khamir)	15
Gambar 2.3 Fase Pertumbuhan Bakteri	18
Gambar 3.1 Rangkaian Alur Penelitian	24

ABSTRAK

Cuka adalah kondimen yang dihasilkan oleh fermentasi alkohol dan asam asetat dari berbagai bahan yang bergula atau berpati. Cuka dapat diproduksi dari substrat yang mengandung sejumlah etanol yang berasal dari berbagai sumber seperti air kelapa, kulit nanas, buah, dan ampas kopi. Asam asetat bisa diproduksi dengan dua metode antara lain sintetik/kimia dan mikrobiologi atau fermentasi. Cuka banyak tersedia di pasaran, biasa dikonsumsi dan terdiri dari bahan kimia yang berbahaya bagi tubuh. Cuka diproduksi melalui proses industri dengan proses sintesis kimia murni. Pada penelitian ini, bahan dasar proses pembuatan asam cuka berasal dari sari buah carica. Tahap dari pembentukan asam cuka meliputi penambahan gula, fermentasi pertama dan fermentasi kedua. Pada proses fermentasi pertama ragi yang digunakan adalah ragi roti, sedangkan fermentasi kedua menggunakan ragi tape. Penentuan variable dalam penelitian ini menggunakan faktorial desain. Hasil dari penelitian diperoleh pengaruh lama fermentasi, massa ragi dan volume alkohol untuk pembuatan asam cuka buah carica. Semakin tinggi konsentrasi ragi tape yang digunakan didalam pengolahan cuka carica semakin tinggi total asam dan kadar gula yang dihasilkan, serta semakin tinggi alkohol maka semakin menurun pH. Dari semua perlakuan hasil pada total asam dan kadar gula atau gula jumlah sudah sesuai dengan SNI. Dimana pada SNI Cuka Fermentasi ketentuan total asam adalah minimal 4 g/100mL, sedangkan untuk gula jumlah atau kadar gula minimal 0.05%.

Kata Kunci: Asam Cuka, Carica, Ragi Roti, Ragi Tape, Fermentasi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Indonesia adalah negara tropis yang dengan hanya memiliki dua musim dalam setahun, yaitu musim kemarau dan penghujan. Iklim tropis memungkinkan banyak jenis buah tumbuh dan tumbuh dengan baik. Kabupaten Wonosobo terkenal dengan suhunya yang dingin, oleh sebab itu masyarakat disana, banyak yang bertani sayur-sayuran ataupun buah-buahan, salah satunya yang memiliki khas adalah buah carica (PEMDA Wonosobo, 2014).

Kementrian Perindustrian menawarkan kursus tentang pengawetan buah. Beberapa ibu rumah tangga menerapkan kursus tersebut, namun hasilnya tidak memuaskan. Hal tersebut disebabkan karena belum ada teknologi yang mendukung pengawetan alami buah, dan buah cepat busuk sehingga mengubah rasanya. Setelah itu, carica diawetkan dan penyimpanan buah carica menunjukkan bahwa umur simpan buah carica dalam kemasan toples kaca adalah sekitar 2 tahun. Buah carica yang dikemas dalam gelas cup plastik memiliki umur simpan hingga sekitar enam bulan. Pada tahun 1970-an, di lembah Dieng, carica yang melimpah dijual dengan harga yang buruk, tidak dapat dimakan dan bahkan dibuang. Nasib buah carica tidak membaik sampai produksi sirup diperkenalkan. Namun, banyak penduduk setempat masih enggan menanamnya dalam skala besar. Kita harus melalui trial and error sampai carica menjadi produk dengan nilai ekonomi yang stabil. Salah satu upaya yang biasa dilakukan untuk mengurangi buah carica yang terbuang dengan percuma maka perlu pengolahan menjadi produk yang dapat meningkatkan nilai ekonomi dari masyarakat setempat (Minarno et al., 2015).

Buah carica mengandung vitamin A dan C, gula, kalsium, serta memiliki khasiat yang memperbaiki sistem pencernaan, sehingga sangat cocok untuk penderita perut sensitif dibandingkan buah lainnya (Hidayat, 2000). Menurut Yulialingustika (2010) pada komposisi gizi 100g carica terdapat 12,2g karbohidrat. Gula ini terdapat dalam karbohidrat yang terkandung dalam carica, yang nantinya gula akan diubah menjadi alkohol oleh khamir melalui proses fermentasi. Kemudian menjadi cuka. Cuka digunakan untuk menambah rasa pada makanan dan untuk mencegah perubahan warna pada apel dan kentang.

Fermentasi alami dapat menyebabkan perubahan aroma dan rasa. Umumnya, buah memiliki bau manis dan buah tidak mengandung alkohol dan asam asetat yang tinggi (3). Asam asetat terbentuk dalam dua tahap proses fermentasi. Pertama gula menjadi alkohol dengan bantuan *Saccharomyces cereviceae* dan diikuti oleh reaksi alkohol yang kemudian bereaksi menjadi asam asetat melalui bantuan mikroorganisme *Acetobacter aceti* (Narimo, 2014). Produksi cuka dibagi berdasarkan dua metode: fermentasi alkohol dan fermentasi asetat.

Metode pertama dilaksanakan melalui bantuan *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* mengonversi kandungan gula sederhana kemudian menjadi alkohol dalam kondisi hampa udara (anaerob). Tahap ini optimal pada pH 3,5-6,0, dan suhu yang efisien 28-35°C (Zubaidah, 2010). *Saccharomyces cerevisiae* juga dapat membantu dalam proses fermentasi seperti yang terkandung dalam mikroorganisme nasi basi (Fahmi Arifan et al., 2020). Tahap kedua, fermentasi asetat dilakukan dengan mikroorganisme *Acccetobacter* seperti *Acccetobacter Acety*, *Xylinum*, *Acetyginum*, dan *Pasteurinus* (Weisher et al., 1971). *Acetobacter aceti* yang mengkonversi alkohol pada jumlah tertentu menjadi sejumlah asam asetat dalam kondisi aerob dengan suhu optimal 15-34°C dan pH 3,0-4,0. Kriteria kualitas yang paling penting untuk cuka adalah kandungan asam asetatnya. (Zubaidah, 2010).

Pada percobaan ini, bahan dasar untuk proses pembuatan cuka berasal dari buah carica. Penggunaan carica dikarenakan terapat karbohirat yang terkanung alam carica yaitu mencapai 10-12% dan sekaligus menyelesaikan permasalahan yang ditimbulkan karena cuka yang tersedia di pasaran dan dikonsumsi masyarakat umum berbahaya bagi tubuh karena terdiri dari bahan kimia. Diperlukan inovasi alami dalam produksi cuka karena umumnya cuka dibuat dengan proses sintesi kimia murni, misalnya menggunakan buah salak (Febriani et al.,2018). Proses pengolahannya dilakukan melalui dua tahap fermentasi, tahap pertama perubahan glukosa menjadi alkohol oleh khamir. Setelah mendapatkan alkohol, akan dilakukan proses fermentasi kedua yaitu merubahan alkohol lalu menjadi asam cuka, dilakukan dengan bantuan bakteri asam cuka (Priastry et al., 2013).

1.2 Permasalahan

Pengolahan buah carica membutuhkan inovasi tambahan agar dapat memaksimalkan potensi buah carica secara efektif. Karena asam asetat dapat diproduksi dari material yang memiliki kandungan karbohidrat, sehingga cuka dapat dibuat dari carica yang mengandung karbohidrat, hal ini merupakan salah satu inovasi pengolahan makanan yaitu mengubah carica menjadi cuka carica. Asam asetat dapat diproduksi dengan dua cara yaitu sintetik/kimia dan mikrobiologi atau fermentasi (Riyani, 2018). Cuka banyak tersedia di pasaran, biasa dikonsumsi, dan terdiri dari bahan sintetik yang berbahaya bagi tubuh. Untuk itu perlu dilakukan inovasi-inovasi alami dalam pembuatan cuka, misalnya dengan menggunakan buah-buahan (Febriani et al.,2018). Oleh karena itu penggunaan metode fermentasi carica perlu dilakukan dalam proses pembuatan cuka carica, hal ini dikarenakan cuka yang dihasilkan lebih baik, selain itu metode ini memiliki proses yang sederhana serta tidak berbahaya bagi tubuh karena tidak menggunakan bahan kimia.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

1. Untuk menciptakan cuka buah dari buah carica sebagai upaya inovasi pemanfaatan buah secara efektif dan bermanfaat.
2. Untuk mengetahui proses pengolahan cuka caricadengan metode fermentasi.
3. Untuk memberikan informasi kepada pihak industri terkait hasil kualitatif dari cuka carica dengan metode fermentasi.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui konsentrasi ragi roti dan ragi tape yang dibutuhkan untuk menghasilkan cuka carica.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu dan rasio bahan pada aplikasi cuka carica dalam masa fermentasimelalui metode faktorial desain.
3. Untuk mengetahui hasil dari total asam, pH, kadar gula cuka carica.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui proses pengolahan cuka carica dengan metode fermentasi.
2. Dapat mengetahui pengolahan cuka dari buah carica terhadap pengaruh penambahan ragi roti dan ragi tape.
3. Dapat mengetahui hasil dari total asam, pH, kadar gula cuka carica.
4. Dapatmengetahui pengaruh waktu dan rasio bahan pada aplikasi cuka carica dalam masa fermentasimelalui metode faktorial desain.
5. Dapat memberikan informasi kepada pihak industri terkait hasil kuantitatif dan kualitatif dari cuka carica dengan metode fermentasi.
6. Dapat menciptakan cuka buah dari buah carica sebagai upaya inovasi pemanfaatan buah secara efektif dan bermanfaat.

1.5 Nilai Kebaruan ditinjau dari Urgensi Penelitian Terapan

Novelty atau nilai kebaruan dalam penelitian terapan ini adalah pengolahan cuka carica secara berkelanjutan dari pemisahan filtrat hingga menjadi larutan alkohol dari larutan carica yang akan difermentasi kembali menjadi asam cuka. Alur prosesnya dimulai dari penghancuran serta penyaringan, penambahan gula, fermentasi gula menjadi alkohol dan fermentasi alkohol menjadi asam cuka. Pada tahap fermentasi gula menjadi alkohol ini dilakukan secara anaerob dengan menggunakan bantuan bakteri *Saccharomyces cerevisiae* yang terdapat pada ragi roti. Perlakuan secara berlanjut dari fermentasi larutan gula menjadi larutan alkohol sampai fermentasi larutan alkohol menjadi asam cuka dilakukan dengan bantuan bakteri *Accetobacter Acety* yang terdapat pada ragi tape. Hal yang merupakan tindakan terbaru untuk penelitian ini yaitu pengolahan cuka

buah dari buah carica yang selama ini belum pernah dibuat dan dilakukan serta fermentasi dengan bakteri yang terdapat pada dua jenis ragi berbeda. Dari hasil penelitian akan diamati dan diuji kemampuannya untuk menunjukkan kualitas asam cuka melalui metode faktorial desain.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cuka

Cuka (CH_3COOH) merupakan bahan pelengkap yang dihasilkan oleh fermentasi alkohol dan asam asetat dari beberapa material yang bergula atau berpati. Produk ini adalah larutan asam asetat berair yang memiliki rasa, warna, ekstrak, asam buah, ester dan garam buah organik tergantung dengan asalnya (Desrosier, 1988). Karena cuka diproduksi dari berbagai buah dan sayuran sehingga kaya akan vitamin, asam amino, asam organik, zat mineral, fenolat, dan mengandung bioaktif, serta menunjukkan aktivitas antioksidan, anti diabetes, antimikroba dan anti obesitas (Bakir et al., 2017; Budak et al., 2011). Efek kimia dan organoleptik cuka bergantung dari material dasar serta metode fermentasi yang digunakan (Karadag et al., 2020).

