



Karakteristik Kimia dan Mikrobiologis Cuka Kurma Jenis Khalas (*Phoenix dactylifera*)

*Chemical Characterization and Microbiology of Khalas's Date Vinegar (*Phoenix dactylifera*)*

Devi Arianty^{1*}, Nur Adawiyah Mahmud¹, & Ernawati²

¹Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Muhammadiyah Kupang, Jl. KH. Ahmad Dahlan No.17, Kayu Putih, Oebobo, Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia, 85228

²Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Kupang, Jl. KH. Ahmad Dahlan No.17, Kayu Putih, Oebobo, Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia, 85228

*email: deviarianty@unmuhkupang.ac.id

Diserahkan [8 Agustus 2023]; Diterima [7 September 2023]; Dipublikasi [29 Februari 2024]

ABSTRACT

Date vinegar is a processed date product that has a high nutritional content that improves the function of the body's work system. This research aims to identify the chemical characterization and microbiology of date vinegar as an antimicrobial during the fermentation process. This study used a descriptive method for 30 days of the fermentation of date vinegar. The results were analyzed by a qualitative description of each parameter. Parameters observed were characterization of date vinegar compared to standard fermented vinegar according to SNI 01-4371-1996, organic acids, total phenols, and antimicrobial effect. The results indicated that the fermentation of Khalas dates for 30 days produced a pH of 4, 7.15% dissolved solids, 0% alcohol, 6% acetic acid, organic acid odor, liquid form, and dark brown color. The bioactive content of date vinegar was obtained using GC-MS a total of 44 compounds with two highest peaks were detected at RT 21.68 and RT 22.08. The resulting compounds are hexadecenoic methyl ester, Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester dan Pentadecanoic acid, 13-methyl-, methyl ester, area at 19.98. On the other peaks are l-(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate, Estra-1,3, 5 (10)- trien-17 β -ol, area at 9.79. Total phenol was 6213.57 mg/L, and the highest antimicrobial activity was with a concentration of 100% date vinegar of 15.27 mm.

Keywords: antimicrobial; bioactive; phenolic; date palm khalas

ABSTRAK

Cuka kurma merupakan produk olahan kurma yang memiliki kandungan gizi tinggi yang berperan dalam meningkatkan fungsi dari sistem kerja tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sifat kimia dan mikrobiologis cuka kurma yang diperoleh melalui proses fermentasi. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif pada pembuatan cuka kurma dengan lama fermentasi 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi cuka kurma jenis Khalas menghasilkan pH 4, Padatan terlarut 7.15%, alkohol 0%, asam asetat 6%, aroma asam organik, bentuk cair, warna coklat pekat. Kandungan bioaktif cuka kurma diperoleh menggunakan GC-MS dengan total seluruhnya yang terdeteksi adalah 44 senyawa dengan 2 puncak tertinggi diperoleh pada RT 21.68 dan RT 22.08. Kedua puncak tersebut menghasilkan senyawa metil ester asam heksadesenoat, asam pentadekanoat, 14-metil-, metil ester dan asam pentadekanoat, 13-metil-, metil ester dengan luas 19,98. Senyawa l-(+)-asam askorbat 2,6-diheksadekanoat, Estra-1,3,5(10)-trien-17 β -ol dengan luas 9,79. Total fenol sebesar 6213.57 mg/L dan aktifitas antimikroba tertinggi dengan konsentrasi 100% cuka kurma sebesar 15.20 mm.

Kata Kunci : antimikroba; bioaktif; fenol; kurma khalas

Saran sitasi: Arianty, D., Mahmud, N. A., & Ernawati. 2024. Karakteristik Kimia dan Mikrobiologis Cuka Kurma Jenis Khalas (*Phoenix dactylifera*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 17(1), 70-86. <https://doi.org/10.20961/jthp.v17i1.77604>

PENDAHULUAN

Kurma (*Phoenix dactylifera*) merupakan salah satu buah yang berasal dari negara Timur Tengah. Umumnya kaum muslimin mengonsumsi kurma sepanjang bulan Ramadhan karena mengandung nutrisi yang baik dalam menjaga kesehatan tubuh selama berpuasa. Buah kurma dikenal sebagai makanan yang tinggi nutrisinya seperti karbohidrat, protein, lipid, mineral dan vitamin esensial yang dibutuhkan oleh tubuh. Beberapa komponen bioaktif yang terdapat pada buah kurma adalah karetenoid, polifenol (asam fenol dan flavanoid), streol dan tanin, yang dimana kandungannya berbeda sesuai dengan varietas, waktu panen, proses penanganan pasca panen, penyimpanan, kondisi tanah dan kondisi geografis.

Kurma termasuk dalam tumbuhan monokotil yang dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian 1500 meter. Buah kurma memiliki kandungan yang berbeda dengan buah yang lainnya, hal ini dapat disebabkan salah satunya karena fase pertumbuhan kurma terdiri dari lima fase yaitu *Sadda*, *Kimri*, *Khalaal*, *Rutab* dan *Tamr* (Chandrasekaran dan Bahkali, 2013). Asal dan varietas kurma pada setiap negara berbeda, untuk kurma varietas Khalas atau Khalasah berasal dari negara Oman. Kurma dalam bahasa arab “Khalas” memiliki makna intisari. Konsumsi Khalas lebih disukai di Saudi Arabia dan dianggap sebagai varietas terbaik kerajaan Saudi. Hal ini disebabkan karena rasa kurma Khalas memiliki tingkat kemanisan yang sedang dengan adanya rasa karamel mentega yang manis. Rasa manis tersebut dapat berasal dari kandungan gula sederhana seperti glukosa, fruktosa dan sukrosa. Buah Kurma umumnya dimanfaatkan langsung atau sebagai produk fermentasi.

Proses fermentasi terjadi ketika bakteri merubah etanol menjadi asam asetat melalui jalur fermentasi oksidatif. Enzim yang berperan aktif dalam perubahan menjadi asam asetat adalah aldehid dehidrogenase dan alkohol dehidrogenase,

yang dimana etanol akan dikonversi menjadi asetaldehid dan kemudian menjadi asam asetat (La China *et al.*, 2018). Faktor utama yang dapat meningkatkan aktifitas bakteri asetat saat fermentasi adalah komposisi bahan, strain, waktu dan proses yang dilakukan. Beberapa produk fermentasi seperti sirup, wine, minuman probiotik dan cuka.

Vinegar atau cuka merupakan hasil dari aktifitas *yeast* dan bakteri asetat selama proses fermentasi. Cuka dalam kehidupan sehari-hari dapat digunakan sebagai tambahan makanan, obat dan agen pembersih, namun secara umum cuka lebih banyak digunakan dalam produk pangan. Cuka kurma merupakan salah satu cuka yang terbilang baru terdapat dipasaran namun penggunaannya sudah sangat lama khususnya di daerah Timur tengah. Pemanfaatan cuka kurma dalam bahan pangan dapat mempengaruhi nilai sensorik dan sebagai preservatif alami (Cañete-Rodríguez *et al.*, 2016). Cuka kurma memiliki kandungan nutrisi yang tinggi seperti karbohidrat, asam amino esensial, mineral dan bioaktif (polifenol) yang mampu berperan sebagai antimutagenik, antikarsinogenik, antinflamatori dan antioksidan. Selain itu cuka kurma berpotensi sebagai antioksidan yang dapat mempertahankan imunitas dan menghambat toksin yang merusak fungsi sistem kerja tubuh.

