

# Kombucha: Fisikokimia dan Studi Kritis Tingkat Kehalalan

Lilis Sulistiawaty<sup>1</sup> dan Imas Solihat<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>)Program studi Analisis Kimia, Politeknik AKA Bogor

<sup>2</sup>)Program studi Nanoteknologi Pangan, Politeknik AKA Bogor

\*E-mail: imaskhairani@gmail.com

(Received : 15 Mei 2022; Accepted: 19 Agustus 2022; Published: 26 Agustus 2022)

## Abstrak

Kombucha merupakan salah satu minuman fungsional yang memiliki aktivitas biologis seperti antioksidan, antimikrob, antidiabetes dan antiinflamasi yang dihasilkan melalui proses fermentasi teh dan gula dengan menggunakan kultur starter kombucha yang disebut dengan SCOBY (*Symbiotic culture of bacteria and yeast*). Lamanya waktu fermentasi pada proses pembuatan kombucha akan mempengaruhi sifat fisikokimia dan berkaitan dengan titik kritis kehalalan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perubahan yang terjadi selama proses fermentasi. Kandungan alkohol diuji karena dibutuhkan sebagai standar halal bagi konsumen muslim. Pada penelitian ini digunakan dua jenis teh yaitu teh hijau dan teh hitam. Hasil analisis diperoleh bahwa lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap sifat fisikokimia (berat nata, viskositas, pH, kadar tanin, kadar asam tertitrasi dan kadar alkohol). Semakin lama waktu fermentasi akan meningkatkan berat nata, total asam tertitrasi dan kadar alkohol dan sebaliknya menurunkan sifat viscositas, nilai pH dan kadar tanin dari kombucha. Rata-rata kadar alkohol yang dihasilkan selama 12 hari fermentasi kurang dari 0,5% sesuai dengan standar LPPOM MUI tahun 2018.

*Kata kunci: kombucha; halal; fermentasi*

## Abstract

*Kombucha is a functional drink has biological activities such as antioxidant, antimicrobial, antidiabetic and anti-inflammatory produced by fermentation tea with sugar using a kombucha starter culture called SCOBY (Symbiotic culture of bacteria and yeast). The time of fermentation in the process kombucha will affect the physicochemical properties and is related to the critical point of halal. This study aims to see the changes that occur during the fermentation process. The alcohol content is tested because it is needed as a halal standard for Muslim consumers. In this study, two types of tea were used, namely green tea and black tea. The results of the analysis showed that the length of time of fermentation affected the physicochemical properties (nata weight, viscosity, pH, tannin content, titrated acid content and alcohol content). The longer the fermentation time will increase the weight of nata, total titrated acid and alcohol content and decrease the viscosity, pH value and tannin content of kombucha. The average alcohol content produced during 12 days of fermentation is less than 0.5% according to the 2018 LPPOM MUI standard.*

*Keywords: kombucha; halal; fermentation*

## PENDAHULUAN

Minuman fungsional merupakan salah satu jenis pangan yang memberikan efek menyehatkan ketika dikonsumsi karena kandungannya. Sebagai pangan fungsional, tentunya harus memenuhi gizi serta pemuasan sensori seperti rasa yang enak dan warna yang baik. Minuman fungsional dilengkapi dengan fungsi tersier seperti probiotik, menambah asupan vitamin dan mineral tertentu, meningkatkan stamina tubuh dan mengurangi resiko penyakit tertentu. Minuman fungsional saat ini telah banyak dikembangkan dengan menggunakan bahan-bahan alami seperti daun teh dan bahan alami seperti rempah-rempah yang dikenal dengan bahan herbal (Sarkaya *et al.*, 2020).

Salah satu minuman fungsional yang telah di kenal masyarakat Indonesia adalah kombucha.

Kombucha mengandung beberapa vitamin, mineral, enzim dan asam organik yang dapat berfungsi sebagai antikanker (Jayabalan *et al.*, 2011), dan antidiabetes (Aloulou *et al.*, 2012). Kombucha merupakan minuman fermentasi dari media daun atau buah yang memiliki kandungan fenolik tinggi (Chakravorty *et al.*, 2016) yang ditambahkan dengan gula dan starter kombucha (SCOBY) selama 1-2 minggu (Battikh *et al.*, 2012). SCOBY (*Symbiotic culture of bacteria and yeast*) yang digunakan terdiri dari simbiosis antara bakteri *Acetobacter xylinum* dan beberapa jenis khamir seperti *Saccharomyces cerevisiae* yang membentuk lapisan seperti gel. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses fermentasi diantaranya jumlah starter, gula dan lamanya waktu fermentasi (Soto *et al.*, 2018).