2.2 SNI Cuka

Pengujian yang akan dilakukan untuk produk penelitian ini yang sesuai dengan SNI pada cuka fermentasi yaitu total asam dan gula jumlah. Acuan yang digunakan sebagai SNI pada cuka adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Syarat Mutu Cuka Fermentasi (SNI 01-4371-1996)

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan : - Bau - Rasa - Warna	- - -	Khas Khas Normal
2	Total Asam	g/100 ml	Min. 4
3	Sisa Alkohol	% v/v	Maks. 1
4	Padatan Terlarut (diluar penambahan gula dan garam)	% b/b	Min. 1
5	Gula Jumlah	%	Min. 0,05
6	NaCl	%	Min. 0,1
7	Bahan tambah makanan: - Pewarna Makanan - Pengawet (SO_2)	Sesuai dengan SNI 01-0222-1995	
8	Cemaran Logam - Timbal (Pb) - Tembaga (Cu) - Seng (Zn)	mg/kg mg/kg mg/kg	Maks. 0,2 Maks. 2,0 Maks. 2,0
9	Cemaran Mikroba - Angka lempeng total - Bakteri coliform - Escherichia coli - Salmonella/25 ml - Staphylococcus aureus	kol/ml APM/ml APM/ml kol/ml	Maks. $2,0 \times 10^2$ Maks. 20 < 3 Negatif 0

	- Vibrio species		Negatif
	- Kapang	kol/ml	Maks. 50
	- Khamir	kol/ml	Maks. 50
10	Cemaran Arsen	mg/kg	Maks. 0,1

Sumber : Badan Standar Nasional, 1996

2.3 Carica atau Pepaya Dieng (*Carica pubescens*)



Gambar 2.1 Carica atau Pepaya Dieng (*Carica pubescens*)

Tumbuhan yang biasa dikenal dengan nama *Carica pubescens* atau Karika ini merupakan jenis tumbuhan yang secara morfologi menyerupai pepaya, namun ukuran buah carica lebih kecil dibandingkan buah pepaya. Ciri khas tanaman ini adalah hanya tumbuh di dataran tinggi yang dingin. Buah ini telah diteliti kandungannya sebagai penghasil vitamin, mineral, dan antioksidan. Vitamin C adalah senyawa asam dan merupakan sumber antioksidan yang berguna. Tidak semua bagian Dataran Tinggi Dieng cocok untuk pertumbuhan Carica (Magfiroh, 2017). Berikut daftar komposisi gizi buah carica.

Tabel 2.2 Komposisi Gizi Buah Carica per 100 g (Perwira, 2018 & Yulialinguistika, 2010)

Zat Gizi	Satuan	Jumlah
Air	G	86,7
Energi	Kkal	46
Protein	G	12
Lemak	G	0
Karbohidrat	G	12,2
Kalsium	mg	23
Fosfor	mg	12
Besi	mg	17
Vitamin A	SI	365
Vitamin B	mg	0,04
Vitamin C	mg	78

2.4 Ragi (Khamir)

Ragi merupakan sejenis mikroorganisme yang berperan besar dalam industri pangan, namun belum banyak diketahui oleh masyarakat umum. Ragi digunakan untuk mengkonversi karbohidrat (zat pati) menjadi glukosa dan alkohol. Secara morfologi, ragi adalah uniseluler dan oval daripada berserabut, dan umumnya ragi membentuk tunas dan bereproduksi secara aseksual. Tumbuh di tempat yang lembab. Suhu optimum antara 25°C - 30°C untuk memenuhi kebutuhan suhu cetakan. Hal-hal yang mempengaruhi pertumbuhan ragi adalah suplai air, pH, dan suhu (Narimo, 2014).



Gambar 2.2 Ragi (Khamir)

Ragi merupakan substansi yang dapat memicu terjadinya proses fermentasi. Umumnya ragi mencakup dari beberapa spesies, salah satunya adalah *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* adalah ragi yang biasa digunakan pada proses pembuatan minuman beralkohol contohnya anggur dan bir, juga biasa digunakan dalam pembuatan roti untuk fermentasi adonan dan fermentasi dalam pembuatan tape. Ragi yang dipilih harus ragi yang dapat tumbuh dengan kualitas yang baik, sangat toleran terhadap alkohol, dan mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah besar. Ragi *Saccharomyces cerevisiae* digunakan untuk meningkatkan hasil produksi bioetanol dari gula. Proses ini tidak memerlukan sinar matahari untuk proses pertumbuhannya dan tidak memerlukan persiapan bahan inokulum khusus, sehingga dapat langsung digunakan untuk fermentasi bioetanol (Maharani et al., 2021).

2.5 Ragi Roti Instan

Ragi ini digunakan sebagai bahan pengembang pembuatan adonan kue, roti, pizza, dan lainnya untuk fermentasi. Ragi dapat dikelompokkan berdasarkan kadar air, bentuk, dan teksturnya. Semakin lembab, semakin cepat waktu pertumbuhan. Ragi roti instan adalah ragi kering yang banyak tersedia di pasaran dan mudah didapat, serta alternatif fermentasi bioetanol dengan struktur kecil seperti pasir dan umur simpan yang lama (Maharani et al., 2021)

2.6 Ragi Tape

Inokulum tape disebut juga sebagai starter tape dan banyak pula yang menyebut dengan ragi tape. Meskipun dalam istilah ilmiah ragi dimaksudkan sebagai inokulum untuk pembuatan tape, tetapi dikalangan masyarakat umumnya ragi diartikan sebagai zat pengubah suatu bahan menjadi produk melalui proses fermentasi (Hidayat, 2007). Fermentasi tape melibatkan fermentasi karbohidrat misalnya singkong, beras ketan, dan beras putih dengan ragi sehingga menghasilkan cairan yang didalamnya terdapat alkohol, berwarna putih, berlendir, dan memiliki rasa manis asam. Ragi tape dapat digunakan untuk pembuatan bioetanol dengan fermentasi yang memiliki bentuk warna putih bulat pipih dengan tekstur halus (Maharani et al., 2021). Ragi tape mengandung berbagai macam mikroba yaitu *Aspergillus sp*, *Saccharomyces sp*, *Candida sp*, *Hansenula sp*, dan bakteri *Acetobacter sp* yang sangat berperan dalam proses fermentasi. Genus tersebut hidup bersama-sama secara sinergis. *Aspergillus* menyederhanakan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa sedangkan *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenulla* menguraikan gula monosakarida menjadi alkohol dan keluarannya gas CO₂, selanjutnya melalui bantuan *Acetobacter* dan oksigen dapat merombak alkohol menjadi asam asetat (Hasanah et al, 2012).

2.7 Fermentasi

Fermentasi merupakan metode pengolahan yang memanfaatkan pemecahan senyawa dari komponen protein kompleks. Secara teknis, fermentasi dapat diartikan sebagai tahap oksidasi karbohidrat anaerobik atau sebagai anaerobik untuk menghasilkan alkohol dan asam, tetapi kebanyakan proses fermentasi dilakukan dengan menggunakan bantuan protein dan juga lemak sebagai substrat (Muchtadi dan Ayustaningwarno, 2010).

Ada dua proses pembentukan asam asetat yang dapat dilakukan, yaitu secara sintesis/kimia dan mikrobiologis atau dengan fermentasi, tetapi proses fermentasi banyak disukai karena lebih murah, sederhana dan memiliki risiko gagal yang cenderung rendah (Nurika dan Hidayat, 2001).

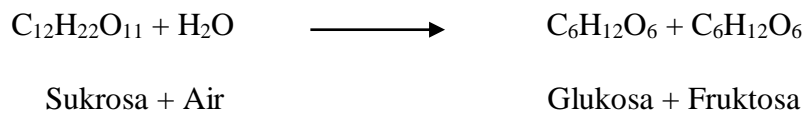
Fermentasi asam asetat dari substrat cair hanya melibatkan dua tahap fermentasi: pertama fermentasi alkohol, kedua fermentasi asam asetat. Fermentasi alkohol dapat berjalan ketika bahan baku dengan kadar gula tinggi dan tidak ada alkohol. Untuk bahan rendah gula, menambahkan alkohol secara langsung lebih efektif daripada menambahkan gula dan mengubahnya menjadi alkohol. Hal-hal yang mempengaruhi tahap fermentasi adalah potensi berkembangnya mikroorganisme untuk menghasilkan asam asetat, toleransi terhadap etanol sebagai substrat dan asam asetat sebagai produk, dan variabel proses

seperti kepekatan substrat, tingkat keasaman media awal, aerasi, suhu, dan lamanya proses fermentasi (Webb dan Dervakos, 1996).

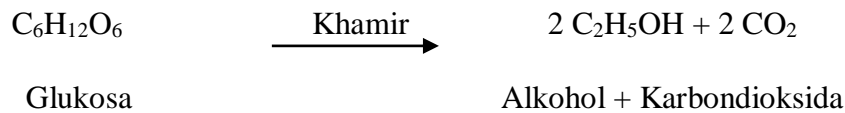
2.8 Proses Fermentasi Cuka

Prinsip pengolahan cuka buah adalah fermentasi alkohol dan fermentasi asam asetat. Tahap pertama akan melibatkan aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengonversi monosakarida menjadi alkohol dalam keadaan anaerob saat pH 3,5-6,0 dengan suhu pertumbuhan yang paling cocok berkisar antara 28-35°C. Kemudian pada proses kedua melibatkan aktivitas bakteri *Acetobacter acetii*, yang mengonversi kandungan alkohol dalam jumlah tertentu menjadi asam asetat pada lingkungan aerobik dengan suhu optimal 15-34°C dan pH 3,0-4,0 (Zubaidah, 2010). Menurut Firdausni (2013), tahapan reaksi produksi asam cuka adalah sebagai berikut:

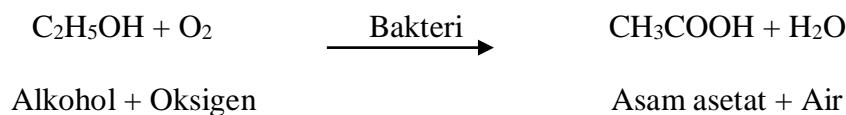
1. Proses pertama, memecah sukrosa menjadi monosakarida.



