

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI TERHADAP
KADAR ETANOL DALAM TEH KOMBUCHA
MENGUNAKAN KROMATOGRAFI GAS**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat sarjana S-1
Program Studi Kimia**



Oleh:

Azzah Atika Mawardah

19106030037

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2026**



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1969/Un.02/DST/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol dalam Teh Kombucha menggunakan Kromatografi Gas

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : AZZAH ATIKA MAWARDAH
Nomor Induk Mahasiswa : 19106030037
Telah diujikan pada : Rabu, 19 Agustus 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A/B

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 6a87d54a65e7c



Penguji I

Khamidinal, S.Si., M.Si.

SIGNED

Valid ID: 6a87c8ae0c9c5



Penguji II

Sudarlin, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 6a86c7f13d84d



Yogyakarta, 19 Agustus 2026

UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 6a8806dd576cc

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains
dan Teknologi UIN Sunan
Kalijaga Yogyakarta di
Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Azzah Atika Mawardah
NIM : 19106030037
Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol dalam Teh Kombucha menggunakan Kromatografi Gas

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 12 Agustus 2026

Pembimbing



Dr. Imelda Fajriati, M. Si.

NIP: 19750725 200003 2 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Azzah Atika Mawardah
NIM : 19106030037
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol dalam Teh Kombucha menggunakan Kromatografi Gas”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 12 Agustus 2026



Azzah Atika Mawardah
NIM 19106030037

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan."

(Q.S Al-Insyirah:6)

*"I've been a puppet, a pauper, a pirate
A poet, a pawn and a king
I've been up and down and over and out
And I know one thing
Each time I find myself flat on my face
I pick myself up and get back in the race"*

(Frank Sinatra)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini kami dedikasikan

untuk almamater Program Studi Kimia

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Berkah kemudahan yang diberikan-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol dalam Teh Kombucha menggunakan Kromatografi Gas” sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai derajat Sarjana Sains di bidang Kimia.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam memberikan dorongan, motivasi, semangat, dan masukan sehingga skripsi ini selesai. Ucapan terimakasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Ibu Dr. Khurul Wardati, M. Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Maya Rahmayanti, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M. Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang secara ikhlas telah memberikan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa sudi.

5. Ibu Erciana Mahmudah, S.Si., ST., selaku PLP Laboratorium Kimia Dasar, dan seluruh staf Laboratorium AKPRIND atas dukungan, bimbingan, serta kesabaran selama proses penelitian berlangsung.
6. Kedua orang tua penulis, Bapak Yuliadi Setiyawan dan Ibu Enny Kusrini yang selalu memberikan doa, motivasi, semangat, nasihat, dan dukungan dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.
7. Asrur Roziki, Kharisma Jaya Abdallah, Muhammad Alamsyah Putra Jaya selaku kakak dan adik penulis yang telah memberikan pengaruh positif, semangat, dan nasihat yang mendukung keberhasilan penulis untuk menyelesaikan studi.
8. Teman-teman Kimia 2019 "Ekuivalen '19", khususnya teman-teman terdekat saya, yang telah menemani, memberikan dukungan, dan menjadi bagian dari perjalanan saya selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyusunan skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat diharapkan. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan secara khusus di bidang kimia.

Yogyakarta, 12 Agustus 2026

Penulis

DAFTAR ISI

PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
A. Tinjauan Pustaka	6
B. Landasan Teori.....	9
1. Teh Kombucha	9
2. Etanol	12
3. Gas Chromatography- Flame Ionization Detector (GC-FID)	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
A. Waktu dan Tempat Penelitian	18
B. Alat-alat Penelitian.....	18
C. Bahan Penelitian.....	18
1. Preparasi dan Fermentasi Sampel	19
D. Cara Kerja Penelitian.	19
2. Pembuatan Larutan Standar	19
3. Pengujian GC-FID	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22

A. Karakteristik Fermentasi Teh Kombucha	22
1. Pemilihan Bahan Baku dan Proses Fermentasi	22
2. Dinamika Perubahan pH dan Pembentukan Asam	23
B. Preparasi dan Analisis Kadar Etanol menggunakan GC-FID	25
C. Analisis Kadar Etanol terhadap Status Kehalalan	33
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	34
A. Kesimpulan	34
B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Nilai pH Teh Kombucha Sebelum dan Sesudah Fermentasi	24
Tabel 4. 2 Waktu retensi dan luas area standar etanol dengan konsentrasi 0,05%, 0,25%, dan 0,50%	30
Tabel 4. 3 Hasil waktu retensi dan kadar etanol sampel kombucha dengan konsentrasi gula 5%, 10%, dan 15%.....	32