Pada proses fermentasi bakteri berperan dalam mengoksidasi etanol menjadi asam asetat dan khamir berperan untuk memecah glukosa menjadi etanol. Kadar alkohol yang tinggi menjadi masalah tersendiri terkait kehalalan karena sesuai dengan standar Majelis Ulama Indonesia (MUI) kadar alkohol yang dapat dikonsumsi oleh konsumen muslim adalah dibawah 0,5%. Selama proses fermentasi akan terjadi perubahan sifat fisika dan kimia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses pembuatan kombucha teh hijau dan teh hitam dengan parameter yang diamati yaitu sifat fisikokimia yang berkaitan dengan titik kritis kehalalan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah teh hitam merk teh Cap Botol dan teh hijau merk Cap Tjenggol yang diperoleh dari pasar ngesti-Bogor, air mineral, gula kristal putih dan SCOBY. Alat yang digunakan meliputi panci, kompor, serbet, toples, pH Meter (Metrohm 744, Swiss), Neraca analitik (AND-GR 200, Jepang), Viscometer (Brookfield LVDVE, U.S.A), Gas Chromatography (GC-2014 Shimadzu, Jepang), Buret dan alat gelas lainnya.

### Metode Penelitian

Metode penelitian di bagi menjadi 3 tahap yaitu: tahap fermentasi kombucha, tahap analisis fisikokimia dan studi kritis tingkat kehalalan.

### Fermentasi Kombucha

Pembuatan kombucha teh hijau dan teh hitam mengacu pada Penelitian Aditiawati dan Kusnadi (2003), gula kristal putih sebanyak 10% (b/v) di larutkan dengan 3L air dan dipanaskan hingga mendidih kemudian ditambahkan teh hitam dan teh hijau (2% dan 5% b/v) sambil diaduk selama 5 menit. Larutan kemudian disaring dan didinginkan sampai suhu 40 °C kemudian dimasukkan ke dalam toples kaca yang telah di sterilkan terlebih dahulu dengan air panas. Kultur kombucha diinokulasikan kedalam toples sebanyak 10% (b/v) kemudian ditutup dengan serbet bersih yang diikat dengan karet. Fermentasi dilakukan didalam ruangan yang tidak terkena sinar matahari selama 4, 8 dan 12 hari. Pengulangan untuk setiap pengujian dilakukan sebanyak 2 kali.

### Analisis Fisikokimia Dan Studi Kritis Kehalalan

Kombucha teh hijau dan hitam dianalisis sifat fisiknya meliputi total padatan terlarut (Bayu *et al.*, 2017), viscositas (Ningrum dan Toifur, 2014), berat jenis (Fattimura *et al.*, 2016) dan berat nata. Sifat kimia yang dianalisis meliputi nilai pH, total asam tertitrasi (Bhusari *et al.*, 2013) dan kadar tanin (Mutmainnah N *et al.*, 2018). Studi kritis kehalalan

dilakukan dengan pengujian kadar alkohol menggunakan metode gas kromatografi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