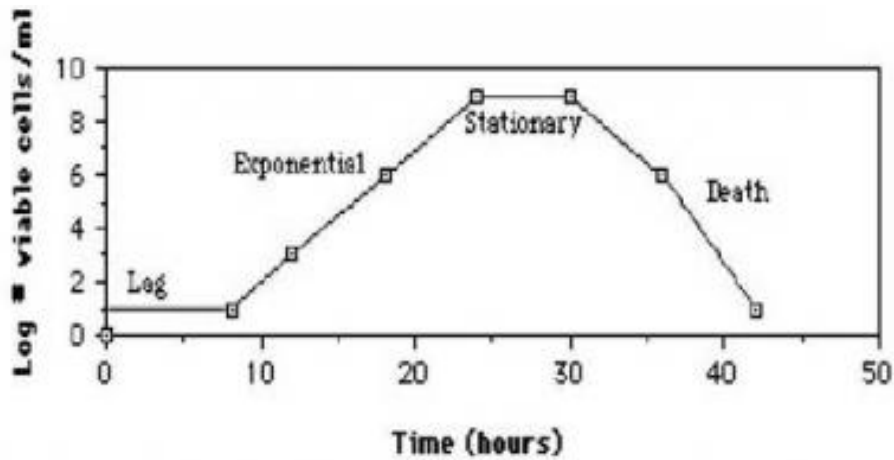
2. Proses kedua, kondisi anaerobik dilakukan dengan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*), yang pada umumnya pada bahan sudah terkandung ragi secara alami. Berikut persamaan reaksi proses tersebut tertulis:



3. Proses ketiga, proses oksidasi alkohol menjadi asam asetat, oksidasi tersebut adalah reaksi *aerobic* oleh mikroorganisme asam asetat (*Acetobacter*). Berikut persamaan reaksinya:



Adapun tahap-tahap pertumbuhan bakteri dapat dilihat pada Gambar 2.3 menurut Riyadi (2016) adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3 Fase Pertumbuhan Bakteri (Riadi,2016)

Fase pertumbuhan bakteri merupakan fase pembelahan sel bakteri yang melalui beberapa fase yaitu, Fase lag, Fase Logaritma/Exponensial, Fase Stasioner dan Fase Kematian.

a. Fase Lag (Fase Penyesuaian)

Fase Lag adalah fase bakteri beradaptasi dengan lingkungan baru. Lama fase lag pada bakteri sangat tergantung pada komposisi media, pH, suhu, aerasi, jumlah sel pada inokulasi awal, dan sifat mikroba dari media sebelumnya.

b. Fase Logaritma / Exponensial Fase Logaritma / eksponensial ditandai dengan terjadinya periode pertumbuhan yang cepat. Setiap sel dalam populasi membelah menjadi dua sel. Fluktuasi pertumbuhan bakteri pada tahap eksponensial ini sangat dipengaruhi oleh sifat genetik yang diwarisinya.

c. Fase Stasioner

Fase stasioner terjadi ketika laju pertumbuhan bakteri sama dengan laju kematian. Sehingga jumlah bakteri keseluruhan bakteri akan tetap. Keseimbangan jumlah bakteri disebabkan oleh penurunan derajat pembelahan sel. Hal ini disebabkan oleh rendahnya tingkat nutrisi dan akumulasi zat beracun yang mengganggu pembelahan sel. Fase stasioner ini diikuti dengan fase kematiens yang ditandai dengan peningkatan kematian di atas laju pertumbuhan, sehingga mengakibatkan penurunan seluruh populasi bakteri.

d. Fase Kematian

Fase Kematian merupakan fase dimana laju kematian lebih besar, pada fase ini semua aktifitas bakteri terhenti karena sudah tidak ada lagi energi untuk melakukan

metabolisma yang disebabkan nutrient dalam medium telah habis.

2.9 Faktor Kondisi Lingkungan Fermentasi Asam Asetat

Faktor lingkungan yang mempengaruhi laju fermentasi asam asetat:

a. Suhu

Suhu proses fermentasi memiliki efek tertentu pada mikroorganismenya, hingga dalam suatu kondisi tertentu, laju reaksi enzimatik mikroorganismenya naik sebanding bersamaan dengan peningkatan suhu. Hal ini karena molekul bergerak lebih cepat, sehingga substrat sering bertabrakan dengan situs aktif. Suhu 30°C untuk proses fermentasi asam asetat merupakan suhu optimum. Ketika suhu 12°-15°C, *Acetobacter sp* pertumbuhan melambat, tumbuh normal ketika suhu 15°-34°C, dan tumbuh paling baik ketika suhu 28°C-34°C (Sari, 2008).

b. pH

pH 6,0 merupakan pH perkembangan, pH optimal kisaran antara pH 5,0-7,0 dan untuk etanol yang dioksidasi sebagai asam asetat memiliki pH 4,5 (Sari, 2008).

c. Konsentrasi inokulum

Tingkat inokulum yang dapat difermentasi menunjukkan pengaruhnya terhadap produk fermentasi. Dengan lebih banyak inokulum, mikroorganismenya bekerja lebih cepat dan mengonversi glukosa menjadi asam asetat. Penambahan lebih banyak inokulum meningkatkan konsentrasi asam asetat yang diproduksi, tetapi tingkat inokulum yang lebih tinggi mengurangi efisiensi proses fermentasi (Sari, 2008).

d. Waktu

Meningkatnya konsentrasi alkohol selama proses penyimpanan setelah 2 hari dan tingkat alkohol yang meningkat tercapai setelah 144 jam fermentasi. Meningkatnya produksi alkohol dikaitkan dengan masa pertumbuhan sel ragi. Selama proses fermentasi, sel ragi mengalami fase penyesuaian terhadap lingkungan baru yang dikenal dengan fase lag, kemudian dilanjutkan proses pembelahan sel atau fase eksponensial, kemudian fase diam, diam, atau diam yang menurunkan aktivitas sel (Sari, 2008). Waktu optimum untuk mikroorganismenya mengonversi zat organik menjadi etanol adalah 6 hari, hal ini diakibatkan karena aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* berada dalam masa pertumbuhan paling cepat hingga menghasilkan etanol paling banyak (Pradigdo et al., 2021).

e. Konsentrasi etanol

Tingkat kepekatan etanol yang digunakan bermacam-macam, mulai dari 12% sampai dengan 7% dan 5-7-8%. Oleh sebab itu, konsentrasi etanol yang dibutuhkan

berada pada kisaran 5-12%. Pada kadar 14% asam asetat tidak bisa terbentuk dengan baik (Wignyanto dan Hidayat, 2017).

Menurut Hidayati (2010), faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi dalam produksi cuka, yaitu nutrisi yang mendorong pertumbuhan dan perkembangan ragi, harus ditambahkan sekitar 1-2 g/L nutrisi ekstrak buah (0,1-0,2%). Jumlah starter optimum yang ditambahkan dalam fermentasi alkohol adalah 2-5% (v/v). Sari buah yang diambil harus dipekatkan dahulu atau ditambahkan gula (sukrosa) hingga kadar gula 10-25% (b/v). Konsentrasi gas oksigen dan alkohol yang digunakan adalah 10 sampai 13%.

2.10 Total Asam

Pengujian keasamaandilakukan dengan menghitung kadar asam setara asam laktat dengan metode titrasi (Hadiwiyoto, 1994). Kadar asam dihitung dengan rumus :

Kadar asam cuka (%) :

$$\frac{ml NaOH \times N NaOH \times BM As. Asetat \times f. pengenceran}{V sampel (ml) \times 1000}$$

Keterangan :

Normalitas (N) NaOH : 0,1 N

Berat Molekul asam asetat : 60

Faktor Pengenceran : 10

2.11pH

Menurut Suwetja, (2007), bahwa penentuan pH dapat dilakukan dengan menggunakan pH meter, dengan urutan kerja sebagai berikut:

- Timbang sampel yang telah dirajang kecilkecil sebanyak 10 g di homogenkan menggunakan mortar dengan 20 ml aquades selama 1 menit.
- Tuangkan kedalam beker glass 10 ml, kemudian diukur pH-nya dengan menggunakan pH meter.
- Sebelum pH meter digunakan, harus ditera kepekaan jarum penunjuk dengan larutan buffer pH 7.
- Besarnya pH adalah pembacaan jarum penunjuk pH setelah jarum skala konstan kedudukannya.

2.12 Kadar Gula

Penentuan gula pereduksi selama ini dilakukan dengan metode pengukuran konvensional seperti metode osmometri, polarimetri, dan refraktometri maupun berdasarkan reaksi gugus fungsional dari senyawa sakarida tersebut (seperti metode LuffSchorl, Seliwanoff, Nelson-Somogyi dan lain-lain) (Gritter, et al., 1991; Dira Swantara, 1995).

2.13 Studi Pendahuluan

Tabel 2.3. Studi Pendahuluan

No	Judul	Metode	Hasil
1.	Pengaruh Penambahan Ragi Roti Dan Ragi Tape Pada Pengolahan Cuka Kelapa Dengan Metode Lambat (Riyani, 2018)	Pada penelitian ini dilakukan pengolahan air kelapa menjadi cuka dengan penambahan suspensi ragi, metode yang digunakan yaitu metode lambat berupa eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL).	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kadar asam cuka berpengaruh pada tingginya kadar asam asetat yang dihasilkan karena penambahan ragi tape.
2.	Pengaruh Kadar Ragi Tape dan Lama Fermentasi Asam Terhadap Stabilitas Vitamin C pada Fermentasi Cuka Pepaya (Carica papaya L) (Khusnul L, 2016)	Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses pembuatan cuka dan mengetahui kadar ragi tape dan lama fermentasi terhadap stabilitas vitamin C pada cuka pepaya. Pengujian dilakukan menggunakan 2 percobaan, Rancangan Acak Kelompok (RAK) untuk faktor lama Fermentasi Asam dan Kadar Ragi Tape.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan lama fermentasi asam berpengaruh nyata terhadap kadar asam asetat, vitamin C, kadar alkohol, total gula, dan pH.
3.	Pembuatan Asam Cuka dari Pepaya Solo secara Fermentasi (Narimo, 2017)	Penelitian ini bertujuan mengetahui adanya kemungkinan pembuatan asam cuka dari pepaya Solo menggunakan metode fermentasi, dengan pengaruh waktu fermentasi, dan pengaruh pH terhadap kadar asam cuka yang dihasilkan. Penetapan kadar asam cuka dalam larutan hasil dilakukan secara volumetri dengan larutan baku NaOH 0,1 N.	Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa Pepaya Solo dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan asam cuka dengan cara fermentasi. Proses fermentasi yang optimum dicapai saat waktu fermentasi 12 hari dengan pH 4 yang menghasilkan asam cuka dengan kadar 0,721 g/100ml.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap berturut-turut untuk mencapai tujuan penelitian ini. Penelitian dilakukan di laboratorium yang terdiri dari 4 tahap :

Tahap I : Pembuatan sari buah carica melalui proses pengupasan dan penghancuran dengan tujuan untuk memudahkan pemisahan filtrat carica dengan ampas sebagai bahan baku pembuatan asam cuka.

Tahap II : Penambahan filtrat carica dengan gula pada sari buah carica melalui proses pasteurisasi atau pemanasan dengan tujuan untuk melarutkan gula pada sari buah carica.

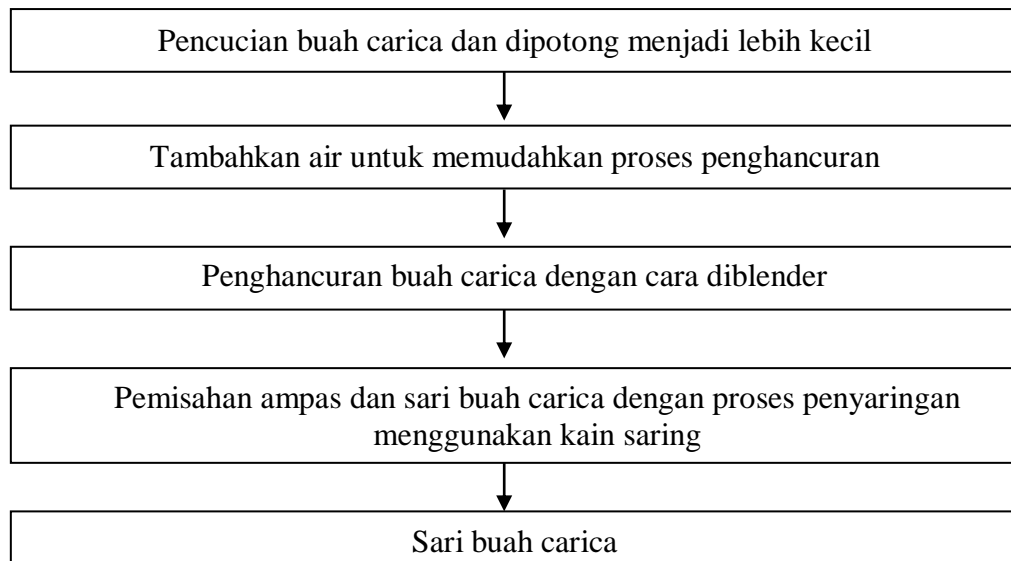
Tahap III : Penambahan ragi roti kedalam larutan carica melalui proses pelarutan dengan tujuan mengubah larutan carica menjadi larutan alkohol. Dilanjutkan penambahan ragi tape sebagai fermentasi kedua melalui proses pelarutan dengan tujuan mengubah alkohol menjadi asam cuka.

