

PEMANFAATAN LIMBAH PADAT BERUPA KULIT PISANG DAN KULIT LEMON MENJADI CUKA BUAH

LAPORAN KARYA ILMIAH

Merupakan Ujian Keterampilan dan Syarat Kelulusan Sekolah



Disusun oleh:

- | | | |
|----------|--------------------------------|-----------------|
| 1. 29802 | Birgitta Devina Thasmyn | XII MIPA 1 / 02 |
| 2. 29877 | Dionisius Christian Hadiananto | XII MIPA 1 / 06 |
| 3. 30032 | Kenzie Wellington Tjakra | XII MIPA 1 / 14 |
| 4. 30064 | Maria Stephanie | XII MIPA 1 / 17 |
| 5. 30067 | Marvel Ardo Guritno | XII MIPA 1 / 18 |
| 6. 30179 | Vanessa Naomi Christanto | XII MIPA 1 / 35 |

**SMA KATOLIK ST. LOUIS 1
SURABAYA**

2025

PEMANFAATAN LIMBAH PADAT BERUPA KULIT PISANG DAN KULIT LEMON MENJADI CUKA BUAH

LAPORAN KARYA ILMIAH

Merupakan Ujian Keterampilan dan Syarat Kelulusan Sekolah



Disusun oleh:

- | | | |
|----------|--------------------------------|-----------------|
| 1. 29802 | Birgitta Devina Thasmyn | XII MIPA 1 / 02 |
| 2. 29877 | Dionisius Christian Hadiananto | XII MIPA 1 / 06 |
| 3. 30032 | Kenzie Wellington Tjakra | XII MIPA 1 / 14 |
| 4. 30064 | Maria Stephanie | XII MIPA 1 / 17 |
| 5. 30067 | Marvel Ardo Guritno | XII MIPA 1 / 18 |
| 6. 30179 | Vanessa Naomi Christanto | XII MIPA 1 / 35 |

**SMA KATOLIK ST. LOUIS 1
SURABAYA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH LAPORAN KARYA ILMIAH

Judul : Pemanfaatan Limbah Padat Berupa Kulit Pisang dan Kulit Lemon Menjadi Cuka Buah

Penyusun : 1. 29802 Birgitta Devina Thasmyn XII MIPA 1 / 02
2. 29877 Dionisius Christian Hadiano XII MIPA 1 / 06
3. 30032 Kenzie Wellington Tjakra XII MIPA 1 / 14
4. 30064 Maria Stephanie XII MIPA 1 / 17
5. 30067 Marvel Ardo Guritno XII MIPA 1 / 18
6. 30179 Vanessa Naomi Christanto XII MIPA 1 / 35

Pembimbing I : Asisi Subono, S.Si., M.Kes.

Pembimbing II : Dahlia Adiati, S.Pd.

Tanggal Presentasi : 3 Februari 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



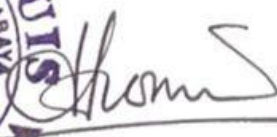
F. Asisi Subono, S.Si., M.Kes.



Dahlia Adiati, S.Pd.

Mengetahui,

Kepala Sekolah


Dra. Sri Wahjoeni Hadi S.

PEMANFAATAN LIMBAH PADAT BERUPA KULIT PISANG DAN KULIT LEMON MENJADI CUKA BUAH

ABSTRAK

Christanto, V. N., Guritno, M. A., Hadiano, D. C., Thasmyn, B. D., Tjakra, K. W., Stephanie, M. (2025). *Pemanfaatan Limbah Padat berupa Kulit Pisang dan Kulit Lemon menjadi Cuka Buah*

Limbah padat merupakan jenis limbah terbesar yang dihasilkan, terutama dari kegiatan rumah tangga, industri, dan pertanian. Salah satu limbah padat yang dihasilkan adalah kulit buah seperti pisang dan lemon. Untuk mengatasi limbah, kulit buah difermentasi menjadi cuka. Tujuan utama penelitian ini adalah membandingkan kualitas cuka dari kulit buah dengan cuka biasa (cuka apel) dengan indikator berupa pH. Penelitian dilakukan dengan memantau perubahan pH cuka dari kulit pisang dan kulit lemon selama 16 hari. Berdasarkan analisis data menurut uji ANOVA, terdapat perbedaan antara pH cuka dari kulit buah dengan pH cuka biasa. Cuka biasa memiliki pH lebih rendah, mengindikasikan kualitas cuka biasa lebih baik dibandingkan cuka dari kulit buah.

Kata Kunci : ANOVA, cuka, kulit lemon, kulit pisang

PEMANFAATAN LIMBAH PADAT BERUPA KULIT PISANG DAN KULIT LEMON MENJADI CUKA BUAH

ABSTRACT

Christanto, V. N., Guritno, M. A., Hadiano, D. C., Thasmyn, B. D., Tjakra, K. W., Stephanie, M., (2025). *Pemanfaatan Limbah Padat berupa Kulit Pisang dan Kulit Lemon menjadi Cuka Buah*

Solid waste is the largest type of waste produced, primarily from household, industrial, and agricultural activities. One type of solid waste generated is fruit peels, such as banana and lemon peels. To manage waste, fruit peels are fermented into vinegar. The main objective of this study is to compare the quality of vinegar made from fruit peels with regular vinegar (apple cider vinegar) using pH as an indicator. This research was conducted by monitoring pH changes in vinegar made from banana and lemon peels over 16 days. Based on data analysis using ANOVA testing, there is a difference between the pH of vinegar from fruit peels and the pH of regular vinegar. Regular vinegar has a lower pH, indicating that its quality is better compared to vinegar made from fruit peels.

Keywords: *ANOVA, vinegar, lemon peel, banana peel*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, berkat, dan penyertaan-Nya dalam pembuatan laporan dalam rangka pelaksanaan Ujian Praktikum sehingga dapat berjalan dengan lancar. Pertama-tama, kami hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S., selaku Kepala SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya dan Pelindung kegiatan ini
2. Dahlia Adiati, S.Pd., selaku Wakasek Kurikulum, Pembimbing II, dan Guru mata pelajaran bidang Matematika
3. Yohanna Murniasih, S.Pd., selaku Wali Kelas XII MIPA 1
4. F. Asisi Subono, S.Si., M.Kes., selaku Pembimbing I dan Guru mata pelajaran bidang Biologi
5. Orang tua siswa-siswi kelas XII MIPA 1 SMA Katolik St. Louis 1
6. Teman-teman kelas XII MIPA 1 SMA Katolik St. Louis 1

Ilmu merupakan harta yang sangat berharga. Menimba ilmu tidak hanya dilakukan dengan teori dan praktik di lingkup sekolah, belajar langsung dari lingkungan sekitar dapat memberikan gambaran yang lebih jelas kepada peserta didik. Maka dari itu, SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya mengadakan kegiatan Ujian Praktikum sebagai syarat kelulusan. Kami menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna baik dari segi penyusunan, bahasa, maupun penulisannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pihak yang terlibat agar dapat menjadi bahan evaluasi kami untuk pelaksanaan kegiatan selanjutnya.

Surabaya, 30 Januari 2025

Penyusun,

Ketua Kelompok

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH LAPORAN KARYA ILMIAH.....	13
ABSTRAK.....	14
ABSTRACT.....	15
KATA PENGANTAR.....	16
DAFTAR ISI.....	18
DAFTAR GAMBAR.....	20
DAFTAR TABEL.....	21
DAFTAR LAMPIRAN.....	22
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Hipotesis.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
F. Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Limbah Organik.....	5
B. Kulit Pisang.....	7
C. Kulit Lemon.....	12
D. Fermentasi.....	15
E. Cuka.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	22
C. Metode dan Analisis Data.....	23