Polifenol adalah senyawa yang dapat berperan sebagai antioksidan. Umumnya banyak terdapat di kacang-kacangan, sayuran dan buah-buahan. Senyawa fenolik merupakan salah satu metabolit sekunder yang dapat berperan sebagai sumber pangan fungsional yang berkaitan dengan aktifitas antioksidan. Polifenol dapat menghambat toksin seperti radikal bebas dan melindungi sel sel dari kerusakan. Polifenol tersusun atas banyaknya gugus fenol yang terdiri sedikitnya 2 cincin fenil yang mengandung gugus hidroksil. Polifenol memiliki fungsi bagi kesehatan tubuh sebagai antioksidan yaitu penurunan sel kanker,

pengeghanaan penuaan dini, dan mengurangi resiko penyakit kardiovaskular.

Selain adanya senyawa polifenol dalam cuka kurma yang berpotensi sebagai antioksidan, terdapat senyawa metabolit sekunder lainnya dari hasil proses fermentasi cuka kurma yaitu kandungan asam asetat yang dapat berperan sebagai antimikroba. Antimikroba merupakan kemampuan senyawa kimia hasil fermentasi dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Senyawa antimikroba berasal dari senyawa kimia yang dihasilkan oleh mikroba selama proses fermentasi. Umumnya jenis mikroba tersebut dapat berasal dari species *Lacobacillus* atau *Streptococcus* yang tumbuh secara alami, bahkan beberapa diantaranya dapat berasal dari golongan *yeast*. Berdasarkan banyaknya pemanfaatan cuka kurma dibidang pangan maupun kesehatan, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi kimia dan mikrobiologi cuka kurma jenis Khalas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Muhammadiyah Kupang, Indonesia.

Bahan dan Alat

Bahan utama penelitian yaitu buah kurma jenis Khalas, *aquadest*, media MRSA (Merck), alkohol (Sigma-aldrich), NaCl (Merck), Ethanol (Sigma-aldrich). Alat yang digunakan pada pembuatan cuka kurma adalah toples (Misoo, China), membran saring filter 0,45 μm (Whatman), fortex (Heidolph, Jerman), refraktrometer digital Amtast Amr302 (Dezhou Chenyang Optical Technology Co.,Ltd, China).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara deskriptif untuk mengidentifikasi karakteristik cuka kurma yang difermentasi secara alami dari jenis kurma Khalas. Tahapan penelitian yaitu menyiapkan daging buah kurma jenis Khalas yang telah dipisahkan terlebih dahulu dengan bijinya.

Tahapan selanjutnya, kurma dihancurkan menjadi bentuk yang lebih halus lalu dicampur dengan air *aquadest* dengan perbandingan daging : air (1:3) hingga membentuk suspensi. Larutan suspensi yang terbentuk kemudian disaring. Bagian dari filtrat kemudian diambil dan dimasukkan kedalam wadah fermentasi berbahan dasar toples kaca dengan kondisi tertutup rapat dengan lama fermentasi selama 30 hari.

Parameter Pengamatan

Parameter meliputi jenis uji kimia cuka kurma sesuai dengan Standar Nasional Indonesia 01-4371-1996 mengenai cuka fermentasi yang terdiri dari pengujian pH, padatan terlarut (Bayu *et al.*, 2017), alkohol (Ernawaningtyas dan Yudhayanti, 2017), kadar asam asetat (Nugrahani *et al.*, 2021) dan keadaan (bau, bentuk dan warna) (Baharuddin *et al.*, 2009). Pengujian Antimikroba (Nurhayati *et al.*, 2020), asam organik (Arisandi dan Aminah, 2021) dan total Fenol (Mukhriani *et al.*, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Cuka Kurma

Cuka kurma merupakan minuman tradisional yang berasal dari buah kurma yang tumbuh semenjak 6000 tahun lalu di Timur tengah. Tanaman kurma termasuk kedalam famili *Arecaceae*, genus *Phoenix* yang terdiri dari 14 spesies salah satunya *Phoenix dactylifera*. Cuka kurma dapat diperoleh melalui proses fermentasi buah kurma secara alami maupun dengan penambahan starter mikroba. Jenis mikroba yang terkandung cuka kurma terdiri dari kelompok bakteri asam laktat dan *yeast*. Secara umum jenis *yeast* yang terdapat di dalam cuka kurma tradisional merupakan golongan *Saccharomyces*. Selama proses fermentasi terdapat peran yang sinergis antara bakteri dan *yeast*. Etanol yang diproduksi lebih awal oleh *yeast* akan diubah menjadi asetaldehid oleh enzim alkohol dehidrogenase kemudian aseataldehid diubah menjadi asam asetat melalui tahapan oksidatif dengan bantuan

enzim aldehyd dehidrogenase (Cantadori *et al.*, 2022). Kemampuan kedua jenis mikroba tersebut dapat disebabkan karena beberapa faktor yang komposisi bahan baku, strain mikroba, waktu fermentasi, suhu fermentasi dan parameter proses lainnya yang mendukung dalam pembuatan cuka kurma.

Cuka kurma memiliki karakteristik yang khas bagi sebagian masyarakat karena kandungan nutrisinya yang tinggi serta cita rasa dan aromanya yang khas dari buah kurma. Kandungan buah kurma jenis Khalas (*dry*) terdiri dari karbohidrat 83.4%, protein 1.7%, lemak 0.1%, abu 1.8%, energi 324 kkal. Jenis monosakarida yang terkandung didalam kurma yaitu glukosa, fruktosa serta sukrosa, sedangkan konsentrasi sukrosa lebih rendah dibanding jenis gula lainnya. Glukosa dan fruktosa merupakan substrat utama dalam produksi alkohol dalam fermentasi cuka kurma. Selain kandungan gula, terdapat kandungan mineral yang tinggi pada buah kurma yang dapat memenuhi kebutuhan diet setiap hari, dimana pada 100 gram buah kurma cukup untuk memenuhi 15% kebutuhan mineral harian (Al-Farsi dan Lee, 2008). Kandungan mineral yang tinggi dari potasium mampu menghambat penyakit hipertensi dan terdapat jenis mineral lainnya seperti sodium, iron, kalsium, kobalt, magnesium, mangan, fosfor dan zink dengan kandungan yang lebih rendah.