Tahap IV : Pengujian yang dilakukan pada cuka carica meliputi total asam cuka, penentuan pH, kadar gula.

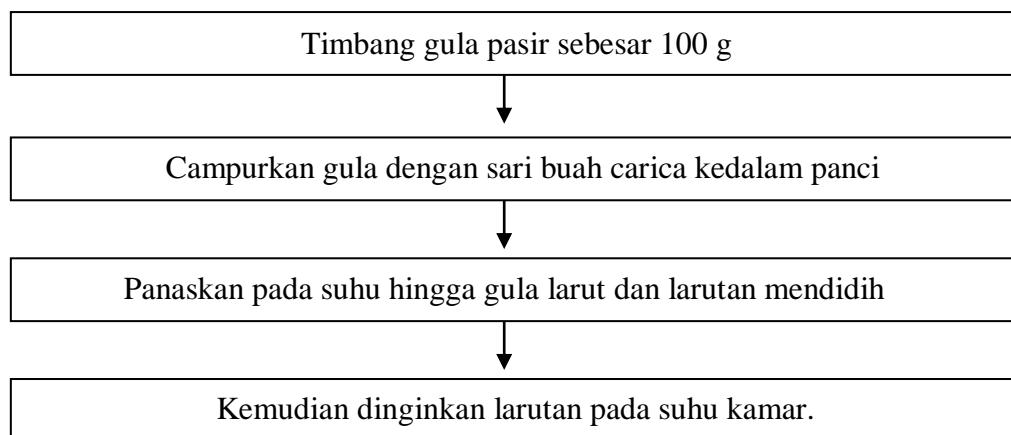
Tahap I, II, III, dan IV pengolahan data dengan analisis diskriptif.

3.2 Alur Penelitian

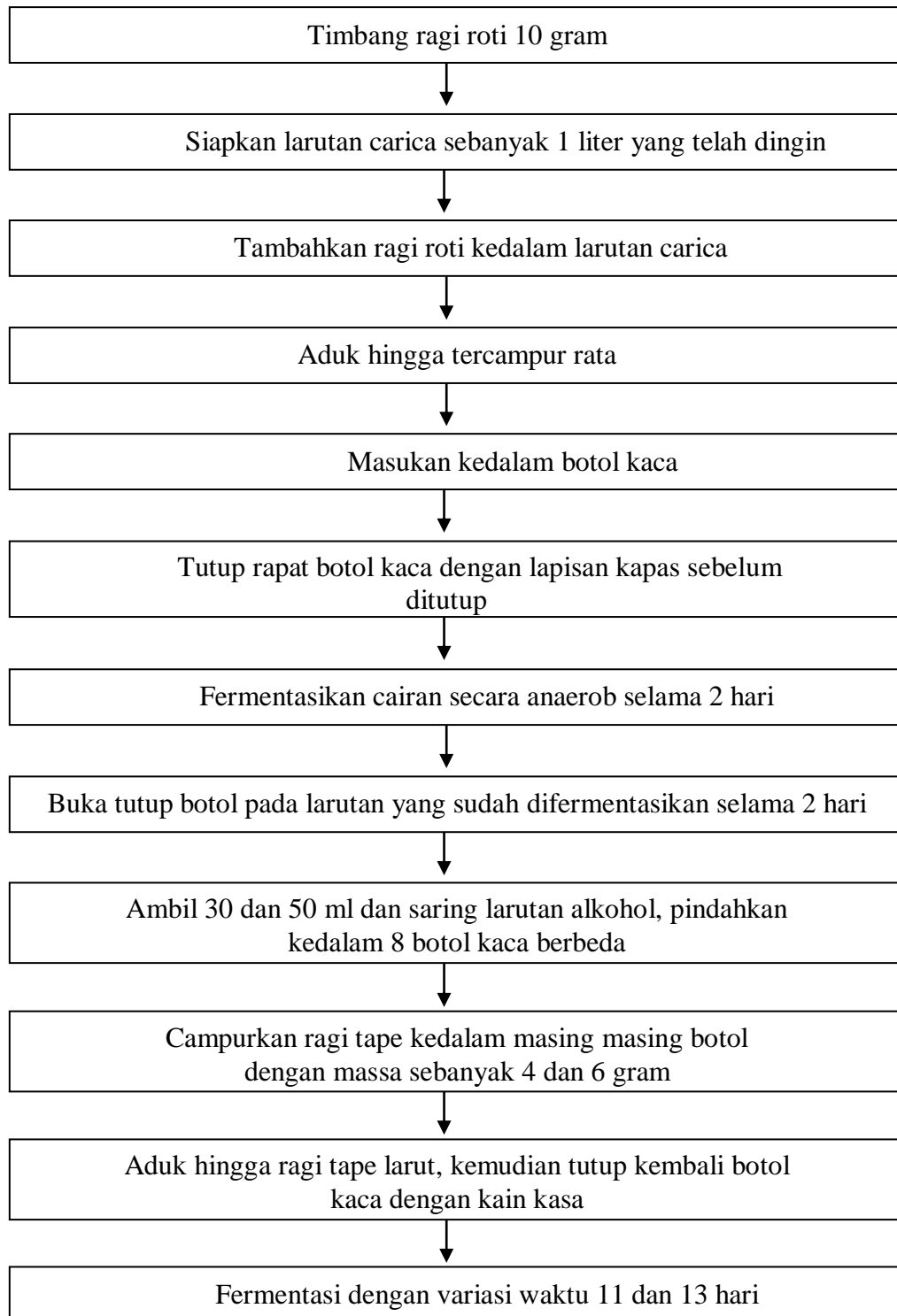
a. Langkah Tahap I Pembuatan Sari Buah Carica



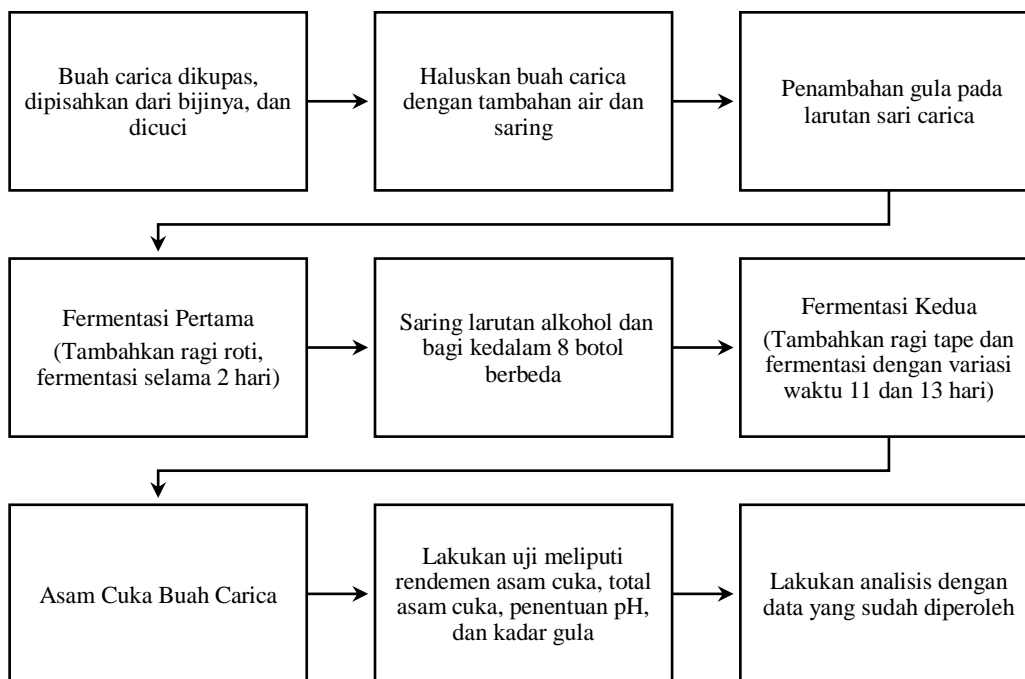
b. Langkah Tahap II Penambahan Gula Pada Sari Carica



c. Langkah Tahap III: Fermentasi



d. Rangkaian Alur Penelitian



Gambar 3.1 Rangkaian Alur Penelitian

3.3 Rancangan Variabel

Tahap I : Pembuatan Sari Buah Carica

Variabel tetap : 1000 gram buah carica yang sudah dipisahkan dari bijinya, 1500 mL air

Tahap II : Penambahan Gula Pada Sari Buah Carica

Variabel tetap : 1 liter sari buah carica, 100 gram gula

Tahap III : Fermentasi

Variabel tetap : 1 liter sari buah carica, 10 gram ragi roti, waktu fermentasi pertama 2 hari

Variabel berubah : Volume larutan carica 30 mL dan 50 mL, massa ragi tape 4g dan 6g, waktu fermentasi kedua 11 hari dan 13 hari

Rancangan percobaan Larutan Uji Asam Cuka Carica dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Factorial Design 2 level dengan 3 variabel = $2^3 = 8$ percobaan.

Variabel : Volume larutan carica(V) : 30 mL dan 50 mL

Massa Ragi Tape (m) : 4 g dan 6 g

Hari (h) : 11 dan 13 hari

Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Pembuatan Asam Cuka Carica

Run	Variabel Berubah			Variabel Interaksi				Total Asam Cuka	Kadar Gula	pH
	h	m	V	hm	hV	mV	hmV			
1	-	-	-	+	+	+	-	K1	T1	P1
2	+	-	-	-	-	+	+	K2	T2	P2
3	-	+	-	-	+	-	+	K3	T3	P3
4	+	+	-	+	-	-	-	K4	T4	P4
5	-	-	+	+	-	-	+	K5	T5	P5
6	+	-	+	-	+	-	-	K6	T6	P6
7	-	+	+	-	-	+	-	K7	T7	P7
8	+	+	+	+	+	+	+	K8	T8	P8

3.4 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan berupa buah carica yang didapatkan langsung dari Dieng. Di bawah ini adalah daftar bahan yang digunakan:

- Buah Carica
- Ragi Roti
- Ragi Tape
- Aquadest Secukupnya
- Gula Pasir
- NaOH
- Indikator PP

3.5 Alat Penelitian

Peralatan pada proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Erlenmeyer
- Gelas ukur
- Klem dan statif
- Buret
- Labu ukur
- Corong
- Kaca arloji
- Neraca analitik
- Neraca digital

- *Hand refraktometer*
- Lap kain
- Panci
- Pengaduk kayu
- Pengaduk kaca
- Blender
- Kompor
- Baskom
- Pisau
- Kain Saring
- Kertas Saring
- Kain Kasa
- Botol Kaca
- Kapas
- Kertas pH

3.6 Pelaksanaan Penelitian

3.6.1 Tahap I : Pembuatan Sari Buah Carica

1. Persiapkan bahan utama buah carica yang sudah dibersihkan dibersihkan.
2. Buah carica yang sudah dikupas dan dipisahkan dari bijinya dicuci kemudian dipotong lebih kecil.
3. Kemudian buah carica dimasukkan kedalam blender dengan tambahkan sedikit air untuk membantu penghalusannya.
4. Pisahkan ampas dengan cara menyaring menggunakan kain saring.
5. Hasil yang berupa cairan sedikit berwarna kuning dari hasil saringan disebut sari buah carica.