D. Langkah-Langkah.....	24
E. Tahapan Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Hasil Penelitian.....	27
B. Pembahasan.....	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
A. Kesimpulan.....	34
B. Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Limbah organik.....	5
Gambar 2.2 Kulit pisang.....	6
Gambar 2.3 Batang semu pisang.....	8
Gambar 2.4 Daun pisang.....	8
Gambar 2.5 Jantung pisang.....	9
Gambar 2.6 Buah pisang.....	10
Gambar 2.7 Kulit Lemon.....	11
Gambar 2.8 Fermentasi Alkohol.....	14
Gambar 2.9 Fermentasi asam laktat.....	14
Gambar 2.10 Reaksi fermentasi cuka.....	15
Gambar 2.11 Bakteri asam laktat.....	15
Gambar 2.12 Bakteri Acetobacter (kiri) dan bakteri Gluconobacter (kanan).....	16
Gambar 2.13 Rumus struktur cuka.....	18
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal waktu dan tempat penelitian.....	21
Tabel 4.1 Hasil pengamatan pH cuka buah selama dua minggu.....	27
Tabel 4.2 Uji normalitas.....	31
Tabel 4.3 Uji homogenitas.....	32
Tabel 4.4 Uji one way ANOVA.....	33
Tabel 4.5 Analisis Deskripsi ANOVA.....	33
Tabel 4.6 Analisis Perbandingan ANOVA.....	34
Tabel 4.7 Hasil uji Bonferroni pada uji ANOVA.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1. Form Konsultasi.....	37
Lampiran 1.2. Form Konsultasi.....	38
Lampiran 2. Diagram Tahapan Penelitian.....	39
Lampiran 3. Perbandingan Analisis Deskripsi Normalitas P1, P2, P3.....	40
Lampiran 4. Perbandingan Analisis Deskripsi Normalitas L1, L2, L3, dan A.....	41
Lampiran 5. Perbandingan Uji T beserta Bonferroni Adjustment antara Pisang dan Lemon.....	42
Lampiran 6. Perbandingan Uji T beserta Bonferroni Adjustment antara Pisang dan Apel.....	42
Lampiran 7. Perbandingan Uji T beserta Bonferroni Adjustment antara Lemon dan Apel.....	42
Lampiran 8. Jawaban sejarah.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Limbah padat merupakan jenis limbah terbesar yang dihasilkan, terutama dari kegiatan rumah tangga, industri, dan pertanian. Tanpa pengolahan yang tepat, limbah padat dapat mencemari lingkungan, menyebabkan kerusakan ekosistem, dan mengganggu kesehatan. Sebelum dibuang ke alam, perlu dilakukan beberapa proses pengolahan agar limbah ini tidak menjadi bahan yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu upaya yang efektif untuk mengurangi limbah padat adalah dengan menerapkan proses daur ulang. Melalui daur ulang, limbah padat dapat diolah dan diubah menjadi produk yang lebih bernilai guna, seperti bahan makanan, kompos, atau barang kerajinan, sehingga memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan sekaligus.

Pada tahun 2019, Indonesia menduduki peringkat kedua penghasil sampah makanan setelah Saudi Arabia. Berdasarkan data dari Radio Republik Indonesia tahun 2022, limbah sisa makanan menduduki peringkat tertinggi jenis sampah yang dihasilkan di Indonesia dengan persentase 41,45%. Sampah makanan meliputi kulit buah, sayur-sayuran, dan sisa makanan. Meskipun limbah makanan cenderung mudah teruraikan, menumpuknya limbah ini akan meningkatkan gas metana yang berdampak pada efek gas rumah kaca. Pembuangan sisa makanan secara sembarangan ke perairan, seperti sungai dapat mengakibatkan

penyumbatan pada penyerapan air dan mengakibatkan banjir pada wilayah tertentu. Selain berdampak pada lingkungan, limbah makanan ini juga berdampak pada perekonomian Indonesia yang setara dengan kerugian Rp 213 – Rp 551 triliun per tahun.

Salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif dari limbah makanan adalah dengan fermentasi yang dapat memanfaatkan limbah menjadi produk yang dapat dikonsumsi. Cuka buah-buahan merupakan salah satu hasil fermentasi yang banyak digunakan dalam rumah tangga. Apel, anggur, nanas, delima, kurma sering dimanfaatkan sebagai cuka yang terbuat dari buah-buahan. Untuk mengetahui tingkat keasaman yang sesuai untuk kebutuhan, perlu dilakukan uji keasaman pada cuka yang telah dibuat. Pada percobaan ini, kami akan melakukan uji keasaman pada kulit buah pisang dan lemon yang akan diuji dengan cuka biasa di pasaran untuk membandingkan pH dan jenis fermentasinya.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara mendaur ulang limbah organik berupa kulit buah pisang dan lemon?
2. Bagaimana cara membuat cuka dengan bahan baku kulit pisang dan lemon?
3. Bagaimana perbedaan kualitas antara cuka biasa dengan cuka yang berbahan baku kulit pisang dan lemon?

C. Hipotesis

H0 : Rata-rata pH cuka yang dibuat dari kulit lemon dan kulit pisang sama

dengan rata-rata pH cuka biasa ($\bar{x}_{cuka\ buah} = \bar{x}_{cuka\ biasa}$)

H1 : Rata-rata pH cuka yang dibuat dari kulit lemon dan kulit pisang

berbeda dengan rata-rata pH cuka biasa ($\bar{x}_{cuka\ buah} \neq \bar{x}_{cuka\ biasa}$)

D. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas, dapat disimpulkan tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui tingkat keasaman (pH) buah pisang dan lemon.
2. Mengetahui jenis fermentasi pada proses pembuatan cuka buah pisang dan lemon.
3. Mengetahui lama waktu proses fermentasi cuka buah pisang dan lemon.

E. Manfaat Penelitian

Dari tujuan penelitian di atas, dapat disimpulkan manfaat sebagai berikut.

1. Mengurangi jumlah limbah organik padat yang terbuang sia-sia.
2. Meningkatkan kesadaran lingkungan dengan memanfaatkan limbah organik.
3. Memanfaatkan limbah makanan menjadi produk cuka buah.

F. Batasan Masalah

Dari manfaat penelitian di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Sifat limbah organik yang mudah membusuk sehingga perlu penanganan.

2. Kandungan air limbah organik dapat mempercepat proses pembusukannya.
3. Keterbatasan alat pengolahan limbah organik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah Organik

1. Pengertian limbah organik

Limbah organik adalah sisa bahan atau sampah yang dapat didaur ulang dan berasal dari makhluk hidup, seperti limbah kotoran, limbah makanan, ataupun limbah tanaman. Limbah organik dapat diperoleh dari suatu proses atau kegiatan, baik dalam ranah rumah tangga ataupun industri. Limbah organik ini merupakan sebuah limbah yang mudah diolah melalui beberapa proses yang alami. Hal ini bisa terjadi karena didalam limbah organik termuat sebuah senyawa kimia yang stabil sehingga limbah ini mudah sekali tertimbun dan mengendap. Selain itu, limbah organik yang berasal dari makhluk hidup membuat hal itu mudah mudah diurai oleh mikroorganisme seperti bakteri pembusukan. Kandungan air tinggi yang terdapat pada limbah organik juga mempercepat pembusukan dan menimbulkan bau tak sedap. Limbah organik ini cukup cepat membusuk dalam kurun waktu yang tergolong singkat hingga akhirnya terurai.



Gambar 2.1 Limbah organik

2. Jenis-jenis limbah organik

Limbah organik terbagi menjadi 2 jenis limbah yaitu limbah organik basah dan limbah organik kering. Limbah organik basah adalah limbah yang didalamnya terkandung air dengan kadar yang tinggi. Limbah ini memiliki taraf kekerasan yang tergolong rendah atau lunak yang menyebabkan bakteri-bakteri mudah untuk mengolah dan menghancurkannya. Beberapa contohnya adalah limbah makanan seperti kulit buah-buahan dan sayuran. Sedangkan, limbah organik kering memiliki kandungan air yang sedikit atau bahkan tidak ada. Contohnya seperti daun kering, ranting pohon, dan tulang hewan.

3. Manfaat limbah organik

Limbah organik memiliki banyak manfaat dalam kehidupan kita sehari-hari, antara lain:

- a. difermentasikan menjadi cuka
- b. diolah menjadi pupuk organik
- c. dimanfaatkan sebagai pakan ternak

- d. diolah menjadi sumber energi biogas
- e. dialihfungsikan menjadi kerajinan tangan

B. Kulit Pisang

1. Pengertian

Kulit pisang merupakan limbah organik yang berasal dari buah pisang (*Musa spp.*), yang berfungsi untuk melindungi buah pisang dari kerusakan. Kulit pisang mengandung unsur kimia seperti Magnesium (Mg), Sodium (Na), Fosfor (P), dan Sulfur (S). Selain itu, kulit pisang juga memiliki kandungan Potassium (K) yang tinggi, yang dapat digunakan untuk merangsang pertumbuhan akar serta meningkatkan ketegaran tanaman.



Gambar 2.2 Kulit pisang

2. Taksonomi

Pisang adalah nama umum yang diberikan pada tumbuhan berbatang lunak berukuran besar dengan daun memanjang yang dapat ditanam di hutan, bukit, maupun dataran rendah, serta dapat dipanen kapan saja, karena pertumbuhannya sesuai dengan segala jenis musim. Berikut klasifikasi tanaman pisang.

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Classis : Monocotyledonae
Ordo : Zingiberales
Famili : Musaceae
Genus : Musa

3. Bagian-bagian tumbuhan pisang

a. Akar

Pohon pisang memiliki akar rimpang tanpa akar tunggang yang berpusat pada umbi batang. Sebagian besar akarnya berada di bawah permukaan tanah dan tumbuh ke bawah hingga kedalaman 75-150 cm. Akar yang tumbuh dari sisi umbi batang berkembang ke arah samping secara horizontal. Dalam pertumbuhannya, akar-akar samping ini dapat mencapai panjang 4 hingga 5 meter (Suyanti & Supriyadi 2008).

b. Batang

Batang pisang sebenarnya berada di dalam tanah dalam bentuk umbi batang. Pada bagian atas umbi batang terdapat titik tumbuh yang menghasilkan daun dan akan berkembang menjadi bunga pisang (jantung pisang). Sementara itu, bagian yang berdiri tegak di atas permukaan tanah dan sering disalah artikan sebagai batang sejati

sebenarnya adalah batang semu. Batang semu terbentuk dari pelepah-pelepah daun yang panjang, saling menutupi dengan erat dan padat, sehingga mampu berdiri tegak menyerupai batang asli. Oleh sebab itu, batang semu sering dianggap sebagai batang utama pada tanaman pisang. Tinggi batang semu bervariasi antara 3,5 hingga 7,5 meter, tergantung pada jenis pisanginya (Suyanti & Supriyadi 2008).