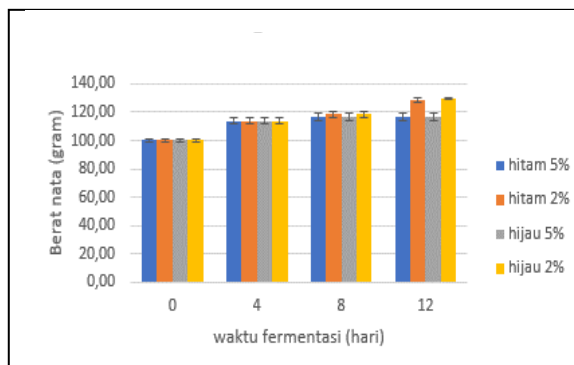
### Fermentasi kombucha

Hasil fermentasi kombucha teh hijau dan teh hitam diperoleh larutan berwarna kuning kecoklatan dan berbau asam. Teh yang telah di fermentasi dengan kultur kombucha rasanya akan berubah. Proses fermentasi dilakukan pada kondisi suhu ruang dan ditutup dengan kain serbet agar ada oksigen yang cukup untuk pertumbuhan bakteri asam laktat pada kondisi aerob. Proses fermentasi pada penelitian ini dilakukan selama 12 hari. Hal ini berdasarkan pada hasil penelitian yang di lakukan oleh Aung dan Eun (2022) bahwa fermentasi selama 12-14 hari pada daun *Porphyra dentata* menghasilkan perubahan sifat fisikokimia yang paling maksimal.

### Analisis Fisikokimia

#### Berat Nata

Lamanya waktu fermentasi akan mempengaruhi aktivitas bakteri yang terkandung dalam starter kombucha (*Acetobacter xylinum*) dalam menghasilkan nata/selulosa yang berwarna kecoklatan. Nata yang terbentuk akan terapung diatas permukaan cairan karena adanya gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh bakteri *Acetobacter xylinum* pada saat proses metabolisme. Sumber karbon yang digunakan sebagai media pertumbuhan mikroba berasal dari gula yang digunakan pada proses fermentasi. Hasil analisis berat nata selama proses fermentasi dapat dilihat pada Gambar 1.

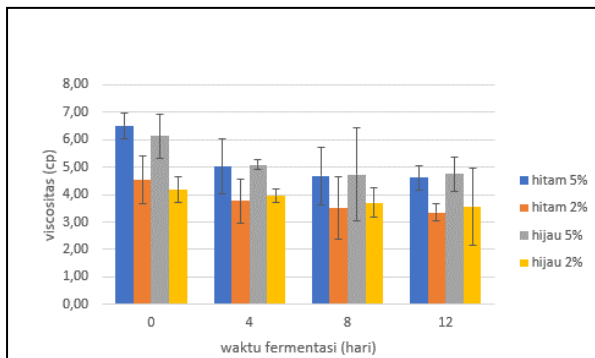


Gambar 1. Berat nata kombucha selama proses fermentasi

Berdasarkan Gambar 1 berat nata pada kombucha teh hijau dan teh hitam semakin meningkat selama proses fermentasi. Hal ini terjadi karena selama proses fermentasi terjadi pemecahan zat gula menjadi glukosa dan fruktosa serta terbentuknya komponen ikatan karbon pembentuk selulosa (Nurikasari *et al.*, 2017).

### Viskositas

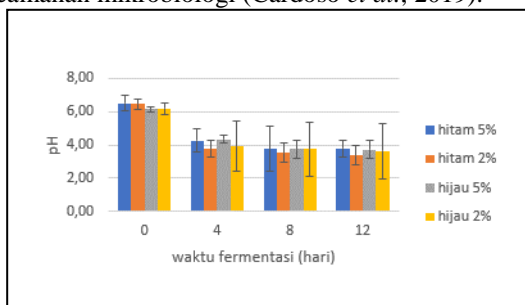
Viskositas yang dihasilkan dari kombucha teh hitam dan teh hijau semakin menurun pada saat proses fermentasi. Data viskositas kombucha dapat dilihat pada Gambar 2. Kandungan gula selama proses fermentasi akan semakin menurun sehingga akan membuat aktivitas air semakin menipis dan cairan menjadi encer. Penurunan pH selama proses fermentasi akan membuat larutan menjadi asam dan tingkat kekentalan larutan akan menurun (Purbat *et al.*, 2018).