3.6.2 Tahap II : Penambahan Gula Pada Sari Buah Carica

1. Timbang gula pasir sebanyak 100 gram.
2. Campurkan gula pasir dengan sari buah carica yang sudah disaring, masukkan kedalam panci.
3. Panaskan hingga gula pasir larut dan larutan mendidih.
4. Kemudian didiamkan pada suhu kamar.

3.6.3 Tahap III : Fermentasi Pertama

1. Timbang 10 gram ragi roti.
2. Siapkan larutan carica sebanyak 1 Liter yang telah didinginkan dalam suhu kamar.

3. Tambahkan ragi roti pada larutan carica.
4. Aduk hingga ragi larut dan tercampur rata.
5. Tutup rapat botol kaca dengan lapisan kapas sebelum ditutup.
6. Larutan tersebut difermentasi secara anaerob selama 2 hari.
7. Buka tutup botol pada larutan yang sudah difermentasikan selama 2 hari.
8. Ambil dan saring larutan alkohol.
9. Pindahkan kedalam 8 botol kaca berbeda dengan variasi volume 30 dan 50 mL.
10. Tambahkan ragi tape kedalam masing masing botol dengan variasi massa sebanyak 4 gram dan 6 gram.
11. Aduk hingga ragi tape larut.
12. Kemudian tutup kembali botol kaca dengan kain kasa.
13. Fermentasi dengan variasi waktu 11 dan 13 hari.

3.6.4 Tahap Analisa

3.6.4.1 Uji Kadar Asam Cuka (Sudarmadji et al., 1997)

Pengukuran total asam, dinyatakan sebagai asam asetat, ditentukan dengan metode titrasi. Prosedur untuk analisis cuka adalah sebagai berikut :

1. Sampel diambil sebanyak 10 mL larutan cuka carica.
2. Kemudian tuangkan ke dalam Erlenmeyer dan tambahkan 100 mL aquadest.
3. Ambil sampel uji sebanyak 25 mL dan masukkan ke dalam labu Erlenmeyer yang diberi 2-3 tetes indikator PP.
4. Titrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai sampel konstan berwarna merah muda.
5. Perhatikan dan catat perubahan volume pada alat titrasi (buret).
6. Setelah volume yang digunakan untuk titrasi diketahui, hitung keasaman cuka menggunakan rumus :

Kadar asam cuka (%) :

$$\frac{ml\ NaOH \times N\ NaOH \times BM\ As.\ Asetat \times f.\ pengenceran}{V\ sampel\ (ml) \times 1000}$$

Keterangan :

Normalitas (N) NaOH	: 0,1 N
Berat Molekul asam asetat	: 60
Faktor Pengenceran	: 10

3.6.4.2 Uji Kadar Gula dengan *Hand Refractometer* (Ihsan dan Wahyudi, 2010)

Uji Kadar Gula dilakukan dengan *Hand Refractometer*. Tujuan dari uji kadar gula adalah untuk mengetahui berapa kadar gula yang terkandung pada pembuatan cuka carica. Penggunaan refraktometer sederhana dengan cara dibersihkan menggunakan tisu sebelum digunakan, kemudian ditetaskan Aquadest pada prima refraktometer dan lap menggunakan kain hingga Aquadest hilang. Teteskan 1-3 tetes sampel cair ke prisma. Hasil yang tertera pada refraktometer adalah hasil pengamatan. Setelah digunakan bersihkan prisma dengan tisu hingga bersih.

3.6.4.3 Uji pH

Uji pH dilakukan dengan kertas uji pH. Tujuan dari uji pH adalah untuk mengetahui berapa pH yang dihasilkan pada pembuatan cuka carica.

3.7 Metoda Analisa

Analisa percobaan Larutan Asam Cuka Carica meliputi : Total Asam, pH, % Kadar Gula. Rancangan percobaan Larutan Uji Asam Cuka Caricadapat dilihat pada Tabel 3.2.

Factorial Design 2 level dengan 3 variabel = $2^3 = 8$ percobaan.

Variabel :	Volume larutan alkohol(V)	: 30 mL dan 50 mL
	Massa Ragi Tape (m)	: 4 g dan 6 g
	Hari (h)	: 11 dan 13 hari

Keterangan :

Volume larutan alkohol(V) =

+ = 30 mL

- = 50 mL

Massa Ragi Tape (m) =

+ = 6 gr

- = 4 gr

Lama Waktu Fermentasi Asam Cuka, yaitu hari (h) =

+ = 13 hari

- = 11 hari

Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Pembuatan Asam Cuka Carica

Run	Variabel Berubah			Variabel Interaksi				Total Asam Cuka	Kadar Gula	pH
	h	m	V	Hm	hV	mV	hmV			
1	-	-	-	+	+	+	-	K1	T1	P1
2	+	-	-	-	-	+	+	K2	T2	P2
3	-	+	-	-	+	-	+	K3	T3	P3
4	+	+	-	+	-	-	-	K4	T4	P4
5	-	-	+	+	-	-	+	K5	T5	P5
6	+	-	+	-	+	-	-	K6	T6	P6
7	-	+	+	-	-	+	-	K7	T7	P7
8	+	+	+	+	+	+	+	K8	T8	P8

3.8 Analisa Data Percobaan

Pengolahan data hasil penelitian menggunakan metode diskriptif dengan membandingkan hasil dengan SNI dan jurnal penelitian terdahulu. Penelitian pada tahap IV untuk mengetahui variabel mana yang paling mempengaruhi pada total asam, pH, % kadar gula pada larutan asam cuka carica.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Formulasi Cuka Carica

Tabel 4.1 Variabel Fermentasi Asam Cuka

Run	Variabel Berubah			Variabel Interaksi				Total Asam Cuka	Kadar Gula	pH
	h	m	V	hm	hV	mV	hmV			
1	-	-	-	+	+	+	-	5,2	5,7	4
2	+	-	-	-	-	+	+	4,5	6,1	4
3	-	+	-	-	+	-	+	4,6	6,5	4
4	+	+	-	+	-	-	-	4,3	7,1	4
5	-	-	+	+	-	-	+	4,0	2,8	3
6	+	-	+	-	+	-	-	4,6	5,2	3
7	-	+	+	-	-	+	-	4,1	3,7	3
8	+	+	+	+	+	+	+	5,1	6	3

Asam cuka merupakan salah satu asam karboksilat paling sederhana, selain asam format. Larutan asam cuka selain air merupakan sebuah asam lemah, artinya hanya terdisosiasi sebagian menjadi ion H^+ dan CH_3COOH . Formula Cuka Carica yang digunakan untuk penelitian merupakan modifikasi dari formula standar. Bahan-bahan yang digunakan dalam formulasi pembuatan cuka carica adalah buah carica, ragi roti, ragi tape, aquadest secukupnya dan gula pasir. Penambahan gula pasir akan menyebabkan hasil yang berbeda dikarenakan kadar karbohidrat akan meningkat dengan penambahan gula yang mengandung glukosa (Nissa C., et al, 2019). Peningkatan total gula pada proses fermentasi menggunakan ragi instan berfungsi memecah pati menjadi gula sederhana (Afifah, D. N., et al, 2021)

Penelitian pembuatan cuka carica dilakukan dengan metode fermentasi 2 tahap menggunakan ragi roti dan ragi tapai. Penelitian ini diolah menggunakan rancangan percobaan factorial design level 2^3 , rancangan percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pada variabel proses yang digunakan terhadap hasil cuka carica. Pada penelitian ini menggunakan tiga variabel proses, yaitu lama fermentasi tahap 2 (h), massa ragi (m), dan jumlah volume larutan alkohol (V).

Diliat dari hasil tabel 4.1 untuk total asam dan kadar gula atau gula jumlah sesuai dengan Syarat Mutu Cuka Fermentasi (SNI 01-4371-1996) . Dimana pada SNI total asam yaitu min 4g/100mL, sedangkan untuk kadar gula yaitu min 0,05%. Untuk pH diuji dengan kertas pH, sehingga pH yang dihasilkan kurang akurat.

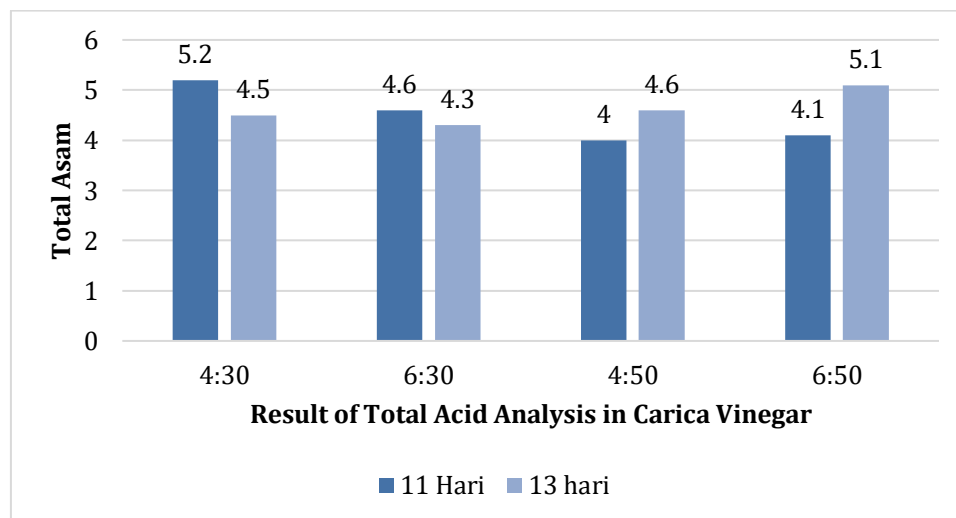
4.2 Hasil Analisa Lama Fermentasi, Volume Alkohol dan Massa Ragi

4.2.1 Total Asam Pada Asam Cuka Carica

Cuka carica yang telah dibuat dilakukan pengukuran total asam untuk mengetahui hubungan antara lama fermentasi, volume alkohol, dan massa ragi dengan total asam yang dihasilkan. Dari percobaan dihasilkan total asam sebagai berikut :

Tabel 4.2 Pengaruh Perlakuan terhadap Total Asam Cuka

Run	Perlakuan			Total Asam Cuka
	Lama fermentasi	Vol alkohol	Massa ragi	
1	11	30	4	5,2
2	13	30	4	4,5
3	11	30	6	4,6
4	13	30	6	4,3
5	11	50	4	4,0
6	13	50	4	4,6
7	11	50	6	4,1
8	13	50	6	5,1



Grafik 4.1 Pengaruh Efek Variabel Pada Total Asam Cuka

Dihasilkan tabel diatas yang menjelaskan hubungan antara lama fermentasi, volume alkohol dan massa ragi. Untuk massa ragi memberikan efek yang relatif kecil dalam total asam cuka yang dihasilkan sementara untuk penambahan volume alkohol, penambahan alkohol dengan volume 30 mL menghasilkan volume asam asetat yang lebih banyak jika dibandingkan dengan penambahan alkohol 50 mL. Untuk respon interaksi penambahan volume alkohol dan lama waktu fermentasi selama 13 hari menghasilkan total asam yang lebih banyak. Akan tetapi sebaliknya penambahan volume

alkohol 30 mL dan lama fermentasi 11 hari menghasilkan volume asam asetat yang lebih sedikit.