Gambar 2.3 Batang semu pisang

c. Daun

Helaian daun pisang berbentuk lanset memanjang dan tersebar secara merata. Bagian bawah daun terlihat mengkilap seperti dilapisi lilin. Daun ini didukung oleh tangkai daun dengan panjang sekitar 30-40 cm (Suyanti & Supriyadi 2008).



Gambar 2.4 Daun pisang

d. Bunga

Bunga pisang sering disebut jantung pisang karena bentuknya yang menyerupai jantung. Jantung pisang termasuk bunga berkelamin tunggal dan berumah satu yang tumbuh dalam satu tandan. Daun penumpu bunganya tersusun rapat dan spiral, sementara daun pelindungnya berwarna merah tua, berlilin, mudah rontok, dan memiliki panjang sekitar 10-25 cm. Bunga pisang tersusun dalam dua baris melintang, di mana bunga betina terletak di bawah bunga jantan (jika ada). Lima daun tenda bunga menyatu hingga ketinggian tertentu dengan panjang 6-7 cm. Pada bunga betina, benang sari yang berjumlah lima buah tidak berkembang sempurna. Selain itu, bunga betina memiliki bakal buah berbentuk persegi, sedangkan bunga jantan tidak memiliki bakal buah (Suyanti & Supriyadi, 2008).



Gambar 2.5 Jantung pisang

e. Buah

Setelah bunga pisang muncul, akan terbentuk satu kelompok bakal buah yang disebut sisir. Sisir pertama yang terbentuk akan terus memanjang, diikuti oleh sisir kedua, ketiga, dan seterusnya. (Suyanti & Supriyadi, 2008).

Khusus untuk pisang raja, kulit buahnya akan berubah menjadi kuning berbintik cokelat atau kuning merata saat matang, dengan daging buah berwarna kuning kemerahan, tanpa biji. Kulitnya yang relatif tebal membuat bagian buah yang dapat dimakan hanya sekitar 70-75%. Setiap tandan pisang raja memiliki berat antara 4-22 kg, terdiri atas 6-7 sisir, dengan setiap sisir berisi 10-16 buah. Berat rata-rata per buah adalah 92 gram, dengan panjang 12-18 cm dan diameter sekitar 3,2 cm (Prabawati, Suyanti, & Setyabudi, 2008; Suyanti & Supriyadi, 2008).



Gambar 2.6 Buah pisang

C. Kulit Lemon

1. Pengertian

Kulit lemon merupakan limbah organik yang berasal dari buah lemon (*Citrus L.*). Kulit lemon memiliki vitamin C, pektin, kalsium, serat, kalium, dan asam alfa hidroksi. Kulit lemon juga mengandung D-Limonene yang mana merupakan sebuah bahan kimia yang ada dalam kulit lemon yang biasa digunakan dalam makanan, kosmetik, produk pembersih, dan juga bahan pembasmi serangga. Tak hanya itu, kulit lemon juga mengandung antioksidan tinggi yang berfungsi mencegah kerusakan sel dan melawan radikal bebas dalam tubuh.



Gambar 2.7 Kulit Lemon

2. Taksonomi

Lemon termasuk dalam famili Rutaceae dengan klasifikasi ilmiah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Sapindales
Famili : Rutaceae
Genus : Citrus
Spesies : Citrus lemon

Lemon masuk dalam subdivisi Angiospermae dan divisi Spermatophyta, yaitu kelompok tumbuhan berbiji yang berkembang melalui bunga dan menghasilkan buah. Tanaman ini dikenal karena buahnya yang kaya vitamin C dan sering dimanfaatkan dalam kuliner maupun kesehatan.

3. Bagian-bagian tumbuhan lemon

a. Akar

Tanaman lemon memiliki akar tunggang yang berfungsi untuk menyerap air dan nutrisi dari tanah. Kedalaman akar dapat mencapai hingga 1,5 meter, tergantung pada kondisi tanah dan usia tanaman.

b. Batang

Tanaman lemon termasuk dalam kelompok tumbuhan dikotil, yang memiliki jaringan kambium. Batangnya berbentuk silindris dan memiliki cokelat keabu-abuan. Batang tanaman lemon memiliki banyak cabang dengan duri kecil pada beberapa cabangnya. Tinggi pohon lemon bervariasi antara 3 hingga 6 meter.

c. Daun

Daun lemon berbentuk lonjong dengan ujung runcing, menyerupai elips. Permukaanya halus, mengkilap, dan berwarna hijau tua. Daun lemon memiliki aroma yang khas, berasal dari minyak atsiri, sehingga sering dimanfaatkan untuk minyak aromaterapi dan bahan baku produk herbal.

d. Bunga

Bunga lemon memiliki kelopak berwarna putih. Bunga ini termasuk bunga majemuk yang tumbuh di ujung cabang. Bunga lemon memiliki aroma wangi yang menarik serangga untuk membantu proses penyerbukan.

e. Buah

Buah lemon berbentuk lonjong dengan kulit berwarna kuning cerah saat matang. Kulitnya tebal dan mengandung kelenjar minyak atsiri. Daging buah lemon berwarna kuning pucat, kaya akan air, dan rasanya asam karena kandungan asam sitrat yang tinggi. Berat rata-rata satu buah lemon berkisar antara 80 hingga 150 gram, dengan diameter sekitar 5-8 cm.

D. Fermentasi

1. Pengertian

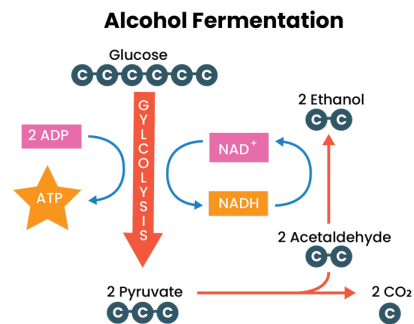
Fermentasi berasal dari bahasa Latin, *fervere* yang berarti mendidih. Asal kata ini mengacu pada gelembung dari hasil proses pemberian ragi pada buah-buahan yang diibaratkan seperti buih pada rebusan air ketika dipanaskan (dalam kondisi mendidih). Secara biologis, fermentasi merupakan suatu asimilasi senyawa-senyawa organik yang disebabkan aktivitas mikroorganisme.

2. Jenis-jenis reaksi

Berikut macam-macam fermentasi.

a. Fermentasi alkohol

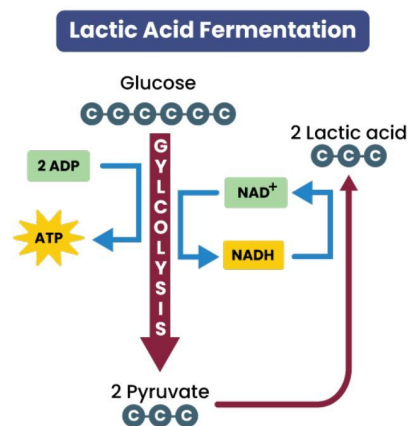
Fermentasi alkohol adalah suatu reaksi perubahan glukosa menjadi etanol dan karbon dioksida menggunakan ragi atau jamur *Saccharomyces cerevisiae*.



Gambar 2.8 Fermentasi Alkohol

b. Fermentasi Asam Laktat

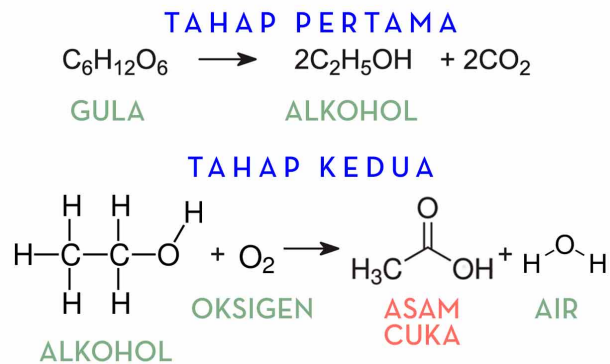
Fermentasi asam laktat merupakan respirasi anaerob yang terjadi pada sel hewan atau manusia ketika kebutuhan oksigen tidak terpenuhi. Fermentasi tersebut terjadi ketika sel otot mengalami kerja terlalu berat.



Gambar 2.9 Fermentasi asam laktat

c. Fermentasi Cuka

Fermentasi cuka harus dilakukan melalui dua tahap, yakni tahap pertama berupa fermentasi alkohol dan tahap kedua yaitu mereaksikan alkohol dengan bakteri *Acetobacter aceti* dan bantuan oksigen sehingga menghasilkan asam cuka.