Gambar 2. Viskositas kombucha selama fermentasi

### Nilai pH

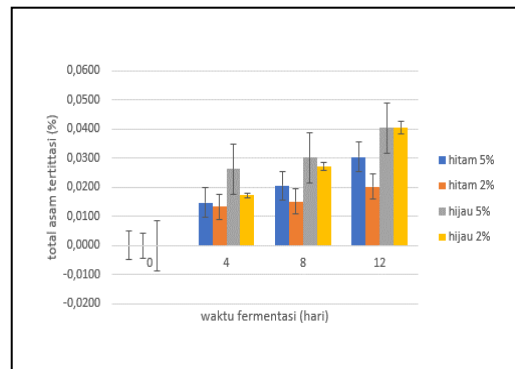
Pada hasil penelitian baik fermentasi teh hijau maupun teh hitam menunjukkan nilai pH yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Afifah pada tahun 2010. Penurunan nilai pH terjadi karena adanya peningkatan jumlah proton  $H^+$  dari asam-asam organik hasil konversi glukosa menjadi asam organik dan asam glukonat oleh bakteri *Acetobacter xylinum* (Goh *et al.*, 2012). Hasil analisis untuk nilai pH dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai pH selama proses fermentasi berkisar antara 4,28 sampai 3,36 sehingga masih aman untuk dikonsumsi (Nummer, 2013). Nilai pH di bawah 2,5 akan beresiko untuk Kesehatan karena kandungan asam asetat yang terlalu tinggi dan pH diatas 4,2 beresiko terhadap keamanan mikrobiologi (Cardoso *et al.*, 2019).



Gambar 3. Nilai pH kombucha selama proses fermentasi

### Total asam tertitrasi

Total asam tertitrasi (TAT) adalah konsentrasi total asam yang terkandung dalam suatu bahan (Kamaluddin dan Handayani, 2018). Nilai total asam tertitrasi berkaitan erat dengan nilai pH. Kenaikan total asam menunjukkan menurunnya nilai pH. Hasil total asam tertitrasi dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai total asam pada kombucha teh hijau dan teh hitam berdasarkan gambar 4 semakin lama semakin meningkat karena semakin banyaknya gula yang terhidrolisis menjadi asam (Sopandi dan Wardah, 2014).

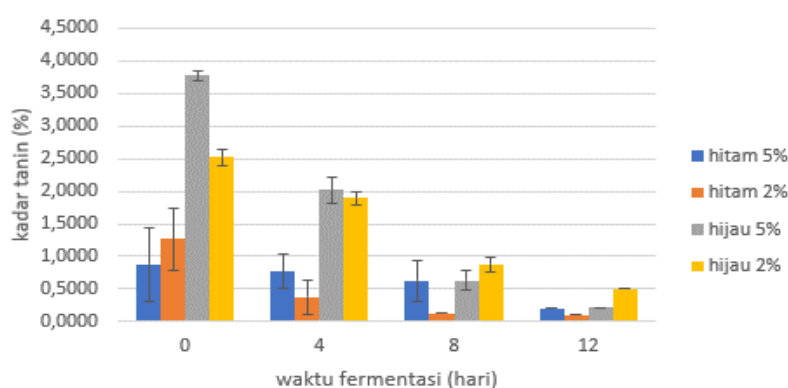


Gambar 4. Total asam tertitrasi kombucha selama proses fermentasi

### Kadar tanin

Tanin adalah suatu senyawa fenol yang memiliki berat molekul besar dan terdiri dari gugus hidroksi seperti karboksil untuk membentuk kompleks yang kuat dengan protein dan beberapa makromolekul (Tanjung *et al.*, 2016). Tanin yang terlarut dalam air dapat menimbulkan rasa sepet. Kadar tanin pada kombucha hasil fermentasi dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 5. Kadar tanin kombucha selama proses fermentasi

Kandungan tanin berdasarkan Gambar 5 semakin lama menurun baik pada kombucha teh hitam maupun teh hijau. Hal ini karena terjadi oksidasi tanin menjadi senyawa tehaflavin, teharubigin dan tehaftoquinon. Hal ini juga terjadi karena aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum* yang dapat mempolimerisasika katekin yang terkandung dalam teh sebagai media dari fermentasi

#### Studi kritis kehalalan kombucha

Halal adalah semua kegiatan yang diperbolehkan untuk digunakan atau dilaksanakan dalam agama islam (Majidah *et al.*, 2022). Kehalalan sudah menjadi isu global yang banyak diperhatikan di berbagai negara termasuk mengenai kombucha. Menurut fatwa Majelis Ulama Indonesia Nomor 10 tahun 2018 tentang produk makanan dan minuman yang mengandung alkohol bahwa untuk penggunaan alkohol hasil industri non khamr untuk bahan produk minuman apabila secara medis tidak membahayakan selama kadar alkohol pada produk akhir kurang dari 0,5% maka hukumnya halal. Kombucha merupakan salah satu minuman hasil fermentasi yang mengandung alkohol dengan kadar tertentu. Oleh karena itu perlu di cermati kandungan alkohol yang dihasilkan agar dapat dikonsumsi oleh konsumen muslim. Produk kombucha dikatakan halal jika secara kualitas menunjukkan bahwa produk kombucha yang dihasilkan dari rangkaian yang halal dari awal hingga akhir (Priyono dan Riswanto, 2021).