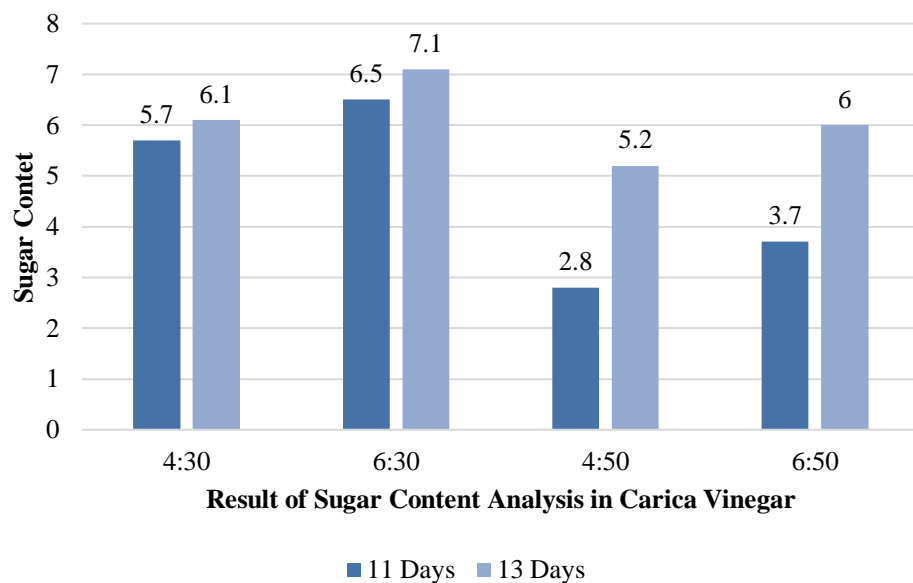
Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi, maka semakin tinggi kadar asam yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Mudanifah (2007) yang menyatakan bahwa semakin lama waktu fermentasi, kadar asam akan semakin meningkat. Peningkatan total asam terjadi karena kinerja bakteri *Acetobacter* dalam merubah alkohol menjadi asam lebih optimal. Bakteri *Acetobacter* mengalami laju pertumbuhan dipercepat sehingga kemampuan merubah alkohol menjadi asam akan semakin meningkat. Menurut Sossou *et al* (2009) bakteri *Acetobacter* mengalami empat fase yaitu fase lag dimana *Acetobacter* mulai beradaptasi untuk tumbuh pada hari ke 0 sampai hari ke 2. Pada hari ke 2 sampai hari ke 14 merupakan fase eksponensial dimana bakteri membelah dengan cepat. Pada fase ini bakteri mampu mengoksidasi alkohol menjadi asam secara optimal sehingga produksi asam akan semakin meningkat. Pada hari ke 15 sampai hari ke 19 bakteri mengalami fase stasioner dimana populasi bakteri yang hidup sama dengan populasi bakteri yang mati dan kemudian mengalami fase kematian. Menurut SNI total asam cuka yang dikehendaki yaitu minimal 4, pada semua perlakuan menghasilkan total asam cuka diatas atau setara 4 g/100 mL. Hal ini menandakan bahwa pada perlakuan tersebut total asam pada cuka carica sesuai dengan SNI.

4.2.2 Kadar Gula Pada Asam Cuka Carica

Cuka carica yang telah dibuat dilakukan pengukuran kadar gula untuk mengetahui hubungan antara lama fermentasi, volume alkohol, dan massa ragi dengan kadar gula yang dihasilkan. Dari percobaan dihasilkan kadar gula sebagai berikut:

Tabel 4.3 Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Gula

Run	Perlakuan			Kadar Gula
	Lama fermentasi	Vol alkohol	Massa ragi	
1	11	30	4	5,7
2	13	30	4	6,1
3	11	30	6	6,5
4	13	30	6	7,1
5	11	50	4	2,8
6	13	50	4	5,2
7	11	50	6	3,7
8	13	50	6	6



Grafik 4.2 Pengaruh Efek Variabel Pada Kadar Gula

Dihasilkan tabel diatas yang menjelaskan hubungan antara lama fermentasi, volume alkohol dan massa ragi. Untuk korelasi koefisien model linear volume alkohol 30 mL menghasilkan kadar gula yang lebih banyak jika dibandingkan dengan dengan volume alkohol 50 mL dan untuk korelasi koefisien model interaksi antar variabel penggunaan lama fermentasi selama 13 hari dan volume alkohol 50 mL menghasilkan kadar gula lebih banyak. Begitu pula sebaliknya untuk lama waktu fermentasi 11 hari dan volume alkohol 30 mL menghasilkan kadar gula yang lebih sedikit.

Untuk perlakuan volume alkohol korelasinya dengan kadar gula dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase ragi tape yang ditambahkan pada saat pengolahan cuka carica maka jumlah mikroorganisme yang ada akan semakin besar. Hal ini menghasilkan konsentrasi mikroorganisme yang

lebih tinggi di dalam cuka, yang menyebabkan peningkatan produksi enzim invertase. Akibatnya glukosa diubah menjadi etanol sehingga menyebabkan penurunan kadar gula pereduksi. Sedangkan hasil pada tabel 4.3 menyatakan kadar gula tertinggi diperoleh pada konsentrasi 6 gram ragi tape, sedangkan kadar gula pereduksi terendah diperoleh pada konsentrasi 4 gram ragi. Hal ini diduga karena sukrosa dalam sari buah tidak seluruhnya dipecah oleh khamir, karena khamir memiliki batasan tertentu dalam memanfaatkan nutrisi yang terkandung dalam media. Apabila terlalu banyak nutrisi maka khamir akan terhambat dalam mereduksi gula menjadi alkohol, dan jika kandungan nutrisi kurang, kerja khamir tidak optimal dalam merubah gula menjadi alkohol (Jannah, 2010).

Pada Tabel 4.3 menunjukkan faktor lama fermentasi terhadap kadar gula yang ditunjukkan dengan jumlah yang semakin meningkat. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian menurut Setyawati dan Rahman (2005) dimana, semakin lama waktu fermentasi maka mikroba berkembang biak dan jumlahnya bertambah sehingga kemampuan untuk memecah glukosa menjadi alkohol semakin besar, sehingga kadar gula sisa cuka carica yang dihasilkan semakin menurun.

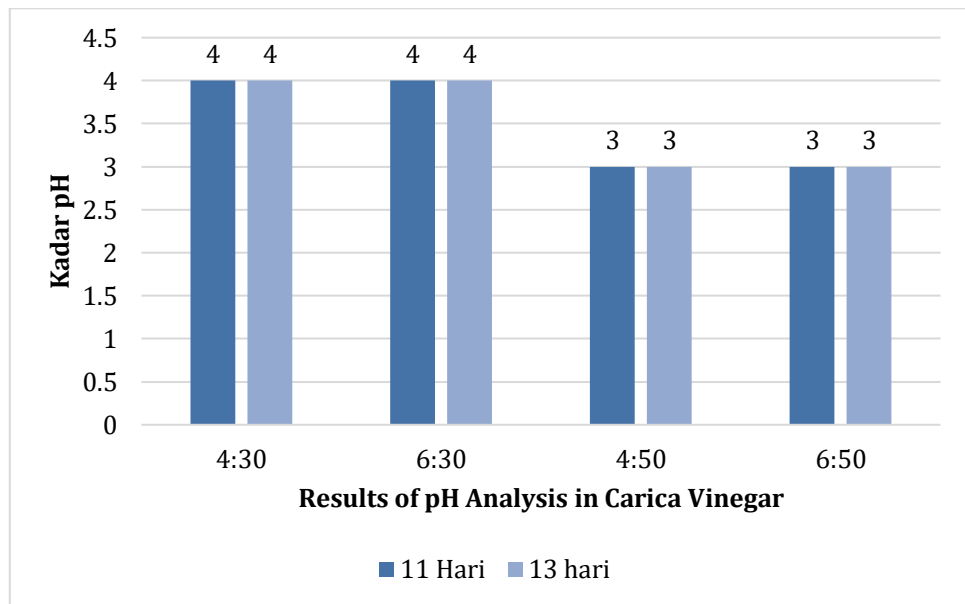
Menurut SNI kadar gula yang harus dimiliki oleh cuka fermentasi yaitu min 0,05%, dilihat dari tabel 4.3 semua perlakuan menunjukkan hasil diatas 0,05, sehingga sesuai dengan SNI.

4.2.3 pH Asam Cuka Carica

Asam Cuka Carica yang telah dibuat dilakukan pengukuran pH untuk mengetahui derajat keasaman dari asam cuka carica yang telah dibuat, dan dihasilkan pH sebagai berikut:

Tabel 4.4 Pengaruh Perlakuan terhadap pH Asam Cuka

Run	Perlakuan			pH
	Lama fermentasi	Vol alkohol	Massa ragi	
1	11	30	4	4
2	13	30	4	4
3	11	30	6	4
4	13	30	6	4
5	11	50	4	3
6	13	50	4	3
7	11	50	6	3
8	13	50	6	3



Grafik 4.3 Pengaruh Efek Variabel Terhadap pH

Dihasilkan tabel diatas yang menjelaskan hubungan antara lama fermentasi, volume alkohol dan massa ragi terhadap pH yang dihasilkan. Untuk Korelasi Koefisien model linear volume alkohol 30 mL menghasilkan pH yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan volume alkohol 50 mL, dan untuk korelasi koefisien model interaksi tidak ditemukan hubungan antar variabel terhadap penurunan atau kenaikan asam asetat yang dihasilkan.

Volume Alkohol 30 mL menghasilkan pH yang lebih basa jika dibandingkan dengan volume alkohol 50 mL, hal ini menandakan banyaknya alkohol yang dikonversi menjadi asam asetat dalam proses fermentasi. Hal ini berkaitan dengan kadar asam asetat, jika semakin tinggi, maka pH pada cuka carica semakin rendah. Menurut Said (1984) nilai pH substrat yang rendah menunjukkan bahwa substrat tersebut bersifat asam. Hasil penelitian Arizona (2015) juga menyatakan bahwa semakin lama fermentasi maka semakin banyak alkohol yang diubah menjadi asam asetat oleh mikroba sehingga kondisi fermentasi menjadi asam yang menyebabkan pH cairan pulpa menurun.

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa faktor lama fermentasi pada hari ke-11 berbeda nyata dengan lama fermentasi pada hari ke-13 ditinjau dari nilai pH yang ditunjukkan dengan nilai yang berbeda. Menurut penelitian oleh Aridona IM (2015), semakin lama waktu fermentasi maka semakin rendah nilai pH yang diperoleh. Perbedaan hasil ini kemungkinan karena kandungan

alkohol yang tinggi dalam cuka carica, yang menunjukkan bahwa tidak semua alkohol telah teroksidasi sepenuhnya menjadi asam. Kandungan ragi yang lebih tinggi juga menyebabkan pH yang lebih tinggi, menunjukkan sejumlah besar etanol yang tersisa dalam cuka pepaya. Etanol memiliki gugus OH yang berperan sebagai basa, sehingga gugus OH yang meningkat selama fermentasi 13 hari akan meningkatkan pH media (Yumas M and Rosniati R, 2014). Dari tabel tersebut terlihat nilai pH tertinggi yang diperoleh adalah 4, sedangkan nilai pH terendah yang diperoleh adalah 3. Selain itu, semakin tinggi persentase alkohol, semakin rendah pH yang dihasilkan. Pengujian pH yang dilakukan hanya menggunakan kertas pH sehingga hasil yang didapat kurang akurat.