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Camellia sinensis	9
Gambar 2. 2 Aktivitas metabolik utama khamir, bakteri asam asetat, dan bakteri asam laktat selama fermentasi kombucha	12
Gambar 2. 3 Diagram kromatografi gas	15
Gambar 2. 4 Detektor nyala api.....	15
Gambar 2. 5 Injector pada gas kromatografi	16
Gambar 4.1 Grafik kadar etanol dari sampel kombucha teh hijau dengan variasi konsentrasi gula 5%, 10%, 15% dan waktu fermentasi 0, 5, 9, dan 13 hari.	27
Gambar 4. 2 Kromatogram sampel etanol gula 5% pada waktu fermentasi 13 hari.....	29
Gambar 4. 3 Kurva kalibrasi standar etanol dengan konsentrasi 0,05%, 0,25%, dan 0,50%.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Perhitungan Gula dan Pembuatan Larutan Standar	40
Lampiran 2: Lembar Hasil Analisis/Kromatogram GC-FID	41
Lampiran 3: Kurva Standar Etanol dan Data Uji GC-FID	48



ABSTRAK

Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol dalam Teh Kombucha menggunakan Kromatografi Gas

Oleh:

Azzah Atika Mawardah

19106030037

Dosen Pembimbing:

Dr. Imelda Fajriati, M. Si.

Teh kombucha merupakan produk minuman hasil fermentasi konsorsium khamir dan bakteri yang menghasilkan berbagai metabolit, salah satunya adalah etanol. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi gula awal (5%, 10%, dan 15%) dan waktu fermentasi (5, 9, dan 13 hari) terhadap kadar etanol yang dihasilkan, serta mengevaluasi titik kritis kehalalannya berdasarkan Keputusan Fatwa MUI No. 10 Tahun 2018 ($< 0,5\%$). Analisis kuantitatif kadar etanol dilakukan menggunakan metode *Gas Chromatography-Flame Ionization Detector* (GC-FID) dengan penambahan 1-propanol sebagai standar internal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi gula awal memengaruhi pembentukan etanol, tetapi peningkatan konsentrasi gula tidak selalu diikuti oleh peningkatan kadar etanol pada setiap waktu pengamatan. Kadar etanol mengalami peningkatan dari hari ke-5 hingga hari ke-9 pada seluruh variasi perlakuan. Kadar etanol tertinggi ditemukan pada sampel gula 15% hari ke-9 (F.9/G.15) yaitu sebesar 0,2412%. Pada hari ke-13, kadar etanol pada sampel gula 15% mengalami penurunan menjadi 0,1609% akibat perombakan etanol menjadi asam asetat oleh bakteri. Secara keseluruhan, kadar etanol pada seluruh sampel berada pada rentang 0,0389%-0,2412%. Seluruh nilai tersebut berada di bawah ambang batas maksimum 0,5%, sehingga teh kombucha dengan variasi gula 5%–15% dan waktu fermentasi hingga 13 hari dikategorikan halal dan aman untuk dikonsumsi.

Kata Kunci: *kadar etanol, waktu fermentasi, gc-fid, halal, teh kombucha, konsentrasi gula.*

ABSTRACT

The Effect of Fermentation Time on Ethanol Content in Kombucha Tea Determined by Gas Chromatography

By:

Azzah Atika Mawardah

19106030037

Supervisor:

Dr. Imelda Fajriati, M. Si.

Kombucha tea is a fermented beverage produced by a consortium of yeast and bacteria, yielding various metabolites, one of which is ethanol. This study aimed to analyze the effect of initial sugar concentration variations (5%, 10%, and 15%) and fermentation times (5, 9, and 13 days) on the resulting ethanol content, as well as to evaluate its halal critical points based on MUI Fatwa Decision No. 10 of 2018 (<0.5%). Quantitative analysis of ethanol levels was conducted using Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC-FID) with 1-propanol added as an internal standard. The results indicated that variations in initial sugar concentration influenced ethanol formation, although an increase in sugar concentration was not always followed by an increase in ethanol levels at every observation time. Ethanol levels increased from day 5 to day 9 across all treatment variations. The highest ethanol concentration was found in the 15% sugar sample on day 9 (F.9/G.15) at 0.2412%. By day 13, the ethanol level in the 15% sugar sample decreased to 0.1609% due to the oxidation of ethanol into acetic acid by bacteria. Overall, the ethanol levels across all samples ranged from 0.0389% to 0.2412%. All values remained below the maximum threshold of 0.5%, categorizing the kombucha tea with 5%–15% sugar variations and fermentation times of up to 13 days as halal and safe for consumption.