Gambar 2.10 Reaksi fermentasi cuka

3. Jenis-jenis organisme yang terlibat

Berikut jenis-jenis organisme yang terlibat dalam proses fermentasi.

a. Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang dapat mengkonversi glukosa menjadi asam laktat. Pada umumnya, asam laktat difermentasi oleh bakteri berbentuk batang atau bulat.



Gambar 2.11 Bakteri asam laktat

b. Bakteri Asam Asetat

Bakteri asam asetat berperan dalam mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat. Contohnya adalah *Acetobacter* dan *Gluconobacter*.



Gambar 2.12 Bakteri Acetobacter (kiri) dan bakteri Gluconobacter (kanan)

c. Ragi

Ragi adalah mikroorganisme uniseluler yang berkembang biak secara aseksual dengan cara bertunas. Ragi tersebar luas di alam, baik di udara, tanah, maupun saluran usus hewan. Ragi berperan dalam melakukan fermentasi terhadap roti, alkohol, dan gula invert.

d. Enzim

Enzim adalah protein kompleks yang diproduksi oleh sel mikroba hidup untuk melakukan reaksi biokimia tertentu. Enzim mikroba berperan dalam fermentasi makanan, seperti kopi, teh, dan pastirma.

4. Faktor yang memengaruhi

Menurut Hidayat dan Surhatini (2013), faktor-faktor yang memengaruhi fermentasi antara lain:

a. kelembaban

Jika suatu bahan pangan yang memiliki aktivitas air yang tinggi dipanaskan, mikroorganisme yang berada di dalamnya akan lebih cepat mati karena panas akan lebih

cepat menyebar ketika berada pada media yang mengandung air.

b. pH awal fermentasi

Bahan pangan dengan pH rendah ketika dipanaskan akan lebih cepat membunuh mikroorganisme yang ada pada bahan pangan tersebut.

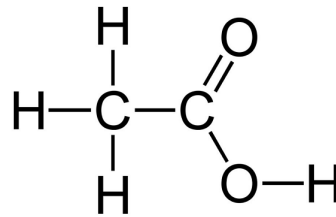
c. suhu

Suhu memengaruhi pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme. Pada suhu tinggi, mikroorganisme mati, sedangkan pada suhu rendah, laju aktivitasnya menurun.

E. Cuka

1. Pengertian

Cuka adalah larutan yang utamanya mengandung campuran 3 asam asetat (CH_3COOH) dan air. Asam asetat ini dihasilkan dari fermentasi etanol oleh bakteri asam asetat. Cuka saat ini sering digunakan sebagai bahan tambahan memasak. Menurut sejarah, cuka adalah golongan asam lemah yang paling mudah didapat. Cuka memiliki ragam penggunaan: industri, kedokteran dan kebutuhan sehari-hari, beberapa di antaranya (misalnya penggunaannya sebagai cairan pembersih rumah tangga) yang masih sering digunakan hingga saat ini.



Gambar 2.13 Rumus struktur cuka

2. Manfaat

Cuka memiliki banyak manfaat, sebagai berikut.

a. Bahan masakan

Cuka dapat menambah rasa asam dan segar pada makanan. Cuka juga berperan dalam mengempukkan tekstur daging yang keras menjadi empuk.

b. Pembersih serbaguna

Cuka memiliki sifat asam yang dapat membantu menghilangkan kotoran, noda, ataupun kerak sabun.

c. Disinfektan

Cuka memiliki kandungan asam asetat sehingga mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan virus.

d. Kesehatan

Cuka dapat membantu meningkatkan kesehatan usus, kekebalan tubuh, dan penyerapan nutrisi. Cuka juga dapat membantu menjaga kadar gula darah, kolesterol, dan berat badan.

3. Jenis-jenis cuka

Berikut macam-macam cuka menurut bahan yang difermentasi.

a. Cuka putih

Cuka putih merupakan cuka yang memiliki asam asetat yang tinggi, yang digunakan untuk memasak dan membersihkan.

b. Cuka apel

Cuka apel merupakan cuka yang terbuat dari fermentasi sari apel, yang biasa digunakan dalam dunia perkulineran dan kesehatan.

c. Cuka beras

Cuka beras merupakan cuka yang berasal dari fermentasi beras, yang digunakan dalam masakan Asia.

d. Cuka pisang

Cuka pisang merupakan produk fermentasi yang dibuat dari pisang.

4. Penentu kualitas cuka

Menurut SNI 01-3711-1995, cuka makan dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan berdasarkan kandungan asam asetat nya yaitu cuka dapur (kadar asam asetat minimal 12,5% b/b) dan cuka meja (kadar asam asetat 4%-12,5% b/b) (SNI, 01-3711-1995). Setiap merek cuka di pasaran memiliki kadar asam asetat dan tingkat keasaman yang berbeda-beda, tergantung pada bahan baku serta proses fermentasi yang digunakan. Kandungan

asam asetat ini berpengaruh pada pH cuka dan menentukan karakteristik sensoris serta fungsionalnya dalam berbagai aplikasi makanan dan kesehatan (Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia, 13(1): 18-22, 2024). Kualitas cuka dipengaruhi oleh beberapa hal sebagai berikut.

a. Suhu

Fermentasi yang dilakukan pada suhu ruang akan menghasilkan lebih sedikit alkohol daripada fermentasi yang dilakukan pada suhu lebih dingin. Jumlah asam asetat yang dihasilkan dari alkohol pada suhu ruang lebih tinggi dibandingkan jumlah asam asetat yang dihasilkan dari alkohol pada suhu dingin.

b. Kadar asam asetat

Sebuah penelitian menunjukkan bahwa kadar asam asetat pada cuka mempengaruhi keasamannya, diindikasikan dengan peningkatan kadar asam asetat akan menurunkan pH cuka (Stifar Riau, 2020).

c. Lama fermentasi

Proses ini menentukan seberapa banyak gula dalam bahan baku yang dapat dikonversi menjadi asam asetat. Semakin lama fermentasi berlangsung, semakin tinggi kandungan asam asetat yang terbentuk, yang akan

meningkatkan tingkat keasaman (menurunkan pH) dan memperbaiki kualitas cuka.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian berupa pembuatan dan pemanfaatan limbah organik dari kulit lemon dan kulit pisang untuk membuat cuka akan dilaksanakan menurut jadwal berikut.

Tabel 3.1 Jadwal waktu dan tempat penelitian

Tanggal	Waktu	Kegiatan	Tempat
5 Desember 2024	5 Hari	Pengumpulan alat dan bahan	-
6 Desember 2024	3 Hari	Melakukan proses fermentasi awal dan pengecekan pH masing-masing	Laboratorium biologi SMA Katolik St Louis 1 Surabaya
9 Desember 2024	3 Hari	Melanjutkan proses fermentasi dan pengecekan pH masing-masing	Rumah anggota
12 Desember 2024	3 Hari	Melanjutkan proses fermentasi dan pengecekan pH	Rumah anggota

		masing-masing	
15 Desember 2024	3 Hari	Melanjutkan proses fermentasi dan pengecekan pH masing-masing	Rumah anggota
18 Desember 2024	3 Hari	Melanjutkan proses fermentasi dan pengecekan pH masing-masing	Rumah anggota

B. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat

Dalam penelitian ini diperlukan alat-alat dan bahan untuk memudahkan pelaksanaan penelitian, berikut ini adalah alat-alat yang diperlukan.

- a. Pisau
- b. Talenan
- c. Timbangan
- d. Corong
- e. Botol reagen
- f. Batang pengaduk
- g. Kompor

- h. Pengaduk
- i. Gelas beker
- j. pH Meter

2. Bahan

Dalam penelitian diperlukan alat-alat dan bahan untuk memudahkan pelaksanaan penelitian, berikut ini adalah bahan-bahan yang diperlukan.

- a. Kulit pisang 60 gram
- b. Kulit lemon 60 gram
- c. Ragi 1 gram
- d. Gula pasir 30 gram
- e. Induk asam cuka (starter) 20 ml
- f. Air mineral 2L

C. Metode dan Analisis Data

1. Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Studi pustaka

Studi pustaka adalah kegiatan untuk mengumpulkan informasi melalui berbagai sumber, seperti dokumen, buku, dan gambar yang relevan dengan penelitian yang dilakukan.

b. Praktikum

Penelitian dilakukan melalui serangkaian tahap praktikum yang dilaksanakan di dalam maupun di luar laboratorium.

2. Teknik analisis data

Teknik analisis data yang diterapkan adalah analisis kuantitatif, yakni analisis varians (ANOVA). Anova adalah metode statistik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dari tiga kelompok atau lebih untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan di antara mereka. Teknik Anova lebih efisien dibandingkan Uji T, dalam penelitian ini ANOVA digunakan untuk membandingkan kedua pH dari cuka kulit pisang dengan cuka kulit lemon.

