

# KOMPOSISI KIMIA ASAP CAIR DAGING BUAH PALA DAN EFEK KOMBINASI DENGAN SARI LEMON CUI TERHADAP *Streptococcus mutans*

Rebecca T. Indriawan<sup>1</sup>, Edi Suryanto<sup>1</sup>, Dewa G. Katja<sup>1</sup>

Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sam Ratulangi  
rebeccateisha@gmail.com

## ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah melakukan kajian terhadap kombinasi asap cair dari daging buah pala dan sari lemon cui sebagai bahan obat kumur dalam menghambat bakteri *Streptococcus mutans* dan *Porphyromonas gingivalis*. Asap cair dibuat melalui pirolisis daging buah pala dengan suhu 300-400 °C selama 90 menit. Kombinasi asap cair dan sari lemon cui yang diperoleh kemudian dianalisis komponen kimiawinya yang meliputi total fenol, asam dan pH. Komponen senyawa volatil asap cair diidentifikasi dengan menggunakan GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan total fenolik tertinggi dimiliki oleh formulasi (F1) sebesar 300,98 µg/mL, sedangkan kandungan total asam tertinggi dimiliki oleh formulasi (F5) sebesar 0,56%. Semua formulasi menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* dan *Porphyromonas gingivalis*. Aktivitas antibakteri terbaik terhadap *Streptococcus mutans* dimiliki oleh formulasi (F2) dan formulasi (F5) dengan zona hambat sebesar 9,50 mm. Aktivitas antibakteri terbaik terhadap *Porphyromonas gingivalis* dimiliki oleh F5 dengan zona hambat sebesar 9,33 mm. Hasil analisis dengan GC-MS menunjukkan bahwa asap cair mengandung 30 komponen dengan puncak utama adalah asam asetat dan senyawa fenol. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa kombinasi asap cair daging buah pala dengan sari lemon cui dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan *Porphyromonas gingivalis*.

Kata kunci: asap cair, daging buah pala, komposisi, GC-MS, lemon cui, antibakteri

## ABSTRACT

The objective of this research was to study the combination of liquid smoke from nutmeg flesh and lemon cui juice as a mouthwash to inhibit *Streptococcus mutans* and *Porphyromonas gingivalis* bacteria. Liquid smoke is made by pyrolysis of nutmeg flesh at 300-400 °C for 90 minutes. The combination of liquid smoke and lemon cui juice obtained was then analyzed for chemical components including total phenol, acid and pH. The volatile components of liquid smoke were identified using GC-MS. The result showed that formulation (F1) has the highest total phenolic content of 300.98 µg/mL, while F5 has the highest total acid content of 0.56%. All formulations showed antibacterial activity against *Streptococcus mutans* and *Porphyromonas gingivalis*. F2 and F5 have the best antibacterial activity against *Streptococcus mutans* with an inhibition zone of 9.50 mm. F5 has the best antibacterial activity against *Porphyromonas gingivalis* with an inhibition zone of 9.33 mm. Results of analysis with GC-MS revealed that liquid smoke contains 30 of volatile compounds by acetic acid and phenolic as major part. It was concluded that the formulation of liquid smoke of nutmeg flesh with lemon cui juice could inhibit the growth of *Streptococcus mutans* and *Porphyromonas gingivalis*.

Keywords: liquid smoke, nutmeg flesh, composition, GC-MS, lemon cui, antibacterial

## PENDAHULUAN

Pala (*Myristica fragrans* Houtt) merupakan salah satu rempah-rempah yang mempunyai nilai ekonomi cukup penting di Sulawesi Utara. Bagian terbesar dari buah pala adalah daging buah yang merupakan hasil samping setelah pengambilan biji dan fuli yang belum banyak dimanfaatkan. Dengan demikian, produksi buah pala dalam jumlah banyak dapat

menghasilkan limbah daging buah pala cukup besar. Daging buah pala merupakan sumber utama serat karena mengandung selulosa, hemiselulosa, lignin dan pektin sehingga memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai sumber material untuk asap cair. Dareda dkk. (2020) melaporkan bahwa daging buah pala mengandung komponen serat seperti hemiselulosa (10,72%), selulosa (15,66%) dan

lignin (19,09%) dan berpotensi menjadi asap cair melalui pirolisis.