Keywords: *ethanol content, fermentation time, gc-fid, halal, kombucha tea, sugar concentration.*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tren gaya hidup sehat kian digandrungi oleh masyarakat global. Data dari McKinsey (2025) menunjukkan bahwa *wellness* kini menjadi praktik harian, bukan sekadar kegiatan sesekali, terutama pada kelompok generasi muda. Gaya hidup sehat merupakan penerapan perilaku hidup untuk menunjang kesejahteraan fisik, mental, dan sosial. Penerapan gaya hidup sehat mencakup berbagai upaya, seperti mengonsumsi makanan bergizi seimbang, beraktivitas fisik secara teratur, beristirahat dengan cukup, mengelola stres, menghindari tembakau dan alkohol, serta menjauhi perilaku seks bebas. Sejalan dengan tren ini, menurut siaran pers dari GlobeNewswire yang diterbitkan oleh MarketsandMarkets (2025), tren pada industri kombucha terus meningkat (Pione, et al., 2025), (Mulyana, et al., 2024), dan (Kim & Adhikari, 2020).

Kombucha adalah minuman teh fermentasi yang dibuat dari teh manis dengan kultur bakteri dan khamir simbiotik (SCOBY). Minuman ini menjadi salah satu contoh populer terhadap minat minuman fungsional, karena mengandung zat bioaktif seperti asam organik, antioksidan, dan probiotik yang bermanfaat untuk kesehatan pencernaan, fungsi imun, dan aktivitas antioksidan. Rasa asam khas pada teh kombucha berasal dari proses fermentasi, yaitu melalui proses pengubahan gula menjadi etanol dan

asam asetat oleh mikroorganisme SCOBY (Onsun, Toprak, & Sanlier, 2025).

Proses fermentasi kombucha berlangsung dalam dua tahap utama: tahap pertama melibatkan khamir yang mengubah gula menjadi etanol, sedangkan tahap kedua melibatkan bakteri yang mengubah etanol menjadi asam asetat (Jang, et al., 2021). Jenis dan jumlah gula yang digunakan sebagai substrat utama berperan penting dalam mendukung pertumbuhan SCOBY. Faktor tersebut, bersama dengan lama dan suhu fermentasi, memengaruhi kadar asam organik, vitamin, senyawa fenolik total, dan alkohol pada kombucha (Miranda, et al., 2022).

Meskipun proses fermentasi memberikan manfaat fungsional, karakteristik fermentasi kombucha bersifat dinamis dan terus berlanjut bahkan setelah dikemas. Selama masa penyimpanan, aktivitas khamir yang masih tersisa dapat terus memecah sisa gula menjadi etanol. Berdasarkan penelitian Sarmila & Romadhan (2025) yang menguji pengaruh lama fermentasi kombucha daun kecapi selama 6, 7, 8, 9, dan 10 hari menunjukkan kadar alkohol tertinggi pada hari ke-9 sebesar 0,03048% dan terendah pada hari ke-6 sebesar 0,03013%. Sedangkan menurut penelitian Vohra, Fazry, Sairi, & Othman (2019) menunjukkan peningkatan kadar etanol yang konsisten seiring waktu pada kombucha teh hijau dan tambahan gula dengan kadar tertinggi pada hari ke-60 sebesar 2,75%

Reiss dalam Spedding (2015) menunjukkan bahwa kadar gula 50 g/L (5%) justru menghasilkan etanol tertinggi dibandingkan konsentrasi

yang lebih tinggi atau lebih rendah karena alasan metabolik yang kompleks. Namun, dinamika kadar etanol ini sangat bergantung pada durasi fermentasi; sebagaimana ditunjukkan dalam temuan Sievers, et al. pada artikel yang sama bahwa dengan penggunaan gula 70 g/L (7%), kadar alkohol mencapai titik puncak pada hari ke-24 (sekitar 1,15% ABV), sebelum akhirnya turun drastis menjadi 0,1% pada hari ke-62 akibat proses oksidasi menjadi asam asetat. Oleh karena itu, penelitian pada rentang waktu 5, 9, dan 13 hari dengan variasi gula 5%, 10%, dan 15% menjadi krusial untuk memetakan apakah puncak kadar etanol pada kondisi penyimpanan suhu ruang akan memengaruhi laju metabolisme tersebut.

Kromatografi Gas (GC) dengan detektor Flame Ionization Detector (FID) memiliki respon linieritas yang sangat tinggi dan batas deteksi yang rendah. Keunggulan teknis ini memungkinkan pemisahan etanol dari komponen volatil lainnya dilakukan dengan presisi tinggi (Nichols, 2024). Penggunaan GC-FID dalam penelitian ini dipilih atas kemampuannya memberikan validasi data yang mutlak untuk membandingkan hasil kadar etanol terhadap ambang batas Fatwa MUI No. 10 Tahun 2018 (0,5%). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kepastian hukum mengenai masa simpan aman atau titik kritis kombucha ditinjau dari aspek kehalalan.

B. Batasan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas dapat diidentifikasi berbagai permasalahan. Untuk memfokuskan bidang penelitian, maka perlu

dibatasi agar penelitian ini mempunyai arah yang jelas. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis teh yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada teh hijau (*Camellia sinensis*) komersial.
2. Variabel penelitian difokuskan pada pengaruh variasi konsentrasi gula pasir (5%, 10%, dan 15%) serta durasi waktu fermentasi
3. (5, 9, dan 13 hari) pada suhu ruang.
4. Analisis kadar etanol dilakukan secara spesifik menggunakan instrumen Kromatografi Gas dengan detektor *Flame Ionization Detector* (GC-FID).

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi waktu fermentasi selama 5, 9, dan 13 hari terhadap kadar etanol dalam teh kombucha?
2. Bagaimana pengaruh kadar gula sebesar 5%, 10%, dan 15% terhadap kadar etanol dalam teh kombucha?
3. Bagaimana titik kritis waktu simpan kadar etanol dalam teh kombucha mulai mencapai batas yang mempengaruhi status kehalalannya berdasarkan Keputusan Fatwa MUI No. 10 Tahun 2018?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji pengaruh variasi waktu fermentasi selama 5, 9, dan 13 hari terhadap kadar etanol dalam teh kombucha.
2. Mengkaji pengaruh kadar gula sebesar 5%, 10%, dan 15% terhadap kadar etanol dalam teh kombucha.
3. Mengkaji titik kritis waktu simpan kadar etanol dalam teh kombucha mulai mencapai batas yang mempengaruhi status kehalalannya berdasarkan Keputusan Fatwa MUI No. 10 Tahun 2018.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah sumber informasi pada masyarakat tentang kadar etanol pada teh kombucha.
2. Menambah *awareness* pada masyarakat mengenai faktor kehalalan teh kombucha sesuai Keputusan Fatwa MUI No. 10 Tahun 2018.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu fermentasi selama 5, 9, dan 13 hari berpengaruh secara signifikan terhadap dinamika kadar etanol dalam teh kombucha. Secara umum, kadar etanol mengalami peningkatan dari hari ke-5 hingga hari ke-9 seiring berjalannya fermentasi. Pada konsentrasi gula 15%, kadar etanol mencapai puncaknya pada hari ke-9 kemudian mengalami penurunan pada hari ke-13 akibat perombakan etanol menjadi asam asetat oleh bakteri. Sementara pada konsentrasi gula 5% dan 10%, kadar etanol terus mengalami kenaikan hingga hari ke-13.
2. Variasi konsentrasi gula awal (5%, 10%, dan 15%) memengaruhi pembentukan etanol, tetapi peningkatan konsentrasi gula tidak selalu diikuti oleh peningkatan kadar etanol pada setiap waktu pengamatan. Pada beberapa perlakuan, kadar etanol pada gula 10% lebih rendah dibandingkan gula 5% pada waktu yang sama. Secara umum, kadar etanol tertinggi diperoleh pada konsentrasi gula 15% pada hari ke-9, yaitu sebesar 0,2412%. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi gula yang lebih tinggi dapat menyediakan substrat yang lebih banyak bagi khamir untuk menghasilkan etanol, tetapi pembentukan etanol juga dipengaruhi oleh kondisi dan aktivitas mikroorganisme selama fermentasi.