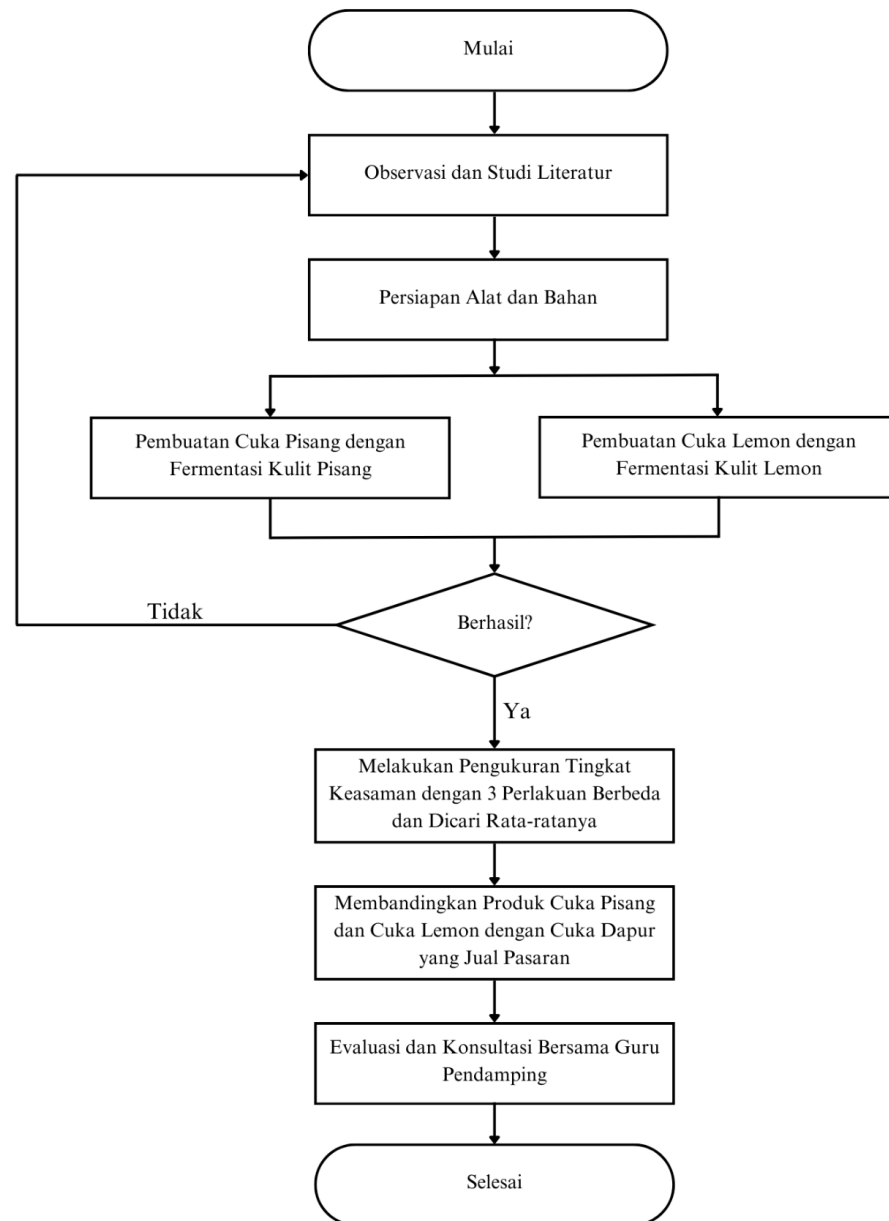
D. Langkah-Langkah

Berikut adalah langkah-langkah yang kami lakukan untuk membuat cuka dari limbah organik berupa kulit pisang dan lemon melalui proses fermentasi.

1. Potong kulit pisang dan lemon menjadi bagian-bagian kecil menggunakan pisau yang telah disiapkan.
2. Kemudian, isi gelas beker dengan air secukupnya, lalu masukan kulit pisang yang dan lemon yang telah dipotong.
3. Letakkan gelas beker di atas kompor lalu merebus kulit pisang dan lemon yang telah dimasukan ke dalam gelas beker berisi air hingga suhu mendidih yaitu 100°C .

4. Matikan api kompor kemudian menyaring air hasil rebusan kulit lemon dan pisang ke dalam sebuah wadah berupa botol reagen.
5. Dinginkan air hasil rebusan selama 30 menit agar suhunya tidak terlalu panas
6. Tambahkan 30 gram gula pasir ke dalam air hasil rebusan kulit pisang dan lemon, kemudian aduk hingga larut dengan rata.
7. Tambahkan 1 gram ragi ke dalam botol, lalu campurkan dengan larutan kulit pisang dan lemon, gula, dan sodium sulfit ke dalam botol yang berisi ragi.
8. Bungkus tutup botol reagen menggunakan plastik agar udara di dalamnya tetap lembab sehingga dapat menjalankan proses fermentasi
9. Diamkan selama kurang lebih 24 jam lalu tambahkan induk cuka, kemudian menutup kedua botol dengan plastik
10. Diamkan botol selama beberapa hari untuk melakukan proses fermentasi, selama proses fermentasi melakukan pengamatan pada hari tertentu untuk mengukur dan menguji pH-nya. Pengujian pH akan menggunakan pH meter.
11. Setelah 2 minggu, hasil fermentasi berupa cuka dari kulit pisang dan lemon telah jadi.

E. Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan percobaan yang telah dilaksanakan, berikut hasil penelitian yang didapat.

Tabel 4.1 Hasil pengamatan pH cuka buah selama dua minggu

Hari ke-	P_1	P_2	P_3	$\bar{x}_P$	L_1	L_2	L_3	$\bar{x}_L$	A
1	5,76	5,86	5,76	5,79	3,56	3,86	3,96	3,79	3,13
4	4,01	4,06	4,01	4,03	4,01	4,06	3,86	3,98	3,13
7	3,56	3,66	3,16	3,46	3,06	3,46	3,56	3,36	3,13
10	2,02	2,14	2,99	2,38	2,99	3,16	3,24	3,13	3,13
13	2,72	3,26	2,89	2,96	2,81	3,08	2,94	2,94	3,13
16	3,62	2,89	3,98	3,83	3,98	4,07	3,80	3,95	3,13
$\bar{x}_{akhir}$	3,62	3,82	3,80	3,74	3,40	3,62	3,56	3,53	3,13

Keterangan : P = pH cuka dari kulit pisang

L = pH cuka dari kulit lemon

A = pH cuka apel (berdasarkan penelitian yang telah ada)

B. Pembahasan

1. Cara mendaur ulang limbah organik dari kulit pisang dan kulit lemon

Kulit pisang dan kulit lemon memiliki banyak kandungan yang bermanfaat untuk tanaman, seperti kalium dan fosfor. Kulit pisang dan kulit lemon dapat didaur ulang menjadi kompos dan pupuk cair yang kaya akan nutrisi untuk tanaman. Kulit lemon dapat dimanfaatkan menjadi cairan pembersih alami dengan cara dicampurkan dan direndam dalam cuka putih selama beberapa minggu. Selain itu, kulit pisang dan kulit lemon juga dapat difermentasi dan diolah menjadi cuka.

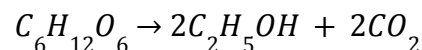
2. Cara membuat cuka dari kulit pisang dan kulit lemon

Pembuatan cuka dilakukan dengan fermentasi, fermentasi merupakan proses biokimia di mana mikroorganisme, seperti bakteri, ragi, atau jamur mengubah bahan organik, contohnya gula atau karbohidrat, menjadi produk lain, seperti alkohol, asam, atau gas dengan bantuan enzim. Proses fermentasi terjadi secara anaerob, yang berarti tidak memerlukan banyak oksigen atau tanpa memerlukan oksigen sama sekali. Fermentasi terbagi dalam dua tahap sebagai berikut.

- a. Fermentasi alkohol

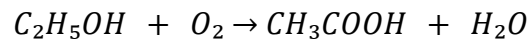
Fermentasi alkohol merupakan proses yang mengubah gula, seperti glukosa atau fruktosa, menjadi

etanol (alkohol) dan karbon dioksida (CO₂). Proses fermentasi alkohol terjadi dengan bantuan ragi atau bakteri *Saccharomyces cerevisiae*, dan tanpa memerlukan bantuan oksigen (anaerob). Proses fermentasi alkohol memerlukan glukosa, sehingga gula (karbohidrat) yang terdapat dalam buah, biji-bijian, atau molase akan diubah menjadi glukosa terlebih dahulu. Glukosa ini kemudian akan dikonsumsi oleh ragi, yang kemudian akan menghasilkan etanol (alkohol) dan karbon dioksida (CO₂) melalui serangkaian reaksi kimia berikut.



b. Fermentasi cuka

Fermentasi cuka adalah proses biokimia di mana bakteri asam asetat, mengubah alkohol menjadi asam asetat (CH₃COOH). Fermentasi cuka dibagi menjadi dua tahap, yaitu fermentasi alkohol yang kemudian diikuti dengan fermentasi asam asetat. Bahan baku yang mengandung gula akan difermentasi oleh ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) untuk menghasilkan etanol (alkohol) dan gas karbon dioksida. Alkohol yang dihasilkan kemudian dioksidasi oleh bakteri asam asetat dengan bantuan oksigen, menghasilkan asam asetat (cuka) melalui serangkaian reaksi kimia berikut.