4.3 Penentuan Variabel Berpengaruh

Pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa total asam cuka carica yang dihasilkan memiliki nilai sesuai dengan tanda dari level variabel proses volume alkohol dan lama fermentasi, penggunaan variabel volume alkohol pada level bawah (-) 30mL menghasilkan volume asam asetat yang lebih banyak jika dibandingkan dengan penambahan alkohol dari level atas (+) 50 mL. Untuk menentukan variabel berpengaruh dalam penelitian ini perlu diketahui variabel prosesnya. Variabel proses tersebut diperoleh melalui analisa metode quicker method yaitu dengan cara perhitungan main effect dan interaksi terhadap total asam yang dihasilkan. Hasil perhitungan variabel proses yang berpengaruh dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.5 dan Grafik 4.4.

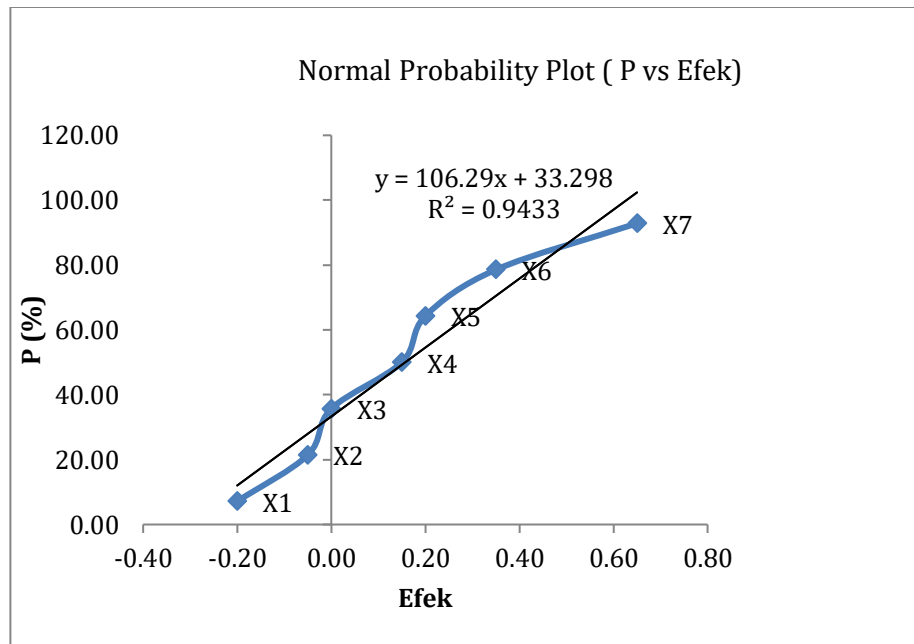
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan *Main Effect* dan Interaksi Terhadap Total Asam

Efek	Jumlah
I _{1,h}	0,15
I _{2,m}	-0,05
I _{3,V}	-0,2
I _{12, hm}	0,20
I _{13, hV}	0,65
I _{23, mV}	0,35
I _{123, hmV}	0,00

Pada Tabel 4.5 menunjukkan hasil bahwa lama fermentasi dan volume alkohol merupakan variabel yang paling mempengaruhi dalam proses fermentasi asam cuka dari carica jika dilihat dari perhitungan *quicker method* yang menghasilkan jumlah efek paling besar.

Tabel 4.6 Penentuan Variabel Berpengaruh

Efek (I)	P (%)
-0,20	7,14
-0,05	21,43
0,00	35,71
0,15	50,00
0,20	64,29
0,35	78,57
0,65	92,86



Grafik 4.4 *Normal Probability Plot* untuk 2^3

Sedangkan pada Grafik 4.4 menunjukkan bahwa X7, titik hasil perhitungan efek antara lama fermentasi dan volime alkohol dengan *percent probability* menjauh dari kerapatan merupakan variabel proses yang paling berpengaruh.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Interaksi dominan dalam menentukan respon total asam asetat, kadar gula, dan pH. Faktor-faktor dalam interaksinya signifikan dalam pembuatan asam cuka buah carica. Diperoleh pengaruh lama fermentasi, massa ragi dan volume alkohol yang optimum untuk pembuatan asam cuka buah carica. Menurut Apriyantono et al (1988), semakin tinggi persentase alkohol maka pH yang dihasilkan semakin menurun. Semakin lama fermentasi yang dilakukan didalam pengolahan cuka carica semakin tinggi total asam dan kadar gula yang dihasilkan. Semakin tinggi alkohol maka semakin menurun pH. Dari semua perlakuan hasil pada total asam dan kadar gula atau gula jumlah sudah sesuai dengan SNI. Dimana pada SNI Cuka Fermentasi ketentuan total asam adalah minimal 4 g/100mL, sedangkan untuk gula jumlah atau kadar gula minimal 0.05%.

5.2 Saran

1. Berdasarkan penelitian ini, disarankan untuk menggunakan 4 gram ragi tape dalam proses pembuatan cuka buah carica dan melakukan fermentasi selama 11 hari.
2. Penggunaan jumlah ragi tape sebanyak 4 gram dan lama fermentasi selama 11 hari ini akan memberikan kondisi yang optimal untuk menghasilkan cuka buah carica dengan kualitas terbaik.
3. Penelitian serupa dapat dilakukan dengan melakukan optimasi bahan lain. Dalam formula lain yang juga dapat menentukan asam asetat yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, D. N., Stephanie, Aulia, A., Rahadiyanti, A., Kurniawati, D. M., Rustanti, N., Anjani, G., Arifan, F., & Widyastiti, N. S. 2021. Physical and chemical characteristics of enzymatically modified batu banana (*Musa balbisiana* colla) and kepok banana (*musa paradisiaca formatypica*) flours. *Food Research*, 5(1), 124–131. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(1\).289](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).289)
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. P. Pitasari, S. Yasni dan S. Budiyanto. 1988. Penuntun Praktek Analisis Pangan. *Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Arifan, F., Setyati, W. A., Broto, W., Dewi, A. L. 2020. Pemanfaatan Nasi Basi Sebagai Mikro Organisme Lokal (MOL) Untuk Pembuatan Pupuk Cair Organik di Desa Mendongan Kecamatan Sumowono Kabupaten Semarang. *Jurnal Pengabdian Vokasi*, Vol. 01, No. 04.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1996. SNI 01-4371-1996. Cuka Fermentasi. Departemen Perindustrian Republik Indonesia. Jakarta.
- Bakir, S., Devecioglu, D., Kayacan, S., Toydemir, G., Karbancioglu-Guler, F., & Capanoglu, E. 2017. Investigating the antioxidant and antimicrobial activities of different vinegars. *European Food Research and Technology*, 243, 2083–2094. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2908-0>
- Budak, H. N., & Guzel-Seydim, Z. B. 2010. Antioxidant activity and phenolic content of wine vinegars produced by two different techniques. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(12), 2021–2026. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4047>
- Budak, N. H., Aykin, E., Seydim, A. C., Greene, A. K., & Guzel-Seydim, Z. B. 2014. Functional properties of vinegar. *Journal of Food Science*, 79(5), R757–R764. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12434>
- Budak, N. H., Kumbul Doguc, D., Savas, C. M., Seydim, A. C., Kok Tas, T., Ciris, M. I., et al. 2011. Effects of apple cider vinegars produced with different techniques on blood lipids in high-cholesterol-fed rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(12), 6638–6644. <https://doi.org/10.1021/jf104912h>
- Cejudo-Bastante, C., Dur'an-Guerrero, E., García-Barroso, C., Castro-Mejías. R., 2018. Comparative study of submerged and surface culture acetification process for orange vinegar. *J. Sci. Food Agric*, 98 (3) 1052–1060.

- Desrosier, Norman W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Dira Swantara, I M. 1995. *Kromatografi Cair Kinerja Tinggi Beberapa Senyawa Mono- dan Disakarida Serta Penerapannya Untuk Analisis Madu dan Bahan Jenis Lainnya*. Tesis. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Febriani, D. R., Azizati, Z. 2018. Pembuatan Cuka Alami Buah Salak dan Pisang Kepok Beserta Kulitnya Teknik Fermentasi. *Walisongo Journal of Chemistry*, Vol. 1 No.2, 72-77.
- Firdausni. 2013. Pengaruh Konsentrasi Gula dan Ragi Dalam Pembuatan Cuka dari Rosella (*Hibiscus sabdariffa.L*) Terhadap Mutu Cuka Rosella. *Jurnal Litbang Industri* 3:77-83.
- G. Zhao, G. Kuang, J. Li, H. Hadiatullah, Z. Chen, X. Wang, Y. Yao, Z.H. Pan, Y. Wang. 2020 Characterization of aldehydes and hydroxy acids as the main contribution to the traditional Chinese rose vinegar by flavor and taste analyses. *Food Res. Int.* 129, 108879.
- Gritter, R. J., Bobbit, J. M., Schwarting, A. E. 1991. *Pengantar Kromatografi*. Edisi Kedua. a.b. Kosasih Padmawinata. ITB. Bandung.
- Hadiwyoto, S. 1994. Hasil-hasil Olahan Susu, Ikan, Daging dan Telur. *Liberty*, Yogyakarta.
- Hasanah, A., Jannah, A dan Fasya, G. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Singkong (Manihot utilissima pohl). *Jurnal Alchemy* 2 : 68-79.
- Hidayat, N. 2007. Mikrobiologi Inokulum Tempe. <http://bioindustri.blogspot.com>. Diakses tanggal 24 Mei 2022.
- Hidayat, N., Sukardi dan Zubaidah, E. 2000. Teknik Cepat produksi Asam Asetat dari singkong dengan Pengurangan Tahap Fermentasi. *Jurnal Penelitian Habitat* 8(99): 44-47.
- Hidayati, Ellya Khisti. 2010. Pengaruh Penambahan Ragi Roti Instan Dan Kondisi Fermentasi Alkohol (Aerob Dan Anaerob) Terhadap Produksi Alkohol Pada Pembuatan Cuka Apel. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Ho, C. W., Lazim, A. M., Fazry, S., Umi Kalsum, H. Z., & Lim, S. J. 2017. Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review. *Food Chemistry*, 221, 1621–1630. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.128>
- Ihsan, F dan Wahyudi, A. 2010. Teknik Analisis Kadar Sukrosa Pada Buah Pepaya. *Buletin Teknik Pertanian* 15:10-12.
- Johnston, C.S., Gaas, C.A. 2006. Vinegar: Medicinal uses and antiglycemic effect. *MedGenMed Medscape Gen. Med.* 8 (2) 61.

- Karadag, A., Bozkurt, F., Bekiroglu, H., & Sagdic, O. 2020. Use of principal component analysis and cluster Analysis for differentiation of traditionally-manufactured vinegars based on phenolic and volatile profiles, and antioxidant activity. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 70(4). <https://doi.org/10.31883/pjfns/127399>
- Laily, A. N., Suranto, S., & Sugiyarto, S. 2012. Characterization of *Carica pubescens* in Dieng Plateau, Central Java based on morphological characters, antioxidant capacity, and protein banding pattern. *Nusantara Bioscience*, 4(1).
- M. Chanivet, E. Duran-Guerrero, C.G. Barroso, R. Castro. 2020. Suitability of alternative wood types other than American oak wood for the ageing of Sherry vinegar. *Food Chem.* 316, 126386.
- M. Jimenez-Sanchez, E. Duran-Guerrero, M.C. Rodríguez-Dodero, C.G. Barroso, R. Castro. 2020. Use of ultrasound at a pilot scale to accelerate the ageing of sherry vinegar. *Ultrason. Sonochem.* 69, 105244.
- Magfiroh, U. L. 2017. Faktor Ketinggian Tempat Terhadap Sintesis Vitamin Buah *Carica pubescens*. *Jurnal Pendidikan Biologi*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Maharani, M. M., Bakrie, M., Nurlela. 2021. Pengaruh Jenis Ragi, Massa Ragi, dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia*, Volume 6 Nomor 1.
- Minarno, E. B. 2015. Skrining fitokimia dan kandungan total flavanoid pada buah *Carica pubescens* Lenne & K. Koch di kawasan bromo, cangar, dan dataran tinggi dieng. *el-Hayah*, 5(2), 73- 82.
- Muchtadi, T dan F, Ayustaningwarno. 2010. Teknologi Proses Pengolahan Pangan. Alfabeta. Bandung. Hal 245.
- Narimo. 2014. Pembuatan Asam Cuka dari Pepaya Solo Secara Fermentasi. *Jurnal Kimia dan Teknologi*, 1(1), 15-21.
- Nissa, C., Arifan, F., Febrianto, R., Aditya, W., Hayu Dwimawanti, I., & Pramudyono Widyasmara, R. 2019. Effect of sugar on nutrient composition and shelf life of red guava jams. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 406(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/406/1/012027>
- Nurika, I., dan Hidayat, N. 2001. Pembuatan asam asetat dari air kelapa secara fermentasi kontinyu menggunakan kolom bio-oksidasi (Kajian dari tinggi partikel dalam kolom dan kecepatan aerasi). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2(1): 51-57.
- Ozturk, I., Caliskan, O., Tornuk, F., Ozcan, N., Yalcin, H., Baslar, M., et al. 2015. Antioxidant, antimicrobial, mineral, volatile, physicochemical and microbiological

- characteristics of traditional home-made Turkish vinegars. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 63(1), 144–151. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.003>
- Paramita, V., Yulianto, M. E., Yohana, E., Arifan, F., Hanifah, & Amjad, M. T. 2015. Effect of immobile isolated enzymes from rumen liquid by using alginate matrices on the bay leaf extraction. *AIP Conference Proceedings*, 1699. <https://doi.org/10.1063/1.4938363>
- PEMDA Wonosobo. 2014. Wonosobo Negri Sejuta Pesona dan Budaya. <https://website.wonosobokab.go.id/>.
- Perwira, C. 2018. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Gum Arab Terhadap Fisik, Kimia dan Organoleptik Pada Pembuatan Fruit Leather Selaput Biji Carica (*Carica pubescens*). *Skripsi*, 5-13.
- Pradigdo, S.F., Arifan, F., Broto, W., Noviana, S.N. 2021. Pemanfaatan Kulit Kentang dalam Pembuatan Bioetanol dengan Metode Hidrolisa Asam di Desa Sikunang. *Jurnal Penelitian Terapan Kimia*. Vol. 02(1): 12-20.
- Priastry, E.W., Hasanuddin, Dewi, K.H. 2013. Kualitas Asam Cuka Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dengan Metode Lambat (Slow Methods). *Jurnal Agroindustri*. ISSN 2088 – 5369.
- Riyani, C. 2018. Pengaruh Penambahan Ragi Roti dan Ragi Tape Pada Pengolahan Cuka Kelapa Dengan Metode Lambat (*Slow Methods*). *Jurnal Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Hasnur*. Volume 04, Nomor 1, Edisi November 2018.
- Sari, E. A. I. 2008. Pengaruh Variasi Substrat dan Lama Fermentasi Terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk (*Musa branchycarpa*). *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Sudarmadji, S., Suhardi, dan Haryono, B. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. *Liberty*. Yogyakarta.
- Suwetja, I. K. 2007. Biokimia Hasil Perikanan. Jilid III. Rigormortis, TMAO, dan ATP. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Uversitas Sam Ratulangi Manado.
- Webb, C. and Dervakos, G.A. (1996). *Studies in Viable Cells Immobilization*. London Academic Press. England.
- Wignyanto, dan Hidayat, N. (2017). *Bioindustri*. Jakarta: UB Press.
- Winarni, S., Arifan, F., Wisnu Broto, R. T. D., Fuadi, A., & Alvice, L. 2018. Nira acidity and antioxidant activity of Palm sugar in Sumowono Village. *Journal of Physics: Conference Series*, 1025(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1025/1/012052>
- Yulialinguistika. 2010. Apa Manfaat Carica?. <http://blog.math.uny.ac.id/yulialinguistika/2010/02/23/apa-manfaat-carica/>. Diakses pada tanggal 22 Maret 2021.

Zubaidah, Elok. 2010. Kajian Perbedaan Kondisi Fermentasi Alkohol Dan Konsentrasi Inokulum Pada Pembuatan Cuka Salak (*Salacca Zalacca*). *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 11 (2) : 94 – 100.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Faktorial Design

Run	Variabel Berubah			Variabel Interaksi				Total Asam Cuka	Kadar Gula	pH
	h	m	V	hm	hV	mV	hmV			
1	-	-	-	+	+	+	-	5,2	5,7	4
2	+	-	-	-	-	+	+	4,5	6,1	4
3	-	+	-	-	+	-	+	4,6	6,5	4
4	+	+	-	+	-	-	-	4,3	7,1	4
5	-	-	+	+	-	-	+	4,0	2,8	3
6	+	-	+	-	+	-	-	4,6	5,2	3
7	-	+	+	-	-	+	-	4,1	3,7	3
8	+	+	+	+	+	+	+	5,1	6	3

Volume larutan alkohol(V) =

+ = 30 mL

- = 50 mL

Massa Ragi Tape (m) =

+ = 6 gr

- = 4 gr

Lama Waktu Fermentasi Asam Cuka, yaitu hari (h) =

+ = 13 hari

- = 11 hari

Lampiran 2. Perhitungan Total Asam Cuka Carica

Hasil Titrasi

Run	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Kadar NaCl	22 mL	19 mL	19,5 mL	18 mL	16,7 mL	19,5 mL	17,3 mL	21,5 mL

Kadar Asam Cuka (%) :

$$\frac{ml NaOH \times N NaOH \times BM As.Asetat \times f.pengenceran}{V sampel (ml) \times 1000}$$

Keterangan :

Normalitas (N) NaOH : 0,1 N

Berat Molekul asam asetat : 60

Faktor Pengenceran : 10

Hasil :

$$P1 : \frac{22 \times 0,1 \times 60 \times 10}{25 \times 1000} = 0,0528 = 5,2\%$$

$$P2 : \frac{19 \times 0,1 \times 60 \times 10}{25 \times 1000} = 0,0456 = 4,5\%$$

$$P3 : \frac{19,5 \times 0,1 \times 60 \times 10}{25 \times 1000} = 0,0468 = 4,6\%$$

$$P4 : \frac{18 \times 0,1 \times 60 \times 10}{25 \times 1000} = 0,0432 = 4,3\%$$

$$P5 : \frac{16,7 \times 0,1 \times 60 \times 10}{25 \times 1000} = 0,0400 = 4,0\%$$

$$P6 : \frac{19,5 \times 0,1 \times 60 \times 10}{25 \times 1000} = 0,0528 = 5,2\%$$

$$P7 : \frac{17,3 \times 0,1 \times 60 \times 10}{25 \times 1000} = 0,0415 = 4,1\%$$

$$P8 : \frac{21,5 \times 0,1 \times 60 \times 10}{25 \times 1000} = 0,0516 = 5,1\%$$

Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian

Persiapan Bahan



Proses Ekstraksi



Fermentasi Pertama



Uji Total Asam



Fermentasi Kedua



Uji Kadar Gula



Uji Kadar pH



Lampiran 4. Penentuan Variabel Berpengaruh

1. Perhitungan Statistik Analisa Varian Menggunakan Quicker Method

a. Perhitungan *Main Effect* (Efek Utama)

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata, } I_0 &= \frac{1}{8}(5,2 + 4,5 + 4,6 + 4,3 + 4,0 + 4,6 + 4,1 + 5,1) \\ &= 4,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efek h, } I_1 &= \frac{1}{4}(-5,2 + 4,5 - 4,6 + 4,3 - 4,0 + 4,6 - 4,1 + 5,1) \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efek m, } I_2 &= \frac{1}{4}(-5,2 - 4,5 + 4,6 + 4,3 - 4,0 - 4,6 + 4,1 + 5,1) \\ &= -0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efek V, } I_3 &= \frac{1}{4}(-5,2 - 4,5 - 4,6 - 4,3 + 4,0 + 4,6 + 4,1 + 5,1) \\ &= -0,2 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Interaksi

$$\begin{aligned} I_{12}, hm &= \frac{1}{4}(5,2 - 4,5 - 4,6 + 4,3 + 4,0 - 4,6 - 4,1 + 5,1) \\ &= 0,20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{13}, hV &= \frac{1}{4}(5,2 - 4,5 + 4,6 - 4,3 - 4,0 + 4,6 - 4,1 + 5,1) \\ &= 0,65 \end{aligned}$$

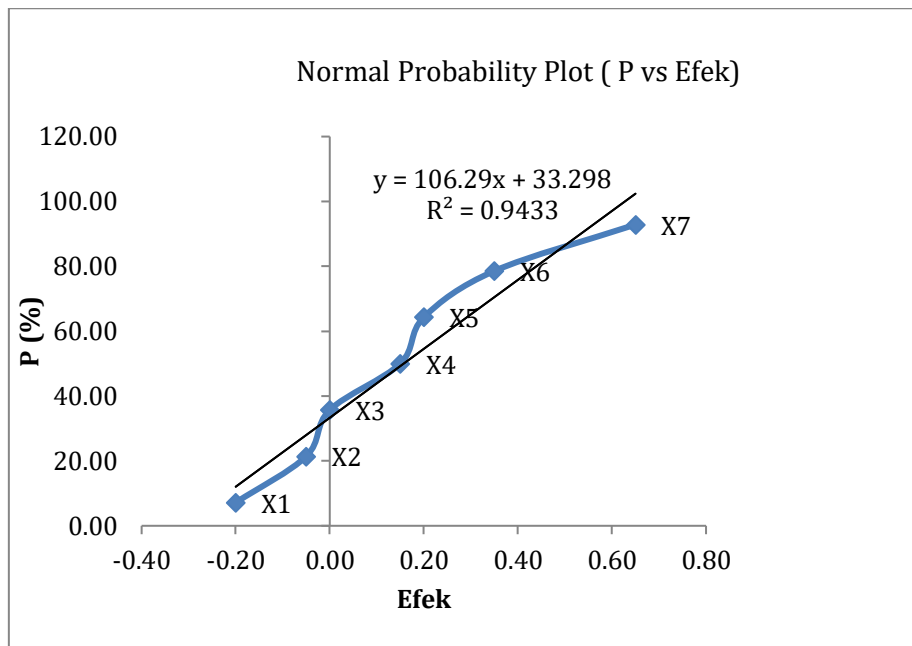
$$\begin{aligned} I_{23}, mV &= \frac{1}{4}(5,2 + 4,5 - 4,6 - 4,3 - 4,0 - 4,6 + 4,1 + 5,1) \\ &= 0,35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{123}, hmV &= \frac{1}{4}(-5,2 + 4,5 + 4,6 - 4,3 + 4,0 - 4,6 - 4,1 + 5,1) \\ &= 0,00 \end{aligned}$$

2. Pembuatan Grafik Normal Probability Plot untuk 2^3

Tabel Efek

Efek	Jumlah
I1,h	0,15
I2,m	-0,05
I3,V	-0,2
I12, hm	0,20
I13, hV	0,65
I23, mV	0,35
I123, hmV	0,00



Grafik Normal Probability Plot untuk 2^3