Asap cair merupakan larutan hasil kondensasi asap pada proses pirolisis dari bahan yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Asap cair hasil pirolisa telah banyak dimanfaatkan sebagai bioflavor, pembentuk warna pada produk asapan, pengawet makanan, pengawet kayu, dan penggumpalan lateks (Hartati dkk., 2015). Selain itu, asap cair dimanfaatkan juga sebagai bahan pengawet alami karena memiliki kandungan fenol dan asam yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Ayudiarti & Sari, 2010).

Bakteri *Streptococcus mutans* merupakan salah satu jenis bakteri gram positif, bersifat non-motil (tidak bergerak) dan bakteri patogen yang mampu tumbuh dalam keadaan asam dan dapat menempel pada permukaan gigi karena kemampuannya membuat polisakarida ekstra sel (Forssten dkk., 2010). *Streptococcus mutans* memiliki kemampuan untuk melekat pada permukaan gigi dan membentuk plak, selanjutnya akan memetabolisme sisa makanan terutama yang mengandung karbohidrat menjadi asam. Dampak dari akumulasi dapat menyebabkan terjadinya proses dekalsifikasi enamel sampai terjadinya karies gigi (Idrawati, 2009). Karies gigi dapat disebabkan berbagai faktor diantaranya adalah karbohidrat dan glukosa, mikroorganisme dan air ludah, permukaan dan bentuk gigi (Sukarsih dkk., 2019).

Penggunaan asap cair daging buah pala yang dikombinasikan dengan sari lemon cui belum banyak dikembangkan. Sifat fungsional yang dimiliki asap cair daging buah pala sebagai bahan alternatif antibakteri terhadap berbagai bakteri gram positif dan gram negatif, ragi dan jamur. Penggunaan kombinasi asap cair dan lemon cui dapat memberikan variasi pada cita rasa dan aroma tetapi juga meningkatkan kandungan fitokimia dan potensi antioksidannya. Selain itu, penambahan lemon cui pada asap cair diharapkan juga dapat mengurangi bau menyengat asap cair dan meningkatkan kandungan bioaktif dari campuran tersebut (Sersermudy dkk., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi kimia asap cair dari daging buah pala dengan CG-MS dan mengetahui aktivitas antibakteri formulasi kombinasi asap cair daging buah pala dengan sari lemon cui terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.

## BAHAN DAN METODE

Daging buah pala yang diperoleh dari Kecamatan Tatoareng, Kabupaten Kepulauan Sangihe, Sulawesi Utara. Lemon cui diperoleh dari pasar lokal di Manado. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah natrium hidroksida, natrium karbonat, natrium klorida, reagen Folin Ciocalteu diperoleh dari Merck (Darmstadt, Germany), sedangkan bakteri *Streptococcus mutans* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi, Program Studi Farmasi, FMIPA Universitas Sam Ratulangi, Manado.

### Preparasi sampel

Daging buah pala dibersihkan dan dipotong kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 50 °C sampai kering dengan kadar air < 10%. Buah lemon cui dibersihkan, dipotong dan diperas. Kulit lemon cui dipotong kecil-kecil dan diblender bersama air perasan lemon cui. Kemudian, disaring dan diambil sarinya. Sari lemon cui disimpan pada suhu 5 °C sebelum digunakan

### Produksi asap cair

Produksi asap cair dibuat berdasarkan metode Sersermudy dkk. (2019). Daging buah pala kering (2000 g) ditempatkan di reaktor pirolisis terpasang ke dua termometer dan kondensor berpendingin air. Temperatur ditentukan menggunakan dua termometer yang ditempatkan reaktor pirolisis dan kondensor pipa. Pirolisis dilakukan pada 300-400 °C selama 90 menit. Kondensasi dihentikan sampai tidak ada cairan asap menetes ke dalam wadah. Setelah itu, cairan asap disimpan pada suhu kamar selama 7 hari untuk dipisahkan supernatan dan sedimen. Kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring, supernatan disaring, dan diperoleh residu dan filtrat. Sebelum distilasi sederhana dan fraksional lebih lanjut, filtrat disimpan dalam botol pada suhu kamar.