Menurut Tabel 4.1, hari ke-1 hingga hari ke-10, nilai pH semakin menurun, artinya proses fermentasi alkohol dan cuka sedang berlangsung. Setelah hari ke-10, nilai pH semakin naik, menandakan aktivitas bakteri asam asetat berkurang karena substrat (etanol) semakin habis.

3. Perbedaan kualitas cuka biasa dengan cuka dari kulit pisang dan cuka dari kulit lemon

Cuka dapur di pasaran terdiri atas berbagai merk dan memiliki kadar asam asetat berbeda sehingga memengaruhi perbedaan pH. Jenis cuka yang digunakan sebagai pembanding dalam penelitian ini yaitu cuka apel yang memiliki pH cenderung stabil, yakni memiliki tingkat keasaman sekitar 3,13. Dalam percobaan fermentasi cuka dari kulit pisang dan kulit lemon yang telah dilakukan, tingkat keasaman rata-rata fermentasi cuka kulit pisang yaitu 3,74. Sedangkan, fermentasi kulit lemon memiliki tingkat keasaman rata-rata 3,53.

Berdasarkan Tabel 4.1, terdapat perbedaan pH antara cuka biasa (cuka apel) dengan cuka fermentasi kulit pisang dan kulit lemon. Tingkat keasaman kulit pisang dan kulit lemon lebih tinggi dibandingkan cuka biasa. Namun, tingkat keasaman kulit lemon lebih rendah dibandingkan kulit pisang. Menurut uji anova, perbedaan pH cuka dari kulit lemon dan kulit pisang tidak

signifikan terhadap pH cuka biasa (cuka apel). Pernyataan ini dapat mendukung H_0 , yaitu $\bar{x}_{\text{cuka buah}} = \bar{x}_{\text{cuka biasa}}$. Semakin rendah pH menandakan semakin tinggi kadar asam asetat. Dengan kata lain, kualitas cuka biasa (apel) lebih baik dibandingkan cuka dari kulit pisang maupun cuka dari kulit lemon.

Dalam melakukan uji anova, terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi, antara lain:

1. Uji Normalitas

Data berdistribusi normal jika nilai Sig. > 0,05, sehingga memenuhi syarat untuk mendapat perlakuan uji anova. Sebaliknya, jika nilai Sig. < 0,05, data berdistribusi tidak normal.

Tabel 4.2 Uji normalitas

Tests of Normality							
	Cuka	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH	P1	.212	6	.200 [*]	.948	6	.725
	P2	.252	6	.200 [*]	.941	6	.670
	P3	.256	6	.200 [*]	.836	6	.120
	L1	.243	6	.200 [*]	.876	6	.249
	L2	.210	6	.200 [*]	.870	6	.226
	L3	.226	6	.200 [*]	.912	6	.448
	A	.	6	.	.	6	.

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapat nilai Sig. tiap sampel lebih besar dari 0,05 sehingga data tersebut berdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Data bersifat homogen jika $\text{Sig.} > 0,05$, sebaliknya data bersifat heterogen jika $\text{Sig.} < 0,05$. Menurut Tabel 4.3, $\text{Sig.} > 0,05$ sehingga data pada Tabel 4.1 bersifat homogen.

Tabel 4.3 Uji homogenitas

Tests of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pH	Based on Mean	2.060	6	35	.083
	Based on Median	1.967	6	35	.097
	Based on Median and with adjusted df	1.967	6	16.322	.130
	Based on trimmed mean	2.054	6	35	.084

3. Uji *One Way* ANOVA

Dalam uji ANOVA, untuk menentukan suatu rata-rata data berbeda secara signifikan atau tidak, harus mengetahui nilai F hitung dan F tabel. F tabel didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut.

$$F_{\text{tabel}} = F_{(\alpha)(DK_A, DK_D)}$$

$DK_A = k - 1$, k adalah banyak jenis data (yaitu ada tujuh sampel)

$$DK_A = 7 - 1 = 6$$

$DK_D = n - k$, n adalah total data (yaitu 42 data)

$$DK_D = 42 - 7 = 35$$

Dalam menentukan F tabel, dibutuhkan tabel tingkat signifikansi dengan catatan $\alpha = 0,05$, DK_A adalah pembilang, dan DK_D adalah penyebut sehingga didapatkan hasil F tabel sebagai berikut.

$$F_{\text{tabel}} = F_{(\alpha)(DK_A, DK_D)} = F_{(0,05)(6,35)} = 2,37$$

Tabel 4.4 Uji one way ANOVA

ANOVA					
pH	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.017	6	.336	.481	.818
Within Groups	24.445	35	.698		
Total	26.462	41			

Menurut Tabel 4.4, kolom F menyatakan F hitung, yaitu senilai 0,481. $F_{hitung} < F_{tabel}$, artinya perbedaan rata-rata tujuh sampel cuka tersebut tidak signifikan. Dengan kata lain, hipotesis yang diterima adalah H_0 .

Tabel 4.5 Analisis Deskripsi ANOVA

Descriptives								
pH	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
P1	6	3.6150	1.27320	.51978	2.2789	4.9511	2.02	5.76
P2	6	3.8117	1.21534	.49616	2.5362	5.0871	2.14	5.86
P3	6	3.7983	1.07814	.44015	2.6669	4.9298	2.89	5.76
L1	6	3.4017	.52266	.21338	2.8532	3.9502	2.81	4.01
L2	6	3.6150	.44325	.18096	3.1498	4.0802	3.08	4.07
L3	6	3.5600	.39860	.16273	3.1417	3.9783	2.94	3.96
A	6	3.1300	.00000	.00000	3.1300	3.1300	3.13	3.13
Total	42	3.5617	.80337	.12396	3.3113	3.8120	2.02	5.86

Menurut Tabel 4.5, didapatkan rata-rata pH masing-masing produk, yaitu:

- a. cuka P1 = 3,6150
- b. cuka P2 = 3,8117
- c. cuka P3 = 3,7983
- d. cuka L1 = 3,4017
- e. cuka L2 = 3,6150
- f. cuka L3 = 3,5600
- g. cuka A = 3,1300

Tabel 4.6 Analisis Perbandingan ANOVA

Multiple Comparisons

Dependent Variable: pH

Tukey HSD

(I) Cuka	(J) Cuka	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
P1	P2	-.19667	.48250	1.000	-1.7049	1.3116
	P3	-.18333	.48250	1.000	-1.6916	1.3249
	L1	.21333	.48250	.999	-1.2949	1.7216
	L2	.00000	.48250	1.000	-1.5083	1.5083
	L3	.05500	.48250	1.000	-1.4533	1.5633
	A	.48500	.48250	.949	-1.0233	1.9933
P2	P1	.19667	.48250	1.000	-1.3116	1.7049
	P3	.01333	.48250	1.000	-1.4949	1.5216
	L1	.41000	.48250	.978	-1.0983	1.9183
	L2	.19667	.48250	1.000	-1.3116	1.7049
	L3	.25167	.48250	.998	-1.2566	1.7599
	A	.68167	.48250	.791	-.8266	2.1899
P3	P1	.18333	.48250	1.000	-1.3249	1.6916
	P2	-.01333	.48250	1.000	-1.5216	1.4949
	L1	.39667	.48250	.981	-1.1116	1.9049
	L2	.18333	.48250	1.000	-1.3249	1.6916
	L3	.23833	.48250	.999	-1.2699	1.7466
	A	.66833	.48250	.806	-.8399	2.1766
L1	P1	-.21333	.48250	.999	-1.7216	1.2949
	P2	-.41000	.48250	.978	-1.9183	1.0983
	P3	-.39667	.48250	.981	-1.9049	1.1116
	L2	-.21333	.48250	.999	-1.7216	1.2949
	L3	-.15833	.48250	1.000	-1.6666	1.3499
	A	.27167	.48250	.997	-1.2366	1.7799
L2	P1	.00000	.48250	1.000	-1.5083	1.5083
	P2	-.19667	.48250	1.000	-1.7049	1.3116
	P3	-.18333	.48250	1.000	-1.6916	1.3249
	L1	.21333	.48250	.999	-1.2949	1.7216
	L3	.05500	.48250	1.000	-1.4533	1.5633
	A	.48500	.48250	.949	-1.0233	1.9933
L3	P1	-.05500	.48250	1.000	-1.5633	1.4533
	P2	-.25167	.48250	.998	-1.7599	1.2566
	P3	-.23833	.48250	.999	-1.7466	1.2699
	L1	.15833	.48250	1.000	-1.3499	1.6666
	L2	-.05500	.48250	1.000	-1.5633	1.4533
	A	.43000	.48250	.972	-1.0783	1.9383
A	P1	-.48500	.48250	.949	-1.9933	1.0233
	P2	-.68167	.48250	.791	-2.1899	.8266
	P3	-.66833	.48250	.806	-2.1766	.8399
	L1	-.27167	.48250	.997	-1.7799	1.2366
	L2	-.48500	.48250	.949	-1.9933	1.0233
	L3	-.43000	.48250	.972	-1.9383	1.0783

Setelah Uji ANOVA dilakukan untuk menguji adanya perbedaan yang signifikan dari rata-rata tiap sampel, selanjutnya dilakukan Post-Hoc Test untuk mengetahui lebih rinci perbedaan yang ada setiap sampel.