Berdasarkan Tabel 1 mengenai hasil uji kimia cuka kurma dibandingkan dengan standar SNI 01-4371-1996. Hasil pada penelitian ini terdapat beberapa perlakuan

seperti pH, padatan terlarut, alkohol, kadar asam asetat, dan keadaan secara organoleptik yang terdiri dari bau, bantu dan warna. Perlakuan pH dihasil pengamatan pembuatan cuka kurma menghasilkan nilai 4, namun tidak dicantumkan persyaratan pH pada standar SNI. Umumnya pH cuka kurma berada pada rentang 2-3 tergantung dari total asam yang dihasilkan. Beberapa cuka kurma yang berasal dari Irak menunjukkan pH yang berbeda pada proses yang dilakukan secara tradisional maupun pabrik. Cuka kurma yang diproses secara tradisional menghasilkan pH 3.07, sedangkan pada cuka hasil pabrik 2.84 – 3.07. Cuka kurma yang diproses secara tradisional menghasilkan pH 3.07, sedangkan pada cuka hasil pabrik berkisar antara 2.84 – 3.23 (Matloob, 2014). Semakin lama fermentasi dan tahapan fermentasi mempengaruhi hasil kurma sesuai dengan pH yang diharapkan.

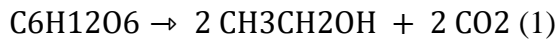
Peningkatan kandungan asam organik khususnya asam asetat menjadi indikator perubahan nilai pH. Proses fermentasi menghasilkan asam organik dan alkohol sebagai produk metabolit yang berperan dalam fungsi organoleptik maupun kelangsungan mikroorganisme produk. Asam asetat diperoleh dari hasil oksidasi alkohol oleh sekelompok jenis bakteri. Jenis bakteri *Saccharomyces cerevisiae* (ragi roti) pada cuka kurma dapat merubah gula menjadi alkohol pada kondisi anaerob, kemudian alkohol akan mengalami oksidasi menjadi asam asetat dengan kondisi aerob pada suhu 30°C dengan bantuan *Acetobacter*.

Tabel 1. Hasil Uji Kimia Cuka Kurma

No	Perlakuan	Unit	Hasil	Persyaratan	Remarks
Pengamatan					
1	pH	-	4	-	-
2	Padatan terlarut	% b/b	7.15	Maks 1.5	Tidak
3	Alkohol	% b/b	0%	Maks 10	Memenuhi
4	Kadar Asam asetat	% b/b	6%	Min 4	Memenuhi
5	Kedadaan :				
	- Bau	-	Asam	Khas asetat	Memenuhi
	- Bentuk	-	Cair	Cairan encer	Memenuhi
	- Warna	-	Coklat Pekat	-	-

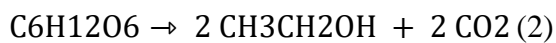
(Sumber : Data Olahan, 2023)

Secara umum pembuatan cuka kurma melibatkan dua proses: Tahap pertama adalah proses anaerobik yang terjadi saat ragi memulai proses perubahan kandungan nutrisi didalam bahan khususnya gula untuk menghasilkan alkohol dan karbondioksida. Keberadaan ragi alaminya sudah terdapat didalam bahan.



Tahap berikutnya yaitu:

Alkohol dioksidasi untuk menghasilkan asam asetat oleh bakteri asam asetat melalui reaksi aerobik, berikut persamaan reaksinya



Berdasarkan standar nasional Indonesia persyaratan cuka hasil fermentasi harus mengandung minimal 4% asam asetat dan maksimal 10% alkohol. Kedua parameter tersebut menunjukkan bahwa kandungan asam asetat dan alkohol dari hasil penelitian adalah 6% dan 0% masing-masing. Hal tersebut menunjukkan bahwa kedua metabolit memenuhi persyaratan dalam pembuatan cuka fermentasi. Kualitas cuka kurma sangat dipengaruhi oleh keberadaan asam asetat, yang mampu mempertahankan umur simpan, menghambat pertumbuhan bakteri pembentuk spora yang dapat menghasilkan racun dan menghambat kapang penghasil metoksin (Baharuddin *et al.*, 2009). Sama halnya dengan pengaruh kandungan alkohol terhadap kualitas cuka memberikan dampak yang besar terhadap cita rasa, karena semakin tinggi kandungan alkohol maka menghasilkan pengaruh yang kurang baik bagi konsumen. Beberapa orang akan merasa alergi dengan kandungan alkohol yang tinggi yaitu dengan menunjukkan gejala

seperti kepala pusing, jantung berdebar cepat anxiety, insomnia dll (Iyabo, 2019).

Padatan terlarut pada hasil pengamatan menghasilkan nilai 7.15% diatas standar SNI yaitu maksimal 1.5 %. Jumlah padatan terlarut pada cuka kurma belum memenuhi persyaratan SNI, hal ini dapat disebabkan masih adanya bahan kontaminan yang terlihat dari kurang jernihnya cuka kurma yang dihasilkan. Proses penelitian ini dilakukan secara alami tanpa melalui ekstraksi dan filtrasi sehingga memungkinkan total padatan terlarut masih tinggi. Menurut Hamden *et al.*, (2002) proses pembuatan cuka kurma melalui proses ekstraksi dan adanya filtrasi terlebih dahulu, sehingga dapat diminimalisir dari kontaminasi bahan lainnya. Kontaminan asam organik dan gula termasuk kedalam padatan terlarut yang akan berkurang jumlahnya selama fermentasi. Khususnya kandungan gula (sukrosa) didalam cuka kurma yang berperan sebagai padatan terlarut terbesar dimanfaatkan oleh bakteri dan khamir sebagai sumber nutrisi. Waktu fermentasi yang semakin panjang dapat meminimalisir padatan terlarut (Dasa *et al.*, 2017). Secara organoleptik cuka kurma terdiri dari bau, bentuk dan warna, dimana masing-masing menghasilkan bau asam khas asetat, bentuk cair dan warna yang coklat pekat.

Total Fenol Cuka Kurma

Kadar total fenol dilakukan pada cuka kurma Khalas dengan menggunakan kurva baku standar asam galat. Penggunaan asam galat pada pengukuran total fenol karena termasuk ke dalam turunan dari asam hidroksibenzoat yang bersifat stabil (Septiani *et al.*, 2018). Pengamatan absorbansi dengan alat spektrofotometer uv-vis pada spektrum gelombang 760 nm.

Tabel 2. Kadar Total Fenol Cuka Kurma

Sampel	Rerata (mg GAE /100 ml)
Cuka Kurma	621.357

(Sumber: Data olahan, 2023)

Tabel 2 menjelaskan bahwa sampel cuka kurma menghasilkan kadar fenol 621.357 mg GAE/100 ml. Fenol merupakan senyawa metabolik sekunder yang terkandung pada banyak tanaman. Metabolit sekunder yang terdapat pada buah kurma adalah karotenoid, polifenol (asam fenol dan flavanoid), streol dan tanin. Fenol dihasilkan selama proses fermentasi karena melibatkan bakteri dan khamir melalui reaksi enzimatik. Sesuai dengan pernyataan Hardoko *et al.*, (2019) menjelaskan bahwa kandungan fenol dalam cuka dapat mengalami peningkatan disebabkan karena reaksi enzimatik bakteri dan khamir akibat adanya degradasi gula menjadi berbagai asam organik yang secara tidak langsung akan meningkatkan kandungan fenol didalam cuka tersebut. Sama halnya menurut Hur *et al.*, (2014) keberadaan fenol selama fermentasi diperoleh dengan dua cara yaitu pertama, senyawa asam dihasilkan selama fermentasi oleh bakteri asam asetat yang menyebabkan pelemahan ikatan glikosidik hingga terjadi perubahan struktur pada komponen fenol. Cara kedua adalah konversi yang dilakukan oleh enzim pada polipenol yang memiliki berat molekul besar menjadi molekul kecil yang memiliki aktifitas biologi yang lebih tinggi. Fungsi fenol pada cuka buah Kurma dapat berperan pada kesehatan manusia dalam menurunkan penyakit kardiovaskuler, hiperkolestrol dan hiperlipidemik.

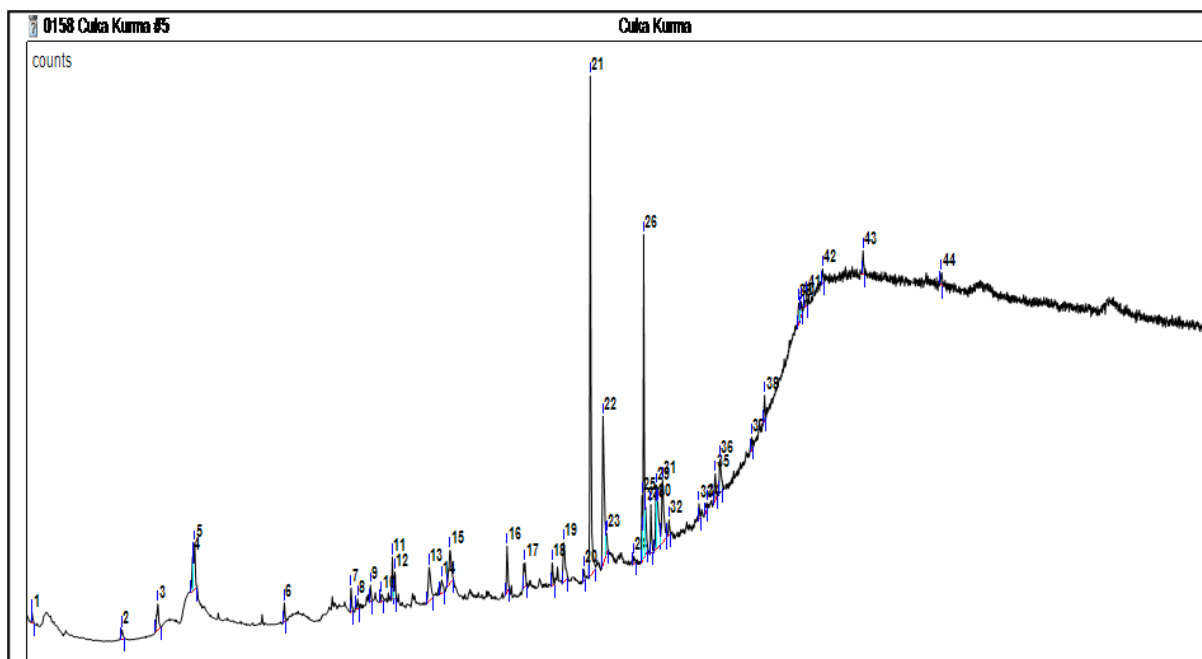
Senyawa Bioaktif Cuka Kurma

Kromatogram terdapat 44 senyawa kimia yang bersifat *volatile* yang terkandung di dalam cuka kurma, seperti terlihat pada Tabel 3. Berdasarkan data kromatogram, terdapat 2 senyawa yang menghasilkan puncak yang lebih tinggi dibandingkan senyawa kimia lainnya, yaitu pada puncak ke 21 dan puncak ke 22. Puncak ke 21 terdiri dari *Asam hexadecenoic methyl ester*, *Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester* dan *Pentadecanoic acid, 13-methyl-, methyl ester* dengan RT (*real time*) di menit 21.68 dengan luas area 19.98. Puncak ke 22 yaitu *l-(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate*, *Estra-1,3, 5 (10)- trien-*

17β-ol dengan RT (*real time*) di menit 22.08 dengan luas area 9.79.

Kromatogram no 21 yang merupakan puncak kromatogram tertinggi terdiri dari golongan senyawa asam lemak yaitu asam heksadekanoat metil ester. Ester asam lemak yang terdapat di alam yaitu dalam bentuk ester antara gliserol dan asam lemak, atau asam lemak dengan *phospat* seperti *phospholipid*. Asam heksadekanoat metil ester maupun asam palmitat metil ester memiliki beberapa aktifitas biologi sebagai antifungal, antioksidan dan antibakteri. Menurut Shaaban *et al.*, (2021) asam lemak (*hexadecanoic acid methyl ester*) memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan mikroba patogen, khususnya mikroba yang bersifat resisten terhadap berbagai macam antibiotik (*Multidrug-resistant*). Asam heksadekanoat metil ester dapat berperan sebagai antimikroba karena dipengaruhi oleh struktur, bentuk, fungsi dari rantai karbon, dan keberadaan, jumlah, posisi serta orientasi ikatan rangkap. Asam lemak metil ester dapat mengganggu produksi energi seluler, mengganggu aktifitas enzim sehingga menyebabkan sel bakteri mengalami lisis.

Antifungal, antioksidan, maupun asam palmitat didalam antimikroba umumnya digunakan dalam pengolahan pangan untuk meningkatkan tekstur maupun sebagai bahan tambahan pangan alami (Hossain *et al.*, 2017). Fungsi lain dari palmitat metil ester dapat berperan sebagai anti-inflamatori dengan menurunkan kadar prostaglandin selama inflamasi. Selain itu menekan aktifitas sel sitokin seperti (TNF- α) dan interleukin-6 (IL-6) sebagai pro-inflamatori yang dimana kedua jenis sel sitokin tersebut dapat mempengaruhi kestabilan dari *nuclear factor kappa B* (NF- κ B) selama proses regulasi sistem imun dan inflamasi (Saeed *et al.*, 2012). Selain *Asam hexadecenoic methyl ester*, *Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester* dan *Pentadecanoic acid, 13-methyl-, methyl ester*, senyawa bioaktif yang diperoleh pada cuka kurma sebanyak 44 jenis (Tabel 3).



Gambar 1. Hasil Kromatogram GC-MS Cuka Kurma
(Sumber: Data Olahan, 2023)

Tabel 3. Senyawa Hasil Identifikasi GC-MS Cuka Kurma

No.	Ret. Time min	Hit 1	Hit 2	Hit 3	Rel. Area %
1	4.16	4- <i>Methyltetrahydro- 1,3-oxazine-2- thione</i>	<i>Galacto-heptulose</i>	<i>L-Glucose</i>	0.45
2	6.99	2-Acetylamino-3- <i>hydroxy-propionic acid</i>	<i>Tetraacetyl-d- xylonic nitrile</i>	1,4-Diacetyl-3- <i>acetoxymethyl- 2,5-methylene-l- rhamnitol</i>	0.60
3	8.11	<i>N-(5-Oxo- tetrahydro-furan-2- ylmethyl)- acetamide</i>	<i>1-Nitro-β-d- arabinofuranose, tetraacetate</i>	2 <i>H</i> -Thiopyran- <i>3,5-diol, tetrahydro-4- nitro-, monoacetate (ester), [3S- (3a,4β,5a)]-</i>	1.79
4	9.21	<i>trisiloxane, 1,1,1,5,5,5- hexamethyl-3- [(trimethylsilyl)oxy]-</i>	<i>Cyclotetrasiloxane, octamethyl-</i>	2,6- <i>Dihydroxyacetop henone, 2TMS derivative</i>	1.91
5	9.27	<i>trisiloxane, 1,1,1,5,5,5- hexamethyl-3- [(trimethylsilyl)oxy]-</i>	<i>Cyclotetrasiloxane, octamethyl-</i>	2,6- <i>Dihydroxyacetop henone, 2TMS derivative</i>	2.26
6	12.08	<i>Cyclopentasiloxane , decamethyl-</i>	2,6- <i>Dihydroxybenzoic</i>	2,3- <i>Dihydroxybenzoi</i>	0.86

7	14.17	<i>1,4-Diacetyl-3-acetoxymethyl-2,5-methylene-l-rhamnitol</i>	<i>acid, 3TMS derivative d-Gala-l-ido-octonic amide</i>	<i>c acid, 3TMS derivative 1,3-Dioxocane, 2-pentadecyl-</i>	0.94
8	14.38	<i>Desulphosinigrin</i>	<i>d-Gala-l-ido-octonic amide</i>	<i>2-Myristynoyl pantetheine</i>	0.42
9	14.78	<i>α-D-Galactopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3,4-di-O-methyl-6-O-(trimethylsilyl)-</i>	<i>Maltose</i>	<i>d-Gala-l-ido-octonic amide</i>	0.59
10	15.13	<i>2-Myristynoyl pantetheine</i>	<i>Imidazole-4-carboxylic acid, 2-fluoro-1-methoxymethyl-, ethyl ester</i>	<i>Deoxyspergualin</i>	0.52
11	15.47	<i>2-Myristynoyl pantetheine</i>	<i>Imidazole-4-carboxylic acid, 2-fluoro-1-methoxymethyl-, ethyl ester</i>	<i>Deoxyspergualin</i>	1.70
12	15.55	<i>α-acorenol</i>	<i>5-Isopropylidene-6-methyldeca-3,6,9-trien-2-one</i>	<i>β-Guaiene</i>	0.86
13	16.63	<i>12,15-Octadecadiynoic acid, methyl ester</i>	<i>10-Heptadecen-8-ynoic acid, methyl ester, (E)-</i>	<i>2-Myristynoyl pantetheine</i>	3.13
14	17.02	<i>Desulphosinigrin</i>	<i>d-Gala-l-ido-octonic amide</i>	<i>l-Gala-l-ido-octonic lactone</i>	1.04
15	17.29	<i>12,15-Octadecadiynoic acid, methyl ester</i>	<i>Acetamide, N-methyl-N-[4-(3-hydroxypyrrolidinyl)-2-butynyl]-</i>	<i>11,13-Dihydroxy-tetradec-5-ynoic acid, methyl ester</i>	3.20
16	19.07	<i>Patchouli alcohol</i>	<i>1,4-Methanoazulen-3-ol, decahydro-1,5,5,8a-tetramethyl-, [1S-(1α,3β,3αβ,4a,8αβ)]-</i>	<i>1,4-Methanoazulen-9-ol, decahydro-1,5,5,8a-tetramethyl-, [1R-(1α,3αβ,4a,8αβ,9S*)]-</i>	2.07
17	19.63	<i>2-Myristynoyl pantetheine</i>	<i>Dodecanoic acid, 3-hydroxy-</i>	<i>Ethyl iso-allocholate</i>	1.60
18	20.49	<i>Ethyl iso-allocholate</i>	<i>1-Heptatriacotanol</i>	<i>Cucurbitacin b, 25-desacetoxy-</i>	0.99

19	20.85	<i>2-Myristynoyl pantetheine</i>	<i>Deoxyspergualin</i>	<i>Acetamide, N-methyl-N-[4-(3-hydroxypyrrolidinyl)-2-butynyl]-</i>	3.01
20	21.48	<i>9,10-Secocholesta-5,7,10(19)-triene-3,24,25-triol, (3β,5Z,7E)-</i>	<i>Ethyl iso-allocholate</i>	<i>2-Myristynoyl pantetheine</i>	0.53
21	21.68	<i>Hexadecanoic acid, methyl ester</i>	<i>Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester</i>	<i>Pentadecanoic acid, 13-methyl-, methyl ester</i>	19.98
22	22.08	<i>l-(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate</i>	<i>Estra-1,3,5(10)-trien-17β-ol</i>	<i>n-Hexadecanoic acid</i>	9.79
23	22.19	<i>Ethyl iso-allocholate</i>	<i>9,10-Secocholesta-5,7,10(19)-triene-3,24,25-triol, (3β,5Z,7E)-</i>	<i>α-D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate</i>	0.84
24	23.04	<i>Ethyl iso-allocholate</i>	<i>9,10-Secocholesta-5,7,10(19)-triene-3,24,25-triol, (3β,5Z,7E)-</i>	<i>α-D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate</i>	0.41
25	23.31	<i>7,10-Octadecadienoic acid, methyl ester</i>	<i>8,11-Octadecadienoic acid, methyl ester</i>	<i>9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E,E)-</i>	1.99
26	23.36	<i>cis-13-Octadecenoic acid, methyl ester</i>	<i>9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester</i>	<i>11-Octadecenoic acid, methyl ester, (Z)-</i>	11.22
27	23.41	<i>10-Octadecenoic acid, methyl ester</i>	<i>Ethyl iso-allocholate</i>	<i>16-Octadecenoic acid, methyl ester</i>	2.33
28	23.58	<i>Cyclopropanebutanoic acid, 2-[[2-[[2-(2-pentylcyclopropyl)methyl]cyclopropyl]methyl]cyclopropyl]methyl]-, methyl ester</i>	<i>Heptadecanoic acid, 9-methyl-, methyl ester</i>	<i>α-D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate</i>	1.86
29	23.74	<i>Ethyl iso-allocholate</i>	<i>9-Octadecenoic acid (Z)-, tetradecyl ester</i>	<i>Ergosta-5,22-dien-3-ol,</i>	3.02

30	23.80	<i>Ethyl iso-allocholate</i>	<i>9,10-Secocholesta-5,7,10(19)-triene-3,24,25-triol, (3β,5Z,7E)-</i>	<i>acetate, (3β,22E)-α-D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate</i>	3.33
31	23.95	<i>9-Octadecenoic acid, (2-phenyl-1,3-dioxolan-4-yl)methyl ester, cis-</i>	<i>Hexadecanoic acid, 1-(hydroxymethyl)-1,2-ethanediyl ester</i>	<i>2-Bromotetradecanoic acid</i>	5.03
32	24.15	<i>Ethyl iso-allocholate</i>	<i>9,10-Secocholesta-5,7,10(19)-triene-3,24,25-triol, (3β,5Z,7E)-</i>	<i>α-D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate</i>	0.68
33	25.09	<i>Ethyl iso-allocholate</i>	<i>α-D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate</i>	<i>9,10-Secocholesta-5,7,10(19)-triene-3,24,25-triol, (3β,5Z,7E)-</i>	0.61
34	25.34	<i>Ethyl iso-allocholate</i>	<i>α-D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate</i>	<i>9,10-Secocholesta-5,7,10(19)-triene-3,24,25-triol, (3β,5Z,7E)-</i>	0.55
35	25.60	<i>Ethyl iso-allocholate</i>	<i>9,10-Secocholesta-5,7,10(19)-triene-3,24,25-triol, (3β,5Z,7E)-</i>	<i>α-D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate</i>	1.38
36	25.75	<i>α-D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-</i>	<i>β-D-Galactopyranoside, methyl 2,3-bis-O-(trimethylsilyl)-,</i>	<i>β-N-Acetylneuraminic acid, methyl ester-2-methyl-</i>	2.25

37	26.75	deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate <i>a</i> -D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate	cyclic methylboronate <i>β</i> -D-Galactopyranoside, methyl 2,3-bis-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate	7,9-methylboronate-3,8-di(trimethylsilyl)- <i>β</i> -N-Acetylneuraminic acid, methyl ester-2-methyl-7,9-methylboronate-3,8-di(trimethylsilyl)-	0.47
38	27.15	<i>a</i> -D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate	Glycine, N-[(3 <i>a</i> ,5 <i>β</i>)-24-oxo-3-[(trimethylsilyl)oxy]cholan-24-yl]-, methyl ester	3,6,9,12-Tetraoxatetradecan-1-ol, 14-[4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenoxy]-	0.89
39	28.22	<i>a</i> -D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate	<i>β</i> -D-Galactopyranoside, methyl 2,3-bis-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate	<i>β</i> -N-Acetylneuraminic acid, methyl ester-2-methyl-7,9-methylboronate-3,8-di(trimethylsilyl)-	1.15
40	28.30	<i>a</i> -D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate	<i>β</i> -D-Galactopyranoside, methyl 2,3-bis-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate	<i>β</i> -N-Acetylneuraminic acid, methyl ester-2-methyl-7,9-methylboronate-3,8-di(trimethylsilyl)-	0.91
41	28.47	<i>a</i> -D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate	<i>β</i> -D-Galactopyranoside, methyl 2,3-bis-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate	<i>β</i> -N-Acetylneuraminic acid, methyl ester-2-methyl-7,9-methylboronate-3,8-di(trimethylsilyl)-	0.51
42	28.97	<i>a</i> -D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-,	<i>β</i> -D-Galactopyranoside, methyl 2,3-bis-O-(trimethylsilyl)-, cyclic butylboronate	<i>β</i> -D-Galactopyranoside, methyl 2,3-bis-O-(trimethylsilyl)-,	0.76

		<i>cyclic methylboronate</i>		<i>cyclic methylboronate</i>	
43	30.24	<i>a-D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate</i>	<i>Glycine, N-[(3α,5β)-24-oxo-3-[(trimethylsilyl)oxy]cholan-24-yl]-, methyl ester</i>	<i>a-D-Glucofuranose, 6-O-(trimethylsilyl)-, cyclic 1,2:3,5-bis(butylboronate)</i>	1.02
44	32.70	<i>Methyl glycocholate, 3TMS derivative</i>	<i>a-D-Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate</i>	<i>Hexasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11-dodecamethyl-</i>	0.55

(Sumber: Data olahan, 2023)

Senyawa *l-(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate, Estra-1,3, 5 (10)- trien-17 β -ol* dan *n-hexadecanoid acid* menghasilkan puncak terbesar kedua dengan luas area 9.79. Senyawa *l-(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate* atau yang dikenal dengan *ascorbyl palmitate* merupakan senyawa turunan vitamin C yang mampu larut dalam lemak (lipofilik). Senyawa ini umumnya diperoleh melalui sintesis asam L-(+)-askorbat dan asam palmitat dengan bantuan enzim lipase. Menurut Pagarra dan Anisa (2022) asam *ascorbyl palmitate* memiliki kemampuan sebagai antibakteri, antioksidan, flavor, termisida dan antivirus. Asam *ascorbyl palmitate* didalam antioksidan menyumbangkan elektron untuk menetralsir radikal bebas sehingga mencegah kerusakan oksidatif pada jaringan atau sel (Younes *et al.*, 2021).

Asam heksadekanat atau *n-hexadecanoid acid* merupakan salah satu asam lemak yang mampu meningkatkan sistem imun dengan berperan aktif pada sel-T dan menurunkan produksi *mediators inflamantori* seperti Prostagladin E2, IL-6, IL-1b, TNF α dan nitrit oksida. Peran asam heksadadekanoat sebagai

agen anti-inflamantori sesuai dengan pernyataan Hrichi *et al.*, (2022) dimana asam heksadekanat mampu menghambat aktifitas enzim *phospholipase A₂* (PLA₂) sebagai salah satu agen inflamantori dengan mengikat sisi aktif enzim tersebut. Asam heksadekanat mampu stabil pada sisi aktif enzim karena interaksi hidrofobik dan ikatan hydrogen yang terbentuk.

Senyawa *Estra-1,3, 5 (10)- trien-17 β -ol* adalah golongan steroid yang dapat berperan sebagai antioksidan, antimikroba, dan anti inflamasi. Senyawa ini mampu bertindak sebagai antioksidan pada proses depigmentasi dengan cara menurunkan produktifitas melanin melalui oksidasi enzim tyrosinase, sehingga menghasilkan sifat yang sitotoksik pada melanosit yang mempengaruhi jaringan sel (Hastiningsih, 2015).

Analisis Antimikroba Cuka Kurma

Hasil pengujian daya hambat cuka kurma terhadap bakteri *Eschericia coli (e.coli)* ditunjukkan pada Tabel 4. Konsentrasi cuka kurma terdiri dari 100%, 80%, 60%, 40% dan 20%, serta *Amoxilin* digunakan sebagai kontrol positif.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat Cuka Kurma Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*.

Konsentrasi	Diameter zona hambat (mm)
	<i>Escherichia coli</i>
Kontrol (+)	17,93 ^a
A (100%)	15,27 ^a
B (80%)	12,43 ^{ab}
C (60%)	7,7 ^b
D (40%)	7,18 ^{bc}
E (20%)	6,16 ^c

Keterangan: a,b,c notasi yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P>0,05$)

Berdasarkan analisa sidik ragam (Anova) perbedaan pemberian konsentrasi cuka kurma memberikan pengaruh yang signifikan $F_{hit} (6,807) > f_{tab} (0.05)$ terhadap diameter zona bening. *Amoxilin* (kontrol positif) menghasilkan diameter yang paling luas yaitu $18,05 \pm 5,12$ mm, konsentrasi cuka kurma 100% sebesar $15,20 \pm 2,93$ mm, konsentrasi cuka kurma 80% sebesar $12,44 \pm 1,90$, 60% sebesar $7,70 \pm 1,57$, konsentrasi 40% sebesar $7,19 \pm 1,45$ dan 20% sebesar $6,16 \pm 0,48$.

Perbedaan luas diameter zona bening pada tiap perlakuan dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi cuka yang diberikan. Semakin tinggi konsentrasi cuka kurma maka kemampuan dalam menghambat bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) semakin tinggi. Bakteri patogen *Escherichia coli* adalah jenis mikroba yang menyebabkan kerusakan bahan pangan dan mampu menyebabkan berbagai macam penyakit bila jumlahnya melebihi ambang batas yang ditentukan. Bahan pangan seperti daging, ikan dan telur bakteri ini mudah sekali mengkontaminasi bahan secara langsung atau dari air yang digunakan (Imamah dan Efendy, 2021).

Hasil fermentasi cuka kurma yang kaya akan senyawa metabolitnya menyebabkan cuka kurma dapat menekan aktifitas bakteri *E. coli*. Senyawa yang ditemukan dari hasil fermentasi cuka kurma meliputi kandungan asam asetat, fenol, asam lemak, golongan ester dan vitamin C didalam cuka kurma turut aktif dalam membentuk zona bening sebagai pertahanan dalam menekan pertumbuhan bakteri

Escherichia coli. Asam asetat adalah senyawa dengan sifat relatif tidak toksik (aman), efektif dan ekonomis dalam menghambat pertumbuhan mikroba patogen. Menurut Al-Rousan *et al.*, (2018) penambahan asam asetat sebanyak 0.4% mampu menginaktivasi bakteri *Salmonella enterica var. Typhimurium* dan *Escherichia coli*. Beberapa mikroorganisme patogen memiliki perbedaan respon terhadap asam asetat, namun secara umum daya hambat oleh asam asetat dapat dilakukan pada konsentrasi $<1\%$. Asam asetat dapat menyebabkan stress pada *Escherichia coli* akibat lingkungan yang asam, dimana asam akan masuk kedalam sel dan mengganggu proses aktifitas metabolik intraseluler termasuk fosforilasi protein, sintesis flagellas dan rotasi serta transport nutrisi bakteri tersebut (Park *et al.*, 2021). Selain asam asetat, keberadaan fenol yang terdapat didalam cuka kurma juga mampu berpotensi sebagai antimikroba. Konsentrasi fenol mampu mengurangi pertumbuhan *Escherichia coli* sebesar 12,5% sebagai hambat minimum dan sebesar 50% sebagai konsentrasi bunuh minimum (Aisyah *et al.*, 2019).

KESIMPULAN

Kandungan nutrisi cuka kurma menghasilkan 4 (empat) komponen kimia yang memenuhi persyaratan SNI 01-4371-1996 dan 1 (satu) komponen yang belum memenuhi yaitu padatan terlarut sebesar 7.15%. Total fenol pada cuka buah kurma menggunakan standar asam galat yang bersifat stabil. Kadar fenol cuka kurma

sebesar 621.357 mg GAE/100 ml. Kandungan senyawa volatil cuka kurma mengandung 44 senyawa dengan 2 senyawa yang menghasilkan puncak yang lebih tinggi dibandingkan senyawa kimia lainnya dengan luas area masing-masing 19.98 dan 9.79. Aktivitas antimikroba dengan menggunakan konsentrasi cuka kurma 100% menghasilkan luas diameter terbesar yaitu 15,20±2,93 mm. Cuka kurma yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bumbu masakan dan mempertahankan sistem imun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada Universitas Muhammadiyah Kupang atas pendanaan pada program penelitian internal tahun 2022-2023

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, L. S., Jasmansyah, J., Purbaya, S., & Resnawati, T. (2019). Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Fenol Ekstrak Etil Asetat Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe var. sunti). *Jurnal Kartika Kimia* 2(1): 44–50.
<https://doi.org/10.26874/jkk.v2i1.23>
- Al-Farsi, M. A., & Lee, C. Y. (2008). Nutritional and functional properties of dates: A review. *In Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48(10): 877–887.
<https://doi.org/10.1080/10408390701724264>
- Al-Rousan, W. M., Olaimat, A. N., Osaili, T. M., Al-Nabulsi, A. A., Ajo, R. Y., & Holley, R. A. (2018). Use of acetic and citric acids to inhibit *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium and *Staphylococcus aureus* in tabbouleh salad. *Food Microbiology* 73: 61–66.
<https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.01.01>
- Arisandi, H., & Aminah, S. (2021). Pemanfaatan Limbah Kayu Praktikum dan Penelitian Untuk Pembuatan Cuka Kayu Sebagai Salah Satu Bahan Pembuatan Hand Sanitizer. *Indonesian Journal of Laboratory* 4(3): 82-89.
<https://doi.org/10.22146/ijl.v4i3.69273>
- Baharuddin, S., Syahidah, & Yatni, N. (2009). Penentuan Mutu Cuka Nira Aren (*Arenga pinnata*) Berdasarkan SNI 01-4371-1996. *Jurnal Perennial* 5(1), 31-35.
<https://doi.org/10.24259/perennial.v5i1.187>
- Bayu, M., Rizqianti, H., Nurwantoro. (2017). Analisis Total Padatan Terlarut, Keasaman, Kadar Lemak, dan Tingkat Viskositas pada Kefir Optima dengan Lama Fermentasi yang Berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan* 1(2): 33-38.
<https://doi.org/10.14710/jtp.2017.17468>
- Cantadori, E., Brugnoli, M., Centola, M., Uffredi, E., Colonello, A., & Gullo, M. (2022). Date Fruits as Raw Material for Vinegar and Non-Alcoholic Fermented Beverages. *In Foods* 11(13) 1-13 MDPI.
<https://doi.org/10.3390/foods11131972>
- Cañete-Rodríguez, A. M., Santos-Dueñas, I. M., Jiménez-Hornero, J. E., Ehrenreich, A., Liebl, W., & García-García, I. (2016). Gluconic acid: Properties, production methods and applications—An excellent opportunity for agro-industrial by-products and waste bio-valorization. *Process Biochemistry* 51(12), 1891–1903.
<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2016.08.028>

- Chandrasekaran, M., & Bahkali, A. H. (2013). Valorization of date palm (*Phoenix dactylifera*) fruit processing by-products and wastes using bioprocess technology - Review. *Saudi Journal of Biological Sciences* 20(2), 105–120. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.12.004>
- Dasa, Y. D. B., Putra, G. P. G., & Gunam, I. B. W. (2017). Karakteristik Cuka dari Cairan Pulpa Hasil Samping Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) pada Perlakuan Penambahan Inokulum *Acetobacter aceti* dan Lama Fermentasi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* 5(2), 28–37. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jtip/article/view/31582>
- Ernawaningtyas, E., & Yudhayanti, D. (2017). Penetapan kadar alkohol pada arak jowo yang beredar di ponorogo dengan metode destilasi. *Jurnal EDUNursing*, 1(2), 57-63. Retrieved from <https://journal.unipdu.ac.id/index.php/edunursing/article/view/1089>
- Hamden, Z., El-Ghoul, Y., Alminderej, F. M., Saleh, S. M., & Majdoub, H. (2022). High-quality bioethanol and vinegar production from Saudi Arabia dates: characterization and evaluation of their value and antioxidant efficiency. *Antioxidants* 11(6), 1155. <https://doi.org/10.3390/antiox11061155>
- Hardoko, M., Prihanto, N. H., & Sasmito, B. B. (2019). Aktivitas Antioksidan dan Karakteristik Cuka Buah Mangrove dan Karakteristik Pedada (*Sonneratia alba*). *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research* 3(3), 322–330. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.03.6>
- Hastiningsih, I. (2015). Krim Ekstrak Etanol Kulit Batang Pohon Nangka (*Artocarpus Heterophilus*) Sama Efektifnya dengan Krim Hidrokuinon dalam Mencegah Peningkatan Jumlah Melanin pada Kulit Marmut (*Cavia Porcelus*) yang Dipapar Sinar UVB (Tesis). Denpasar: Universitas Udayana. Retrieved from <https://adoc.pub/tesis-krim-ekstrak-etanol-kulit-batang-pohon-nangka.html>
- Hossain, S. J., Islam, M. R., Pervin, T., Iftekharuzzaman, M., Hamdi, O. A. A., Mubassara, S., Saifuzzaman, M., & Shilpi, J. A. (2017). Antibacterial, Anti-Diarrhoeal, Analgesic, Cytotoxic Activities, and GC-MS Profiling of *Sonneratia apetala* (Buch.-Ham.) Seed. *Preventive Nutrition and Food Science* 22(3), 157–165. <https://doi.org/10.3746/pnf.2017.22.3.157>
- Hrichi, S., Cha, R., Alibrando, F., Altemimi, A. B., Babba, O., Oulad, Y., Majdoub, E., Nasri, H., Mondello, L., Babba, H., Mighri, Z., & Cacciola, F. (2022). Chemical Composition, Antifungal and Anti-Biofilm Activities of Volatile Fractions of *Convolvulus althaeoides* L. Roots from Tunisia. *Molecules* 27(20): 6834. <https://doi.org/10.3390/molecules2706834>
- Hur, S. J., Lee, S. Y., Kim, Y. C., Choi, I., & Kim, G. B. (2014). Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chemistry* 160, 346–356. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.112>
- Imamah, P. N., & Efendy, M. (2021). Analisis Cemaran Bakteri *Escherichia coli* pada Daging Ikan Pelagis (Studi Kasus) di Perairan Laut Utara dan Selatan Kabupaten Sampang. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan* 2(1), 17–24. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i1.9656>

- Iyabo Christianah, O. (2019). Alcoholic Beverages and Human Health: An Overview (1st ed). Frontiers and New Trends in the Science of Fermented Food and Beverages. <https://doi.org/10.5772/intechopen.81054>
- La China, S., Zanichelli, G., De Vero, L., & Gullo, M. (2018). Oxidative fermentations and exopolysaccharides production by acetic acid bacteria: a mini review. *Biotechnology Letters* 40 (9–10), 1289–1302. <https://doi.org/10.1007/s10529-018-2591-7>
- Matloob, M. H. (2014). Zahdi date vinegar: Production and characterization. *American Journal of Food Technology* 9(5), 231–245. <https://doi.org/10.3923/ajft.2014.231.245>
- Mukhriani, M., Rusdi, M., Arsul, M. I., Sugiarna, R., & Farhan, N. (2019). Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Anggur (*Vitis vinifera* L). *ad-Dawaa'Journal of Pharmaceutical Sciences* 2(2), 95–102. <https://doi.org/10.24252/djps.v2i2.11503>
- Nugrahani, H. N., Apriyani, I., & Bahri, S. (2021). Analisis Kadar Asam Asetat Hasil Fermentasi Buah Kedondong (*Spondias dulcis* Parkinson) dengan Metode Titration Alkalimetri. *Sainstech Farma: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 14(2), 97-101. <https://doi.org/10.37277/sfj.v14i2.1013>
- Nurhayati, L. S., Yahdiyani, N., & Hidayatulloh, A. (2020). Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt dengan Metode Difusi Sumuran dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan* 1(2), 41-46. <https://doi.org/10.24198/jthp.v1i2.27537>
- Pagarra, H., & Anisa, N. (2022). Identifikasi Senyawa Kulit Buah Kakao Sulawesi 2 (*Theobroma cacao* L.) Menggunakan Etanol dan Aseton. *Jurnal Sainsmat* 11(1), 68–77. <https://doi.org/10.35580/sainsmat111275162022>
- Park, K. M., Kim, H. J., Choi, J. Y., & Koo, M. (2021). Antimicrobial Effect of Acetic Acid, Sodium Hypochlorite, and Thermal Treatments against Psychrotolerant *Bacillus cereus* Group Isolated from Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Foods* 10(9), 1-13. <https://doi.org/10.3390/foods10092165>
- Saeed, N. M., El-Demerdash, E., Abdel-Rahman, H. M., Algendaby, M. M., Al-Abbasi, F. A., & Abdel-Naim, A. B. (2012). Anti-inflammatory activity of methyl palmitate and ethyl palmitate in different experimental rat models. *Toxicology and Applied Pharmacology* 264(1), 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2012.07.020>
- Septiani, N. K. A., Parwata, I. M. O. A., & Putra, A. A. B. (2018). Penentuan Kadar Total Fenol, Kadar Total Flavonoid dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*Gyrinops versteegii*). *Jurnal Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya* 12(1), 78–89. Retrieved from <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPM/article/view/pril2018-7>
- Shaaban, M. T., Ghaly, M. F., & Fahmi, S. M. (2021). Antibacterial activities of hexadecanoic acid methyl ester and green-synthesized silver nanoparticles against multidrug-resistant bacteria. *Journal of Basic Microbiology* 61(6), 557–568. <https://doi.org/10.1002/jobm.202100061>

Younes, K. M., Romeilah, R. M., El-Beltagi, H. S., Moll, H. El, Rajendrasozhan, S., El-Shemy, H. A., & Shalaby, E. A. (2021). In-vitro evaluation of antioxidant and antiradical potential of successive extracts, semi-purified

fractions and biosynthesized silver nanoparticles of *Rumex vesicarius*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 49(1), 1–23. <https://doi.org/10.15835/nbha491122>
93