### Analisis komponen asap cair daging buah pala

Identifikasi komponen kimia penyusun asap cair dilakukan menggunakan GC-MS (QP2010S Shimadzu) dengan kondisi operasi GC-MS adalah jenis pengion EI (Elektron Impact) 70 eV, suhu injektor 290 °C, suhu detektor 280 °C, kolom AGILENT DB-624 dengan panjang kolom 30 meter, suhu kolom 70 °C sampai dengan 230°C dengan kenaikan

suhu 5 °C per menit, gas pembawa Helium, laju aliran 60 mL/menit pada tekanan 13,7 kPa.

### Pembuatan formulasi kombinasi

Formulasi kombinasi asap cair daging buah pala dengan sari lemon cui dibuat sesuai pada Sersermudy dkk. (2019), dengan membuat lima kombinasi dengan variasi konsentrasi asap cair dan sari lemon cui. Asap cair daging buah pala dengan sari lemon cui dicampur dengan komposisi sesuai dengan perlakuan dengan menggunakan alat sonikator pada suhu kamar selama 15 menit. Formulasi komposisi (%v/v) dari kombinasi asap cair daging buah pala dengan sari lemon cui adalah sebagai berikut: F1 (100:0), F2 (75:25), F3 (50:50), F4 (25:75) dan F5 (0:100).

### Penentuan kandungan total fenolik

Kadar fenolik ditentukan dengan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu seperti dalam Momuat dkk. (2015). Sebanyak 0,1 mL dari masing-masing formulasi ditambahkan dengan 0,1 mL reagen Folin-Ciocalteu 10% didiamkan selama 5 menit ditambahkan 2 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2% dan dikocok kemudian didiamkan selama 15 menit. Pembacaan absorbansi kadar fenol dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Hasilnya diplotkan terhadap kurva standar asam galat yang dipersiapkan dengan cara yang sama.

### Penentuan kandungan total asam dan pH

Pengukuran pH sampel dilakukan menggunakan pH meter, sedangkan uji kandungan total asam ditentukan dengan titrasi asam basa menggunakan metode Junaidi dkk. (2019). Sampel diambil sebanyak 10 mL kemudian diencerkan dengan aquades sampai 100 mL kemudian diambil lagi sebanyak 10 mL dan ditambahkan dengan indikator fenolftalein sebanyak 2-3 tetes dan dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M sampai titik akhir titrasi, yaitu berubahnya warna sampel menjadi merah keunguan dan stabil. Kandungan total asam dinyatakan sebagai persen asam asetat, menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Total Asam} = \frac{V \times M \times \text{BM}}{V_c \times 1000} \times 10 \times 100\%$$

Keterangan: V = Volume titrasi NaOH (mL); M = Molaritas NaOH; BM = Berat molekul asam asetat (60,05 gram/mol); V<sub>c</sub> = Volume contoh (mL)

### Uji antibakteri

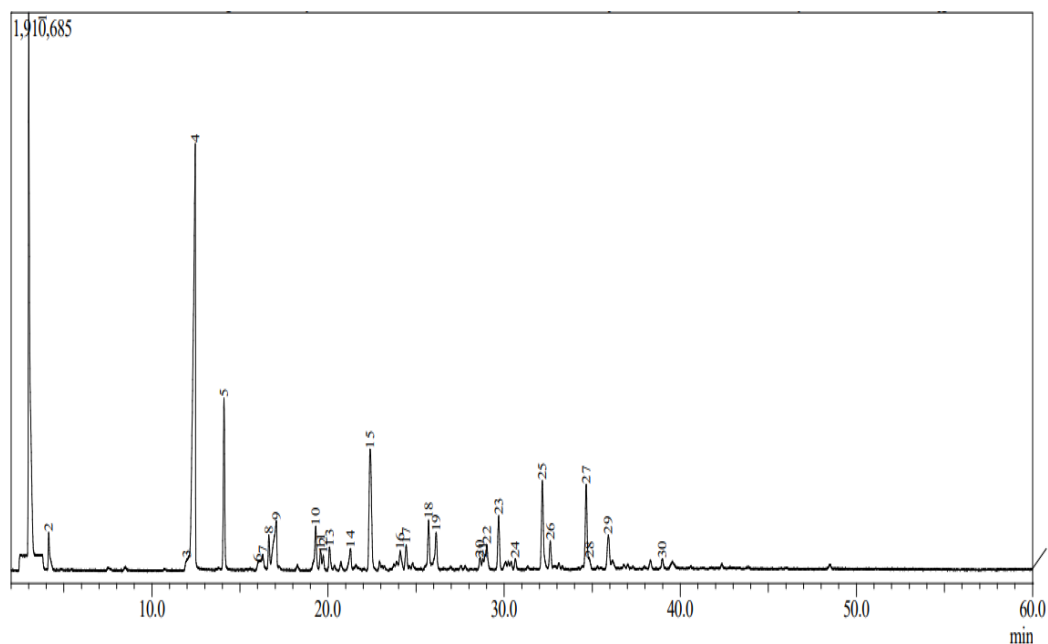
Media *nutrient agar* (NA) dibuat dengan campuran 5,6 g NA dan 200 mL aquades. Media NA dan cawan petri disterilkan dalam *autoclave*. Suspensi bakteri *Streptococcus mutans* dan *Porphyromonas gingivalis* dicampur ke Erlenmeyer berisi media NA. Kemudian media NA dituang ke masing-masing cawan petri dan dibiarkan sampai padat. Kertas cakram yang sudah direndam dalam sampel (kontrol positif, kontrol negatif, F1, F2, F3, F4, dan F5) diletakkan pada posisi yang sudah ditentukan di atas NA pada cawan petri. Inkubasi dilakukan pada inkubator pada suhu 37 °C selama 24 jam. Zona hambat diukur dengan jangka sorong.