Tabel 4.7 Hasil uji Bonferroni pada uji ANOVA

ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	1,154211111	2	0,577105556	1,10777	0,3558608	3,68232034
Within Groups	7,814433333	15	0,520962222			
Total	8,968644444	17				
Bonnefroni Adjustment	0,016666667					
Significance?	FALSE					

Pada uji ANOVA di atas, dilakukan uji Bonferroni dengan basis 0,05/3 dan menghasilkan hasil FALSE atau salah, yang berarti hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan yang ada di setiap sampel tidak signifikan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan percobaan yang telah kami lakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa dalam percobaan pembuatan cuka dari bahan organik berupa kulit pisang dan kulit lemon melalui proses fermentasi menghasilkan nilai pH yang berbeda, namun perbedaannya tidak terlalu signifikan ketika dilakukan pengecekan secara berkala setiap tiga hari. Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai pH yang dihasilkan dari fermentasi kulit pisang dan kulit lemon mengalami perubahan seiring waktu, tetapi tetap berada dalam kisaran yang mirip. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena kandungan senyawa organik dalam masing-masing bahan yang berperan dalam proses fermentasi, namun karena metode yang digunakan dalam fermentasi serupa dan melibatkan aktivitas bakteri asam laktat serta asam asetat yang sama, hasil akhirnya tidak jauh berbeda. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi hasil fermentasi adalah kondisi lingkungan tempat fermentasi berlangsung. Selama proses fermentasi, kami memastikan bahwa suhu ruangan berada dalam kondisi optimal untuk mendukung pertumbuhan bakteri yang berperan dalam produksi asam asetat. Suhu yang stabil memungkinkan bakteri bekerja secara maksimal dalam mengubah kandungan gula dari bahan organik menjadi asam, sehingga proses fermentasi berjalan dengan baik. Secara keseluruhan, hasil fermentasi kulit pisang dan kulit lemon menunjukkan

bahwa keduanya dapat digunakan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan cuka organik. Nilai pH yang dihasilkan pun tidak jauh berbeda dengan pH cuka pada umumnya, sehingga dapat dikatakan bahwa metode ini dapat menjadi salah satu alternatif dalam pemanfaatan limbah organik untuk menghasilkan produk yang bernilai guna.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk menguji variasi bahan organik lain, seperti kulit apel atau nanas, guna melihat perbedaan hasil fermentasi. Selain itu, variasi waktu fermentasi serta penggunaan starter bakteri berbeda dapat diuji untuk meningkatkan efektivitas proses. Pengendalian faktor lingkungan, seperti suhu dan kelembaban, juga perlu dilakukan guna menentukan kondisi optimal fermentasi. Terakhir, uji sensoris atau organoleptik terhadap aroma, rasa, dan warna cuka dapat dilakukan untuk menilai potensi penggunaannya sebagai produk konsumsi atau keperluan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Hidayat, Prabowo, Rahmadi, Marwati, Emmawati. (2020). *Teknologi Fermentasi*.

Bogor: IPB Press.

Ayesha, Rahman, Zakiya, Handayani, Irdawati. (2021). *Proses Fermentasi*

Vinegar dan Potensinya sebagai Obat Saluran Pencernaan.

<https://semnas.biologi.fmipa.unp.ac.id/index.php/prosiding/article/view/177/281>.

Liputan6.com. 21 Februari 2023. 10 Manfaat Kulit Lemon yang Ternyata Baik untuk Kesehatan, Kaya Antioksidan. Diakses pada 28 November 2024.

<https://www.liputan6.com/hot/read/5213196/10-manfaat-kulit-lemon-yang-ternyata-baik-untuk-kesehatan-kaya-antioksidan>.

Pelajaran.co.id. 13 Januari 2024. Pengertian Fermentasi : Sejarah, Jenis, Proses, dan Reaksi Fermentasi. Diakses pada 28 November 2024.

https://www.pelajaran.co.id/fermentasi/#Jenis-Jenis_Fermentasi.

Gramedia.com. Pengertian Limbah Organik, Jenis, Ciri, dan Cara Mengolahnya. Diakses pada 28 November 2024.

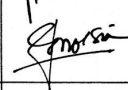
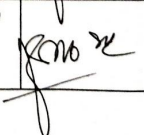
<https://www.gramedia.com/literasi/limbah-organik/>.

LAMPIRAN

FORM KONSULTASI PEMBUATAN KARYA TULIS SMA KATOLIK ST. LOUIS 1 SURABAYA

Judul Penelitian : PEMANFAATAN LIMBAH PADAT BERUPA KULIT PISANG DAN KULIT LEMON MENJADI CUKA BUAH
Pembimbing 1 : F. ASISI SUBONO, S.Si., M.Kes.
Pembimbing 2 : DAHLIA ADIATI, S.Pd.
Penyusun : XII MIPA - 1. / Kelompok 6.

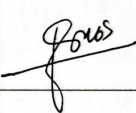
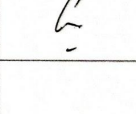
Nama	No. Absen	Nama	No. Absen
1. BIRGITTA DEVINA THASMYN	2	4. MARIA STEPHANIE	17
2. DIONISIUS CHRISTIAN HADJANTO	6	5. MARVEL ARDO GURITNO	18
3. KENZIE WELLINGTON TJAKRA	14	6. VANESSA NADMI CHRISTANTO	35

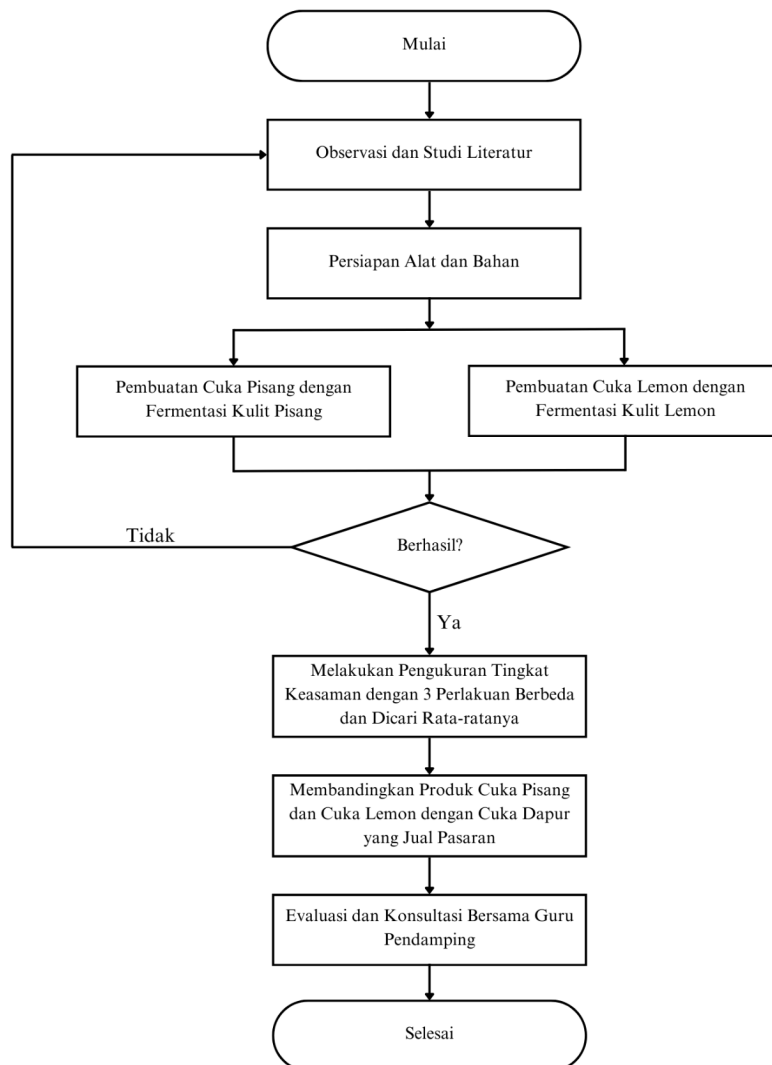
No.	Hari, Tanggal	Kegiatan Konsultasi	Tanda Tangan
1	18/11-2024 Senin	Konsultasi judul, kasulitan di pengumpulan ganti judul yg mudah, (2, 17, 35)	
2	20/11-2024	Konsultasi cara kerja dan rencana analisa data.	
3	13/12-2024	Konsultasi analisa data dan hasil percobaan	
4	15/1-2024	Konsultasi Hasil / data penelitian sudah ok ?	
5	18 Oktober 2024	Mencari topik : pemanfaatan limbah organik padat	
6	22 Oktober 2024	Menentukan topik : pemanfaatan limbah cangkang telur	
7	30 Oktober 2024	Konsultasi topik : krayon edible dari cangkang telur (saran : perlu ditambah kan variabel lain sebagai pembandingan)	
8	12 November 2024	Mengganti topik : gipsum dari cangkang telur dan kulit kerang	

**FORM KONSULTASI PEMBUATAN KARYA
TULIS SMA KATOLIK ST. LOUIS 1
SURABAYA**

Judul Penelitian : PEMANFAATAN UMBAN PADAT BERUPA KULIT PISANG DAN KULIT
LEMON MENJADI CUKA BUAH
Pembimbing 1 : F. ASISI, SUBONO, S.Si., M. Kes.
Pembimbing 2 : DAHLIA ADIATI, S.Pd.
Penyusun : XII MIPA - 11 / Kelompok 6.

Nama	No. Absen	Nama	No. Absen
1. BIRGITTA DEVINA THASMYN	2	4. MARIA STEPHANIE	17
2. DIONISIUS CHRISTIAN HADIANTO	6	5. MARVEL ARDO GURITNO	18
3. KENZIE WELLINGTON TJAKRA	14	6. VANESSA NAOMI CHRISTANTO	35

No.	Hari, Tanggal	Kegiatan Konsultasi	Tanda Tangan
1	7 Februari 2025	Konsultasi perbaikan laporan: penulisan, post hoc	
2	12 Februari 2025	Perbaikan laporan: post hoc dan t-test	
3	12 Februari 2025	Perbaikan laporan: pembahasan dari rumusan masalah nomor 1 dan post hoc	
4			
5			
6			
7			
8			



Lampiran 2. Diagram Tahapan Penelitian

Descriptives

Cuka		Statistic		Std. Error
pH	P1	Mean	3.6150	.51978
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2.2789
			Upper Bound	4.9511
		5% Trimmed Mean	3.5844	
		Median	3.5900	
		Variance	1.621	
		Std. Deviation	1.27320	
		Minimum	2.02	
		Maximum	5.76	
		Range	3.74	
		Interquartile Range	1.90	
		Skewness	.749	.845
		Kurtosis	1.291	1.741
	P2	Mean	3.8117	.49616
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2.5362
			Upper Bound	5.0871
		5% Trimmed Mean	3.7907	
		Median	3.7750	
		Variance	1.477	
		Std. Deviation	1.21534	
		Minimum	2.14	
		Maximum	5.86	
		Range	3.72	
		Interquartile Range	1.53	
		Skewness	.630	.845
		Kurtosis	1.935	1.741
	P3	Mean	3.7983	.44015
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2.6669
			Upper Bound	4.9298
		5% Trimmed Mean	3.7398	
		Median	3.5700	
		Variance	1.162	
		Std. Deviation	1.07814	
		Minimum	2.89	
		Maximum	5.76	
		Range	2.87	
		Interquartile Range	1.48	
		Skewness	1.443	.845
		Kurtosis	2.083	1.741

Lampiran 3. Perbandingan Analisis Deskripsi Normalitas P1, P2, P3

L1	Mean		3.4017	.21338
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2.8532	
		Upper Bound	3.9502	
	5% Trimmed Mean		3.4007	
	Median		3.3100	
	Variance		.273	
	Std. Deviation		.52266	
	Minimum		2.81	
	Maximum		4.01	
	Range		1.20	
	Interquartile Range		1.04	
	Skewness		.222	.845
	Kurtosis		-2.363	1.741
L2	Mean		3.6150	.18096
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.1498	
		Upper Bound	4.0802	
	5% Trimmed Mean		3.6194	
	Median		3.6600	
	Variance		.196	
	Std. Deviation		.44325	
	Minimum		3.08	
	Maximum		4.07	
	Range		.99	
	Interquartile Range		.92	
	Skewness		-.186	.845
	Kurtosis		-2.423	1.741
L3	Mean		3.5600	.16273
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.1417	
		Upper Bound	3.9783	
	5% Trimmed Mean		3.5722	
	Median		3.6800	
	Variance		.159	
	Std. Deviation		.39860	
	Minimum		2.94	
	Maximum		3.96	
	Range		1.02	
	Interquartile Range		.72	
	Skewness		-.788	.845
	Kurtosis		-.835	1.741
A	Mean		3.1300	.00000
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.1300	
		Upper Bound	3.1300	
	5% Trimmed Mean		3.1300	
	Median		3.1300	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.00000	
	Minimum		3.13	
	Maximum		3.13	
	Range		.00	
	Interquartile Range		.00	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.

Lampiran 4. Perbandingan Analisis Deskripsi Normalitas L1, L2, L3, dan A

	<i>Pisang</i>	<i>Lemon</i>
Mean	3,741666667	3,525
Variance	1,366216667	0,19667
Observations	6	6
Pooled Variance	0,781443333	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	0,424525697	
P(T<=t) one-tail	0,340085558	
t Critical one-tail	1,812461123	
P(T<=t) two-tail	0,680171116	
t Critical two-tail	2,228138852	
Bonferroni Adjustment	0,016666667	
Significance?	FALSE	

Lampiran 5. Perbandingan Uji T beserta Bonferroni Adjustment antara Pisang dan Lemon

	<i>Pisang</i>	<i>Apel</i>
Mean	3,741666667	3,13
Variance	1,366216667	2,36658E-31
Observations	6	6
Pooled Variance	0,683108333	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	1,281830643	
P(T<=t) one-tail	0,114411561	
t Critical one-tail	1,812461123	
P(T<=t) two-tail	0,228823122	
t Critical two-tail	2,228138852	
Bonferroni Adjustment	0,016666667	
Significance?	FALSE	

Lampiran 6. Perbandingan Uji T beserta Bonferroni Adjustment antara Pisang dan Apel

	<i>Lemon</i>	<i>Apel</i>
Mean	3,525	3,13
Variance	0,19667	2,367E-31
Observations	6	6
Pooled Variance	0,098335	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	2,181743355	
P(T<=t) one-tail	0,027042928	
t Critical one-tail	1,812461123	
P(T<=t) two-tail	0,054085855	
t Critical two-tail	2,228138852	
Bonferroni Adjustment	0,016666667	
Significance?	FALSE	

Lampiran 7. Perbandingan Uji T beserta Bonferroni Adjustment antara Lemon dan Apel

Lampiran 8. Jawaban sejarah

Indonesia sebagai negara tropis agraris sangat menguntungkan proses dan hasil pertanian. Indonesia menghasilkan banyak buah-buahan, termasuk pisang dan lemon. Limbah kulit buah biasanya dibuang dan menghilangkan nilai guna yang bisa didapat jika diolah. Penelitian ini mendukung inovasi agroindustri dengan cara mengolah limbah kulit buah menjadi cuka. Selain itu, volume limbah makanan, yang merupakan salah satu penyumbang terbesar sampah di Indonesia, dapat berkurang.

Penelitian tersebut menjadi bentuk tanggapan atas *Sustainable Development Goals* (SDGs), terlebih atas poin *Zero Hunger*, yakni berupa ketahanan pangan dengan cara mengurangi pembuangan sisa makanan. Penelitian ini juga berkaitan dengan poin *Responsible Consumption and Production* dengan cara menunjukkan tanggung jawab atas sisa konsumsi agar tidak terbuang percuma. Penelitian ini tidak hanya berfokus pada ilmu alam ataupun teoritis, tetapi juga mengupayakan pelestarian lingkungan berbasis pengetahuan alam.

Di samping aspek ilmu pengetahuan, khususnya bidang bioteknologi, penelitian ini mewujudkan perkembangan dari aspek teknologi pula. Dalam penelitian yang telah dilakukan, peneliti melibatkan penggunaan teknologi berupa aplikasi pengolahan data, yakni SPSS, untuk melakukan analisis dari hasil penelitian. Dengan kata lain, penelitian yang menggunakan data kuantitatif tidak perlu menggunakan proses analisis data secara manual yang membutuhkan waktu lama, melainkan memanfaatkan media teknologi.

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut yang bisa memberikan dampak lebih besar terhadap perkembangan IPTEK di Indonesia. Peneliti di bidang bioteknologi di Indonesia semakin meningkatkan inovasi yang dapat membantu mengurangi permasalahan sampah. Dalam hal ini, bisa muncul produk baru bernilai ekonomi tinggi dari olahan limbah organik. Penerapan dalam skala industri dapat memperluas peluang bagi UMKM dan industri lokal untuk menghasilkan produk fermentasi alami yang ramah lingkungan. Dengan dukungan riset lebih lanjut mengenai efisiensi fermentasi, keamanan pangan, dan potensi manfaat kesehatan, produk cuka buah dari limbah ini bisa menjadi alternatif alami yang lebih sehat dibandingkan cuka sintetis.

Dari sisi lingkungan, pengurangan limbah organik juga dapat membantu menekan emisi gas metana dari sampah organik, yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya berdampak pada perkembangan IPTEK, tetapi juga memiliki nilai ekonomi dan ekologi yang tinggi bagi Indonesia.