3. Kadar etanol tertinggi yang terukur pada seluruh variasi perlakuan adalah sebesar 0,2412% (sampel variasi gula 15% pada hari ke-9). Nilai ini masih berada di bawah ambang batas maksimum 0,5% yang ditetapkan oleh Fatwa MUI No. 10 Tahun 2018. Oleh karena itu, waktu fermentasi hingga hari ke-13 pada seluruh variasi gula (5%, 10%, dan 15%) belum melewati titik kritis kehalalan, sehingga produk teh kombucha yang dihasilkan dikategorikan halal dan aman untuk dikonsumsi.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ada, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Replikasi dan Analisis Statistik (ANOVA):

Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengulangan secara *duplo* atau *triplo* (pengulangan 2-3 kali) pada setiap variasi perlakuan sampel agar data hasil pengukuran dapat diuji secara statistik menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Variance*), sehingga tingkat signifikansi pengaruh interaksi variasi gula dan waktu simpan dapat terukur secara statistik.

2. Analisis Kadar Asam Organik (Asam Asetat):

Perlu dilakukan pengujian kadar asam asetat secara spesifik untuk mengonfirmasi secara pasti apakah terjadi pembentukan asam asetat saat penurunan kadar etanol.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Rubaye, A. F., Hameed, I. H., & Kadhim, M. J. (2017). A Review: Uses of Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Technique for Analysis of Bioactive Natural Compounds of Some Plants. *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research* 2017; 9(1), 81.
- Avivi, S., & B, D. M. (2022). *Metabolomik Manfaatnya Bagi Pemuliaan*. Jember: UPT Percetakan & Penerbitan Universitas Jember.
- Belfarhi, L., Bouhenna, M. M., Bouafir, Y., Boumehira, A. Z., Nebbak, A., Ziani, B. E., . . . Enshasy, H. A. (2020). Medicinal Proprieties and Toxicology of Therapeutic Herbal Tea: A Review. *Bioscience Research*, 2020 volume 17(2), 793-807.
- Bi, C., Krechmer, J. E., Frazier, G. O., Xu, W., Lambe, A. T., Claflin, M. S., . . . Isaacman-VanWertz, G. (2021). Coupling A Gas Chromatograph Simultaneously to A Flame Ionization Detector and Chemical Ionization Mass Spectrometer for Isomer-Resolved Measurements of Particle-Phase Organic Compounds. *Atmos Meas Tech Volume 14, No 5*, 1-15.
- Bishop, P., Pitts, E. R., Budner, D., & Thompson-Witrick, K. A. (2022). Kombucha: Biochemical and Microbiological Impacts on The Chemical and Flavor Profile . *Food Chemistry Advances 1 (2022) 100025* , 2.
- Budiman, A., Kusumaningtyas, R. D., Pradana, Y. S., & Lestari, N. A. (2018). *Biodiesel Bahan Baku, Proses, dan Teknologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Bünzli-Trepp, U. (2021). *Systematic Nomenclature of Organic, Organometallic and Coordination Chemistry*. Berlin: Logos Verlag Berlin.
- Cahyaningtiyas, A., & Sindhuwati, C. (2021). Pengaruh Penambahan Konsentrasi *Saccharomyces Cerevisiae* Pada Pembuatan Etanol dari Air Tebu dengan Proses Fermentasi. . *Distilat*. 2021, 7 (2), 90.
- Deakin, J. J. (2024). *Organic Chemistry Miracles from Plants*. Boca Raton: CRC Press.
- Dencik, A. B., Yahya, F. F., Yoesoef, M. I., & Salim, M. N. (2019). *Statistik Multivariat Analisis ANOVA, MANOVA, ANCOVA, MANCOVA, REPEATED MEASURES dengan Aplikasi EXCEL dan SPSS*. Depok: PT Rajagrafindo Persada.
- Duval, J., Pecher, V., Poujol, M., & Lesellier, E. (2016). Research Advances for The Extraction, Analysis and Uses of Anthraquinones: A Review. *Industrial Crops and Products* 94, 815-826.
- Falasifah, R., Dewanti, B. S., Zubaidah, E., & Sucipto, S. (2025). Pengaruh Konsentrasi Gula dan Waktu Fermentasi Teh Hijau Kombucha (*Camellia*