Pada penelitian ini digunakan empat bahan baku utama yaitu:

##### 1. Air

Titik kritis dari industri air adalah bahan penolong pada tahap proses pemurnian. Tahap pemurnian air dapat menggunakan karbon aktif, resin dan saringan pasir. Karbon aktif yang umum digunakan adalah dari kayu, batu bara dan tempurung kelapa. Dikhawatirkan yang digunakan sebagai karbon aktif adalah tulang dari hewan yang tidak halal. Air yang digunakan dalam prose pembuatan teh hijau dan teh hitam kombucha pada penelitian ini adalah air minum dalam kemasan

dengan nomor SNI 01-3553-2006 dan telah bersertifikat halal dengan nomor 00120016900801

##### 2. Teh

Teh termasuk kedalam positif list daftar halal MUI karena pada proses pembuatannya hanya melalui pengeringan secara alami ataupun dengan panas dari peralatan tanpa adanya bahan tambahan. Teh yang digunakan pada penelitian ini telah memiliki logo halal dengan nomor 00120006581097

##### 3. Gula

Titik kritis industri gula adalah pada bahan penolong proses pembuatan gula yaitu jika digunakan enzim pada gula rafinasi yang dibuat dari raw sugar. Enzim yang digunakan bisa bersumber dari nabati, hewani atau microbial. Jika digunakan enzim dari hewani maka perlu dipastikan sumber hewannya dan cara penyembelihannya sedangkan jika bersumber dari microbial harus dipastikan media dan bahan penolong proses tidak berasal dari bahan yang haram. Pada proses pemutihan gula juga sering digunakan karbon aktif yang harus dipastikan sumbernya dari bahan yang halal. Pada penelitian ini digunakan gula dengan nomor halal 00230096380619.

##### 4. Kultur starter kombucha

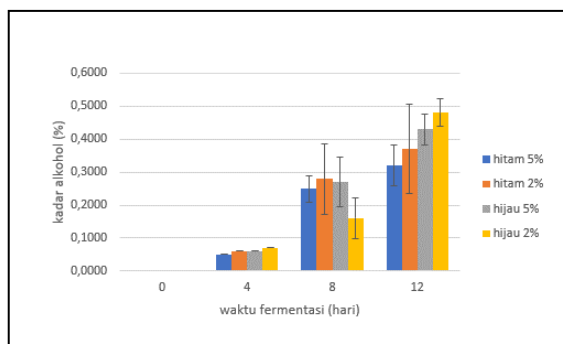
SCOBY yang digunakan merupakan simbiosis antara bakteri dan kapang. Mikroba yang digunakan harus bersifat aman bagi manusia. Titik kritis pada microbial adalah sumber gen dan substrat atau media pertumbuhan yang digunakan apakah bersifat halal atau haram. Produk metabolisme dari mikroba pada kombucha yang perlu diperhatikan yaitu terkait produksi alkohol.

Titik kritis kehalalan produksi kombucha dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis alkohol pada kombucha dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 1. Titik kritis kehalalan produksi kombucha

Proses	Pembahasan
Penimbangan bahan	Non kritis karena melibatkan bahan positif list
Perebusan	Non kritis karena melibatkan bahan positif list
Penyaringan	Non kritis karena melibatkan bahan positif list
Pendinginan	Non kritis karena melibatkan bahan positif list
Inokulasi dan fermentasi	Titik kritis karena dihasilkan metabolit sekunder yaitu alkohol