### Analisis statistik

Semua data eksperimen dilakukan tiga kali ulangan dan hasilnya dinyatakan sebagai rata-rata ± SD. Analisis ragam yang dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) yang dilakukan menggunakan *software* SPSS versi 26.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Asap cair yang dianalisis menggunakan metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) adalah asap cair hasil penyimpanan 7 hari dan fraksinasi yang disajikan pada Gambar 1. Hasil pemisahan dengan kromatografi gas (GC) dihasilkan kromatogram, sedangkan hasil pemeriksaan spektrometri massa (MS) menghasilkan senyawa-senyawa kimia yang teridentifikasi. Hasil kromatogram menunjukkan adanya 29 senyawa dalam asap cair dari daging buah pala



Gambar 1. Kromatogram GC-MS asap cair dari daging buah pala

Tabel 1. Komposisi senyawa dalam asap cair daging buah pala

Waktu Retensi (menit)	Senyawa	Area (%)
3,007	Metanol	21,73
4,141	Etanol	1,65
11,975	Asam etanoat	1,01
12,457	Asam etanoat	26,28
14,095	1-hidroksi-2-propanon	6,16
16,017	3-hidroksi-2-butanon	0,81
16,302	3-hidroksi-2-butanon	0,49
16,636	Piridin	1,30
17,063	Asam propanoat	3,86
19,304	1-hidroksi-2-butanon	2,20
19,580	Siklopentanon	0,83
19,734	Asam 2-metilpropanoat	0,50
20,081	2-metil-piridin	0,99
21,275	Asam butanoat	0,50
22,387	2-furankarboksilaldehida	0,99
24,098	2-furanmetanol	0,85
24,447	1,2-etanadiol diasetat	1,12
25,707	2-metil-2siklopenten-1-on	1,90
26,146	1-(2-furanyl)-ethanone	2,16
28,608	Butyrolactone	0,51
28,775	Asam propanoat	0,79
29,015	5-metil-2-furankarboksialdehida	1,13
29,690	3-metil-2-siklopenten-1-on	2,45
30,625	2,5-dimetil-2,4-heksadiena	0,43
32,168	Fenol	4,61
32,624	2,3-dimetil-2-siklopenten-1-on	1,19
34,658	2-metoksifenol	3,99
35,918	3-metilfenol	1,77
38,977	2-metoksi-4-metilfenol	0,38

Kromatogram GC-MS asap cair dari daging buah pala yang digunakan sebagai bahan untuk kombinasi asap cair dan sari lemon cui. Selanjutnya identifikasi komponen dilakukan dengan menggabungkan hasil analisis spektrometer massa setiap sampel dengan perpustakaan komputer yang menyimpan sejumlah besar data spektra massa dari senyawa murni yang telah diketahui. Identifikasi juga dilakukan dengan membandingkan gambar spektra massa yang diperoleh dengan literatur berdasarkan waktu retensi dan harga-harga yang terdapat di dalam literatur (Tabel 1). Komposisi kimia asap cair terutama tergantung pada jenis kayu, kadar air kayu, suhu pirolisis dan durasi pembentukan asap (Guillen & Ibargoitia, 1999).

Berdasarkan Tabel 1, terdapat 29 senyawa kimia yang teridentifikasi dalam asap cair daging buah pala. Senyawa pada Tabel 1 merupakan senyawa yang teridentifikasi dengan kemiripan (SI) di atas 90%. Pada asap cair, senyawa asam berasal dari hasil pirolisis parsial selulosa dan hemiselulosa (Gilbert & Knowles, 1975). Hal tersebut dikarenakan hasil degradasi termal dari selulosa dan hemiselulosa pada suhu 250-300°C (Akbar dkk., 2013). Tidak teridentifikasi senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik, hal ini sesuai dengan penelitian Darmaji & Triyudiana (2006).

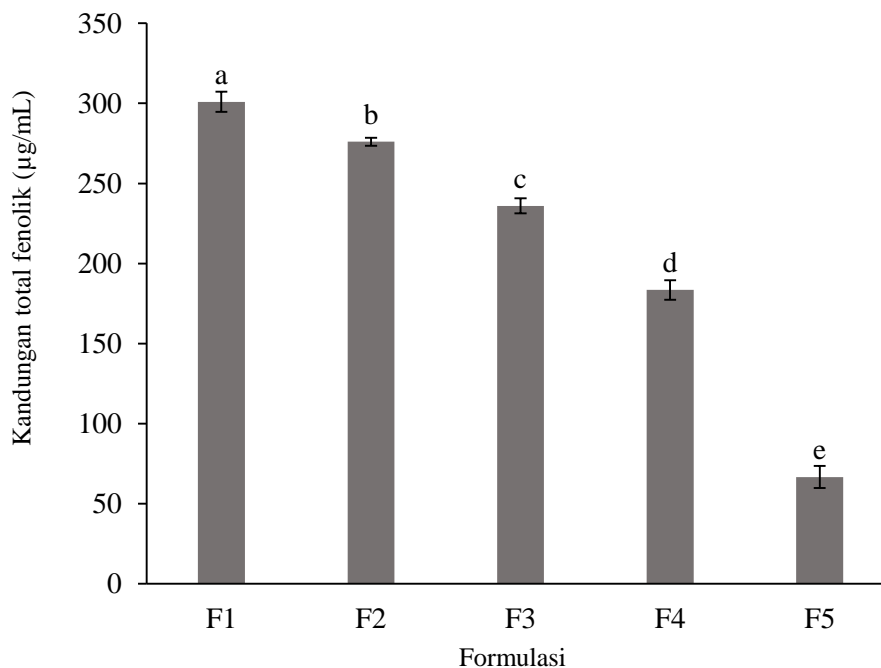
Hasil komponen yang teridentifikasi sesuai dengan penelitian Guillen dkk. (2001), di

mana pada asap cair teridentifikasi berbagai komponen kimia seperti asam asetat, fenol, alkohol, ester, dan senyawa asam organik lainnya. Komponen lain yang umumnya terdapat pada asap cair seperti senyawa turunan furan.

### Kandungan total fenolik kombinasi asap cair dan sari lemon cui.

Kandungan total fenolik dalam formulasi ditentukan dengan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu dalam persamaan asam galat (GAE) dalam  $\mu\text{g/mL}$  sampel. Pada sampel yang memiliki kandungan fenolik, reagen Folin-Ciocalteu akan membentuk kompleks berwarna biru yang menyerap panjang gelombang pada 750-750 nm. Intensitas warna biru pada sampel sebanding dengan jumlah kandungan total fenolik pada sampel.

Hasil penentuan kandungan total fenolik pada formulasi asap cair daging buah pala dengan sari lemon cui ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan gambar, semua formulasi asap cair dengan sari lemon cui memiliki kandungan fenolik dengan jumlah yang berbeda-beda. Formulasi dengan kandungan total fenolik dari tertinggi hingga terendah adalah F1 sebesar 300,98  $\mu\text{g/mL}$ , F2 sebesar 276,07  $\mu\text{g/mL}$ , F3 sebesar 236,01  $\mu\text{g/mL}$ , F4 sebesar 183,49  $\mu\text{g/mL}$ , dan F5 sebesar 66,67  $\mu\text{g/mL}$ .



Gambar 2. Kandungan total fenolik formulasi asap cair dan sari lemon cui. F1: 100% asap cair, F2: 75% asap cair dan 25% sari lemon cui, F3: 50% asap cair dan 50% sari lemon cui, F4: 25% asap cair dan 75% sari lemon cui dan F5: 100% sari lemon cui.

### Kandungan total asam kombinasi asap cair dan sari lemon cui

Keasaman suatu sampel dapat diketahui melalui pH dan kandungan total asamnya. Hasil pengukuran pH dan kandungan total asam formulasi asap cair dan sari lemon cui dapat dilihat pada Tabel 2. Derajat keasaman (pH) formulasi menurun seiring meningkatnya kadar sari lemon cui dalam formulasi. Kandungan total asam formulasi juga menunjukkan kecenderungan yang sama. Walaupun demikian,

F1 dan F2 memiliki pH yang berbeda walaupun kandungan total asamnya sama. Ini dapat disebabkan oleh perbedaan konstanta disosiasi asam organik yang ada dalam produk. Nilai pH menunjukkan jumlah ion hidronium ( $H_3O^+$ ) dalam sampel, tetapi tidak semua asam organik dapat terdisosiasi. Sebaliknya, asam yang dapat dititrasi didasarkan pada kemampuan titran basa untuk mendisosiasi asam organik lemah dalam sampel (Sadler & Murphy, 2003).

Tabel 2. pH dan kandungan total asam formulasi asap cair daging buah pala dengan sari lemon cui.

Formulasi	pH	Total Asam (%)
F1	3,5	0,17 ± 0,02 <sup>c</sup>
F2	2,9	0,17 ± 0,04 <sup>c</sup>
F3	2,8	0,30 ± 0,04 <sup>b</sup>
F4	2,7	0,32 ± 0,07 <sup>b</sup>
F5	2,5	0,56 ± 0,12 <sup>a</sup>

Singkatan seperti pada Gambar 2.

### Aktivitas antibakteri formulasi asap cair dan sari lemon cui

Pengujian aktivitas antibakteri setiap formula dilakukan menggunakan metode difusi cakram agar. Media nutrien agar diinokulasi dengan jenis bakteri *Streptococcus mutans*. Asap cair dilarutkan dalam sari lemon cui dengan konsentrasi 0, 25, 50, 75 dan 100%. Asap cair yang digunakan berfungsi sebagai kontrol dan obat kumur komersial digunakan sebagai standar untuk bakteri. Hasil aktivitas antibakteri dari kelima formulasi asap cair dan sari lemon cui disajikan pada Tabel 3.

Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi F2 dan F5 menunjukkan aktivitas antibakteri yang sangat baik terhadap *Streptococcus mutans* pada 9,50 cm. Formula F2, F4 dan F5 hasil pengujian antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* menunjukkan bahwa formulasi F2 dan F5 memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri dibandingkan F1, F3 dan F4, apabila dibandingkan dengan kontrol positif, formula F2 dan F5 memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri yang lebih baik daripada kontrol positif.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada kecocokan dengan penelitian yang telah

dilakukan oleh Ayudiarti & Sari (2010) yang menyatakan bahwa kandungan fenolik dan asam pada asap cair daging buah pala dan lemon cui mampu bertindak sebagai antibakteri. Senyawa fenolik memberi warna, sifat antimikroba dan antioksidan pada asap cair (Kjällstrand & Petersson, 2001). Senyawa fenolik menunjukkan juga aktivitas antimikroba yang dihubungkan dengan kemampuannya untuk merusak membran sitoplasma bakteri dan menyebabkan kebocoran cairan intraseluler (Davidson dkk., 2014).

Tabel 3. Pengaruh formulasi kombinasi asap cair dan sari lemon cui terhadap *Streptococcus mutans*

Sampel	Zona hambat (mm)
Kontrol (+)	7,42±0,45 <sup>a</sup>
F1	7,75±0,56 <sup>a</sup>
F2	9,50±2,89 <sup>b</sup>
F3	7,33±0,37 <sup>a</sup>
F4	8,17±1,07 <sup>c</sup>
F5	9,50±0,50 <sup>b</sup>



## KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa asap cair daging buah pala menunjukkan adanya komponen fenolik dan asam asetat yang terdapat dalam asam cair. Formulasi asap cair daging buah pala dengan sari lemon cui dapat menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans*. Aktivitas antibakteri terbaik terhadap *Streptococcus mutans* ditemukan pada F2 dan F5 dengan zona hambat sebesar 9,50 mm. Kombinasi asap cair daging buah pala dan lemon cui berpotensi sebagai alternatif bahan obat kumur.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Indonesia atas dukungan dana penelitian ini melalui Hibah Penelitian Program Kreativitas Mahasiswa Penelitian Eksakta 2021.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar A., Paindoman, R., & Coniwanti, P. 2013. Pengaruh variabel waktu dan temperatur terhadap pembuatan asap cair limbah kayu pelawan (*Cyanometra cauliflora*). *Jurnal Teknik Kimia*. 1(1), 1-8.
- Ayudiarti, D.L., & Sari, R.N. 2010. Liquid smoke and its applications for fisheries products. *Squalen*. 5(3), 101-108.
- Dareda, C.T, Suryanto, E., & Momuat, L.I. 2020. Karakterisasi dan aktivitas antioksidan serat pangan dari daging buah pala (*Myristica fragrans* Houtt). *Chemistry Progress*. 13(1), 48-55.
- Darmaji, P., & Triyudiana, H. 2006. Proses pemurnian asap cair dan simulasi akumulasi kadar benzopyrene pada proses perendaman ikan. *Jurnal Agriteknologi*. 2(1), 74-83.
- Datta, H.K, Ng, W.F, Walker, J.A., Tuck, S.P., & Varanasi, S.S. 2008. The cell biology of bone metabolism. *Journal of Clinical Pathology*. 61(5), 577-587.
- Gilbert, J., & Knowles, M.E. 1975. The chemistry of smoked foods: a review. *International Journal of Food Science and Technology*. 10(1), 245-261.
- Guillén, M.D., & Ibargoitia, M.L. 1999. Influence of the moisture content on the composition of the liquid smoke produced in the pyrolysis process of *Fagus sylvatica* L. wood. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47(10), 4126-4136.
- Guillen, M.D., Manzanos, M.J., & Ibargoitia, M.L. 2001. Carbohydrate and nitrogenated compounds in liquid smoke flavorings. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(1), 2395-2403.
- Hartati, S., Darmadji, P., & Pranoto, Y. 2015. Penggunaan asap cair tempurung kelapa untuk menurunkan kadar timbal (Pb) pada biji kedelai (*Glycine max*) utilization of coconut shell liquid smoke to reduce lead (Pb) levels in soybean seeds (*Glycine max*). *Agritech*. 35(3), 331-339.
- Junaidi, A.B., Apriyani, H., Abdullah, & Santoso, U.T. 2019. Fraksinasi dan karakterisasi asap cair dari kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm. dan Binn.) sebagai pelarut kitosan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 11(2), 53-64.
- Kementerian Kesehatan. 2018. *Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar*. Badan Litbangkes Departemen Kesehatan RI. Jakarta.
- Momuat, L.I., Suryanto, E., Rantung, O., Korua, A., & Datu, H. 2015. Perbandingan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan antara sagu baruk segar dan kering. *Chemistry Progress*. 8(1), 17-24.
- Pontoluli, Z.G., Khoman, J.A., & Wowor, V.N.S. 2021. Kebersihan gigi mulut dan kejadian gingivitis pada anak Sekolah Dasar. *E-GiGi*. 9(1), 21-28.
- Sadler, G.D., & Murphy, P.A. 2010. *pH and titratable acidity in Food Analysis*. Springer. New York.
- Sersermudy, C.H., Suryanto, E., & Pontoh, J. 2019. Kombinasi asap cair tongkol jagung (*Zea mays* L.) dan sari lemon cui (*Citrus microcarpa*) dalam menghambat pembentukan peroksidasi lipid. *Chemistry Progress*. 12(1), 6-12.
- Sukarsih, Silfia, A., & Muliadi. 2019. Perilaku dan keterampilan menyikat gigi terhadap timbulnya karies gigi pada anak di Kota Jambi. *Jurnal Kesehatan Gigi*. 6(2), 80-86.
- Idrawati, I. 2009. Potensi ekstrak air, ekstrak etanol dan minyak atsiri bawang merah (*Allium cepa* L.) kultivar batu terhadap isolat bakteri asal karies gigi. *Jurnal Biotika*. 7(1), 40-48.