- sinensis) terhadap Aspek Halal dan Keamanannya. *Kemajuan dalam Ilmu Pangan, Pertanian Berkelanjutan, dan Teknik Agroindustri*, 8(1), 39.
- Fauzia, I. K., Maulina, W., & Misto. (2018). Kajian Membran Nilon Sebagai Filter pada Proses Penjernihan Nira Tebu. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya Volume 3 Nomor 1*, 58.
- Greenwalt, C. J., Steinkraus, K. H., & Ledford, R. A. (2000). Kombucha, the Fermented Tea: Microbiology, Composition, and Claimed Health Effects. *Journal of Food Protection*, Vol. 63, No. 7, 976.
- Greim, H., & Synder, R. (2019). *Toxicology and Risk Assessment: A Comprehensive*. Chennai: John Wiley & Sons Ltd.
- Handayani, D. R., Juliastuti, H., Rakhmat, I. I., Yuslianti, E. R., Pratama, A. G., Hasna, A., . . . Ahtayary, V. P. (2022). *Sayur dan Buah Berwarna Hijau di Lingkungan Rumah*. Sleman: Penerbit Deepublish.
- Hansen, S. H., & Pedersen-Bjergaard, S. (2015). *Bioanalysis of Pharmaceuticals: Sample Preparation, Separation Techniques, and Mass Spectrometry*. Chichester: John Wiley and Sons.
- Ibrahim, N., Lestary, G. A., Hanafi, F. S., Saleh, K., Pratiwi, N. K., Haq, M. S., & Mastur, A. I. (2022). Klasifikasi Tingkat Kematangan Pucuk Daun Teh menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 163.
- Irawati, R. K., Wicaksono, A. T., Salamiyah, Nur, E. W., Sofianto, & Wijaya, T. T. (2023). Exploration and Inventory of Banjar Ethnochemistry as a Learning Source in Indonesia Senior High School Chemistry Context. *Jurnal Tadris Kimiya* 8, 1, 51.
- Jamróz, J., & Jankowski, D. (2018). Characteristics of Producing Ethyl Alcohol. *Technical Transactions* 3/2018, 59.
- Jang, S. S., McIntyre, L., Chan, M., Brown, P. N., Finley, J., & Chen, S. X. (2021). Ethanol Concentration of Kombucha Teas in British Columbia, Canada. *Journal of Food Protection*, Vol. 84, No. 11, 1878.
- Joia, R., & Muhammad, H. (2023). Advancement of Gas Chromatography in Quantitative Analysis. *Серия Химико-биологическая*. No. 3, 25.
- Khazalina, T. (2020). *Saccharomyces cerevisiae* dalam Pembuatan Produk Halal Berbasis Bioteknologi Konvensional dan Rekayasa Genetika. *Journal of Halal Product and Research (JHPR) Volume 3 Nomor 2*, 89.
- Kim, J., & Adhikari, K. (2020). Current Trends in Kombucha: Marketing Perspectives and the Need for Improved Sensory Research. *Beverages*, 6, 15, 6-7.
- Krell, E. (1982). *Handbook of Laboratory Distillation*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.

- Laureys, D., Britton, S. J., & Clippeleer, J. D. (2020). Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 5.
- Miranda, J. F., LarissaFernandesRuiz, Silva, C. B., Uekane, T. M., Silva, K. A., Gonzalez, A. G., . . . Lima, A. R. (2022). Kombucha: A Review Of Substrates, Regulations, Composition, and Biological Properties. *Journal of Food Science Wiley* 2022;87, 503.
- Mulyana, A., Lestari, D., Pratiwi, D., Rohmah, N. M., Tri, N., Agustina, N. N., & Hefty, S. (2024). Menumbuhkan Gaya Hidup Sehat Sejak Dini Melalui Pendidikan Jasmani, Olahraga, Dan Kesehatan. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia (JUBPI) Vol.2, No.2*, 330.
- Neffe-Skocińska, K., Ścibisz, B. S., & Kołożyn-Krajewska, D. (2017). Acid Contents and The Effect of Fermentation Condition of Kombucha Tea Beverages on Physicochemical, Microbiological and Sensory Properties. *CyTA - Journal of Food*, 6.
- Nichols, L. (2024). *Organic Chemistry Lab Techniques*. LibreTexts.
- Nugraha, I., Rakhmanhuda, I., & Aryanti, F. (2024). Analisis Pengaruh Kemiskinan terhadap Pengeluaran Bulanan Menggunakan Korelasi dan Regresi Linear Sederhana. *Senapan Vol. 4 No. 1*, 100.
- Onesiforus, B. Y., Rinihapsari, E., Yarangga, F. T., & Pradistya, R. (2021). Perbandingan Kemampuan Fermentasi Khamir *Saccharomyces cerevisiae* dari Berbagai Media Kultur. *Bioma* 17 (2), 70.
- Onsun, B., Toprak, K., & Sanlier, N. (2025). Kombucha Tea: A Functional Beverage and All its Aspects. *Current Nutrition Reports (2025) 14:69*, 1-2.
- Pastor, K. (2023). *Emerging Food Authentication Metodologies Using GC/MS*. Cham: Springer.
- Pione, A., Medalsy, J., Weaver, K., Callaghan, S., Doner, H., Rickert, S., & Dahm, J.-M. (2025, Mei 29). *The \$2 Trillion Global Wellness Market Gets A Millennial and Gen Z Glow-Up*. Retrieved from McKinsey & Company: <https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/future-of-wellness-trends>
- Puspaningrum, D. H., Sumandewi, N. L., & Sari, N. K. (2022). Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Selama Fermentasi Kombucha Cascara Kopi Arabika (*Coffea arabika* L.) Desa Catur Kabupaten Bangli . *Jurnal Sains dan Edukasi Sains* , 48.
- Ritgen, U. (2023). *Analytical Chemistry I*. Berlin: Springer.
- Rosmiati, Yunus, M., & Raudah. (2024). Pembuatan Asam Asetat dari Limbah Cair Kulit Kopi Arabika (*Coffea arabica*. Sp). *JurnalReaksi (Journal of Science and Technology) Vol. 22 No.02*, 123.

- Sarmila, & Romadhan, M. F. (2025). Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Kombucha Daun Kecapi (*Sandoricum koetjape*). *JOFE : Journal of Food Engineering Vol. 4 No. 3* , 127-134.
- Setiarto, R. H. (2020). *Teknologi Fermentasi Pangan Tradisional dan Produk Olahannya*. Bogor: Guepedia.
- Spedding, G. (2015). *So What Is Kombucha? An Alcoholic or a Non-Alcoholic Beverage? A Brief Selected Literature Review and Personal Reflection; Abstract-Overview*; Retrieved from <https://research.kombuchabrewers.org/wp-content/uploads/kk-research-files/so-what-is-kombucha-an-alcoholic-or-a-non-alcoholic-beverage-a-brief-selectedliterature-review-and-p.pdf>
- Suhardi, H. R., Zummah, A., Zahro, D. M., Rahmah, F. M., Ainida, A. H., & Rani, T. E. (2025). Analisis Kadar Etanol dalam Minuman Legen Menggunakan GC-FID dan Tinjauan Fatwa MUI tentang Produk Fermentasi. *Journal of Islamic Pharmacy Volume 10 (1)*, 50-51.
- Suhendra, C. P., Widarta, I. W., & Wiadnyani, A. A. (2019). Pengaruh Konsentrasi Etanol terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rimpang Ilalang (*Imperata cylindrica* (L) Beauv.) pada Ekstraksi Menggunakan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Vol. 8, No.1*, 27-35.
- Surani, & Asmoro, C. P. (2025). Validasi Metode Penentuan Residu Pestisida Deltametrin pada Daun Teh . *JPLP Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 7 (2) , 102-103.
- Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J.-P., & Taillandier, P. (2018). Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of Food Science Vol. 83, Nr. 3.*, 581-584.
- Vohra, B., Fazry, S., Sairi, F., & Othman, B. A. (2019). Effects of Medium Variation and Fermentation Time Towards the pH Level and Ethanol Content of Kombucha . *AIP Conference Proceedings 2111*, 040008, 3.
- Widayanti, N. P., Athaillah, Agustine, D., Apriyanto, Pada, S. S., Faradika, M., . . . Arifuddin, W. (2025). *Prinsip Prinsip Dasar Ilmu Kimia*. Padang: CV PUSTAKA INSPIRASI MINANG.
- Wolayan, F. R., Hadju, R., & Imbar, M. R. (2022). *Kimia Organik Tatanama, Struktur, Sifat dan Fungsi*. Bandung: CV. PATRA MEDIA GRAFINDO BANDUNG.
- Zubaidah, E., Srianta, I., & Tewfik, I. (2022). Fermented Plant-Based Beverage: Kombucha. In S. Prakash, B. R. Bhandari, & C. Gaiani, *Engineering Plant-Based Food Systems* (p. 215). London: Elsevier.