Kadar alkohol dari kombucha teh hijau dan teh hitam semakin meningkat seiring dengan lamanya proses fermentasi. Hal tersebut terjadi karena glukosa yang terkandung pada cairan teh telah diubah menjadi alkohol. Peningkatan kadar alkohol juga diakibatkan oleh aktivitas khamir yang menghasilkan enzim alkohol dehidrogenase yang akan memecah gula menjadi alkohol. Semakin lama proses fermentasi pada kombucha akan membuat aroma cairan semakin menyengat dan berasa alkohol. Kandungan alkohol terbesar yaitu pada fermentasi selama 12 hari sebesar 0,48% yang mendekati batas kehalalan konsumsi. Menurut Rahayu (2007) jika waktu fermentasi terlalu lama akan menyebabkan transformasi alkohol menjadi asam cuka yang dihasilkan dari *Acetobacter aceti*.



Gambar 6. Kadar alkohol kombucha selama proses fermentasi

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar alkohol diantaranya dengan pengenceran, pasteurisasi, destilasi alkohol dan memfilter bakteri atau yeast yang memproduksi alkohol sehingga kadar alkohol yang dihasilkan berada di bawah standar sebesar 0,5% (Kim & Adhikari, 2020).

## KESIMPULAN

Lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap sifat fisikokimia (berat nata, viskositas, pH, kadar tanin, kadar asam tertitrasi dan kadar alkohol). Bahan yang digunakan dalam pembuatan kombucha teh hijau dan teh hitam merupakan bahan yang termasuk kedalam positif list. Rata-rata kadar alkohol yang dihasilkan selama 12 hari fermentasi

kurang dari 0,5% sesuai dengan standar LPPOM MUI Nomor 10 tahun 2018. Penelitian dapat dilanjutkan dengan menambahkan waktu fermentasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditiawati, P dan Kusnadi. (2003). "Kultur campuran dan faktor Lingkungan Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi Tea Cider". PROC. ITB. *Sains dan Teknologi*, vol. 5, no. 2, pp. 147-162.
- Aloulou, A., Hamden, K., Elloumi, D., Ali, M.B., Hargafi, K., Jaouadi, B., Ayadi, F., Elfeki, A., & Ammar, E. (2012). Hypoglycemic and antilipidemic properties of Kombucha tea in alloxan induced diabetic rats. *BMC Complement. Oh, Altern. Med.*, 12, 63-71.
- Aung, T., Eun, J.B. (2022). Impact of time and temperature on the physicochemical, microbiological and nutraceutical properties of laver kombucha (*Porphyra dentata*) during fermentation. *Food Science and Technology*, 154-112643.
- Battikh, H., Chaieb, K., Bakhrouf, A., & Ammar, E. (2013). Antibacterial and antifungal activities of black and green kombucha teas. *Journal of Food Biochemistry*, 37, 231-236.
- Bayu M K., Nurwantoro., Risqiati H. (2017). Analisis total padatan terlarut keasaman kadar lemak dan tingkat viskositas pada kefir optima dengan lama fermentasi yang berbeda. *J Teknol Pangan*. 1:33-38
- Bhusari S I., Desai V D, Nalawade M L., Wadkar S S., Ghosh J S. (2013). Fermentation and characterization of wine from fruits of phoenix dactylifera using *Saccharomyces cerevisiae* NCIM3495. *Int Food Res J*, 20 :3411-3415.
- Cardoso, R.Z., Neto, R.O., D'Almeida, C.T.S., Nascimento, T.P. (2019). Kombucha from green and black teas have different phenolic profile, which impact their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. *Food research international*
- Chakravorty, S., Bhattacharya, S., Chatzinotas, A., Chakravorty, W., Bhattacharya, D., & Gachhui, R. (2016). Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics, *International Journal of Food Microbiology*, 220, 63-72.
- Fatimura M., Daryanti., & Santi. (2016). Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah bekas rumah makan dengan variasi penambahan katalis KOH pada proses transesterifikasi. *Jurnal kelautan tropis*.21(2):137-144
- Fatwa Majelis Ulama Indonesia Nomor : 10 Tahun 2018 Tentang Produk Makanan Dan Minuman Yang Mengandung Alkohol/Etanol, Pub. L. No. 10 tahun 2018, Majelis Ulama Indonesia 1.(2018).<http://www.halalmui.org/images/st>

- ories/Fatwa%20Makanan%20dan%20Minuman%20Mengandung%20Alkohol%20(INA).pdf
- Goh, W.N., Rosma A., Kaur, B., Fazilah, A., Karim A.A. dan Rajeev Bhat. (2012). Fermentation Of Black Tea Broth (Kombucha): Effects of Sucrose Concentration and Fermentation Time on Teh Yield Of Microbial Cellulose. *International Food Research Journal*, 19(1), 109– 117
- Jayabalan, R., Chen, P.N., Hsieh, Y.S., Prabhakaran, K., Pitchai, P., Marimuthu, S., Thangaraj, P., Swaminathan, K., & Yun, S.E. (2011). Effect of solvent fractions of kombucha tea on viability and invasiveness of cancer cells - Characterization of dimethyl 2- (2-hydroxy-2- methoxypropylidene) malonate and vitexin. *Indian Journal of Biotechnology*, 10, 75-82
- Kamaluddin, M.J.N., & Handayani, M.N. (2018). Perbedaan jenis hidrokoloid terhadap karakteristik *Fruit Leatehr* Pepaya. *Edufortech*, 3(1)
- Kim, J., & Adhikari, K. (2020). Current Trends in Kombucha: Marketing Perspectives and teh Need for Improved Sensory Research. *Beverages*, 6(1), 1–19. <https://doi.org/10.3390/beverages6010015>.
- Majelis Ulama Indonesia. (2021). Daftar Belanja Produk Halal LPPOM MUI Pusat. Acuan Sertifikasi Halal HAS 23000.
- Majidah, L., Gadizza, C., Gunawan, S. (2022). Analisis pengembangan produk halal minuman kombucha. *Halal research*, 2(1):36-51.
- Mutmainnah N, Chadijah S, Qaddafi M. (2018). Penentuan suhu dan waktu optimum penyeduhan batang teh hijau (*Camelia Sinensis L.*) terhadap kandungan antioksidan kafein, tannin dan katekin. *Lantanida Journal*. 6(1):1-102.
- Nummer, B. a. (2013). Kombucha brewing under teh Food and Drug Administration model Food Code: risk analysis and processing guidance. *Journal of Environmental Health*, 76(4), 8– 11.
- Nurikasari, M., Puspitasari, Y., nad Siwi, R. P. (2017). Characterization and analysis kombucha tea antioxidant activity based long fermentation as a beverage functional. *Journal of global research in public health*, 2(2).
- Priyono., Riswanto, D. (2021). Studi jritis minuman teh kombucha: manfaat bagi Kesehatan, kadar alkohol dan sertifikasi halal. *International journal mathla'ul anwar of halal issues*, 1(1):9-18.
- Purba, A.P., Dwiloka, B., & Rizqianti H. (2018). Pengaruh lama fermentasi terhadap bakteri asam asetat laktat (BAL), viskositas, aktivitas antioksidan, dan organoleptic water kefir anggur merah (*Vitis vinifera L.*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(1), 49-51.
- Rahayu, T., & Rahayu T. (2007). Optimasi fermentasi cairan kopi dengan inokulan kultur kombucha (Kombucha coffee). *Jurnal penelitian sains & teknologi*, 8(1), 15-29
- Sarkaya, Piner., Akan E., Kinik O. (2020). Use of kombucha culture in teh production of fermented dairy beverages. *Food Science and technology*.
- Sopandi, T., & Wardah. A. (2014). Mikrobiologi Pangan, Tehory dan Praktik. Yogyakarta:Andy Offset Press.
- Soto, S.A.V., Bouajila, J., Sourhard, J.P., and Tailandier, P. (2018). Understanding kombucha tea fermentation: A review. *Journal of food science*, 83:3
- Tanjung, R., Hamzah, F., & Efendi, R. (2016). Lama fermentasi terhadap mutu teh daun sirsak (*Annona muricata L.*). *JOM Faperta UR*, 3(2).
- Susana, T. (2003). Air Sebagai Sumber Kehidupan. Oseana. 28(3): 17-25. *Jurnal Akuatek*. 1(1): 59-65.
- Sartika, D. (2012). Studi Kadar Tembaga (Cu) Pada Air dan Ikan Gabus di Sungai Pangkajene Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep 2012. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar.