COMSERVA
JURNAL PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
Volume 4 No. 11 Maret 2025 (3884-3897)
e-ISSN: 2798-5210
p-ISSN: 2798-5652

Studi *In-Vitro* Uji Stabilitas dan Efektivitas Gel Asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap *Candida albicans* dan *Enterococcus faecalis* Pada Saluran Akar Gigi

Linda Novelgia Setiawan[1*], Wilvia Li[2], Disya Citta Kartika[3]
Universitas Prima Indonesia, Indonesia
Email: lindanovelgiasetiawan@unprimdn.ac.id[1*], wilviadrg@unprimdn.ac.id[2], disyacittak20@gmail.com[3]

**Correspondence*

ABSTRAK

Pengolahan tempurung kelapa menjadi produk bernilai tinggi seperti asap cair (CS-LS) berpotensi sebagai agen antimikroba karena kandungan lignin dan selulosa yang tinggi. Gel CS-LS merupakan sediaan setengah padat yang memiliki kemampuan antimikroba terhadap jamur dan bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas CS-LS 100%, gel CS-LS 0,5 gr, dan gel CS-LS 1 gr terhadap pertumbuhan jamur *Candida albicans* dan bakteri Enterococcus faecalis. Metode penelitian ini merupakan eksperimen laboratorium dengan desain post-test only control group, yang mengamati dua waktu pengamatan (hari ke-1 dan ke-7). Efektivitas diuji menggunakan metode kertas cakram dan dianalisis dengan uji statistik *One-way ANOVA* untuk *Candida albicans* dan *Enterococcus faecalis* pada hari ke-7, serta *Kruskal-Wallis* dan *Mann-Whitney* untuk *Enterococcus faecalis* pada hari ke-1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada hari ke-1, gel CS-LS 1 gr menghasilkan zona hambat terbesar terhadap *Candida albicans* (18,06±2,33 mm) dan *Enterococcus faecalis* (19,83±0,98 mm), diikuti oleh gel CS-LS 0,5 gr dan CS-LS 100%. Pada hari ke-7, zona hambat masing-masing kelompok mengalami penurunan, namun masih menunjukkan aktivitas antimikroba. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian CS-LS 100%, gel CS-LS 0,5 gr, dan CS-LS 1 gr efektif menghambat pertumbuhan *Candida albicans* dan *Enterococcus faecalis* ($p \leq 0,05$). Kesimpulannya bahwa gel Coconut Shell Liquid Smoke mampu menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans* dan bakteri Enterococcus faecalis, serta zona hambat lebih besar didapatkan pada *Enterococcus faecalis* dibandingkan dengan *Candida albicans* dan secara keseluruhan gel CS-LS 1 gr memiliki efektivitas yang lebih besar terhadap *Enterococcus faecalis* dibandingkan *Candida albicans.*

Keywords: Perawatan saluran akar, *Candida albicans, Enterococcus faecalis,* gel *coconut shell liquid smoke.*

lABSTRACT

The conversion of coconut shells into high-value products such as coconut shell liquid smoke (CS-LS) shows promising potential as an antimicrobial agent due to its high lignin and cellulose content. CS-LS gel, a semi-solid preparation, has demonstrated antimicrobial properties against fungi and bacteria. This study aimed to evaluate the effectiveness of 100% CS-LS, 0.5 g CS-LS gel, and 1 g CS-LS gel in inhibiting the growth of Candida albicans and Enterococcus faecalis. This study employ a laboratory experimental method with a post-test only control group design, observing two time points (Day 1 and Day 7). The effectiveness was assessed using the disk diffusion method. Statistical analyses were conducted using One-way ANOVA for Candida albicans and Enterococcus faecalis on Day 7, and Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests for Enterococcus faecalis on Day 1. The results showed that on Day 1, 1 g CS-LS gel produced the largest inhibition zone against Candida albicans (18.06±2.33 mm) and Enterococcus faecalis (19.83±0.98 mm), followed by 0.5 g CS-LS gel and 100% CS-LS. By Day 7, the inhibition zones had decreased but still demonstrated antimicrobial activity.

Statistical tests revealed that 100% CS-LS, 0.5 g CS-LS gel, and 1 g CS-LS gel were effective in inhibiting the growth of Candida albicans and Enterococcus faecalis ($p \leq 0.05$). In conclusion, coconut shell liquid smoke gel effectively inhibits the growth of Candida albicans and Enterococcus faecalis. The inhibition zones were larger for Enterococcus faecalis compared to Candida albicans, with the 1 g CS-LS gel showing the greatest overall effectiveness against Enterococcus faecalis.

***Keywords**: Root canal treatment, Candida albicans, Enterococcus faecalis, Coconut Shell Liquid Smoke Gel.*

PENDAHULUAN

Asap cair merupakan bahan bioaktif yang dihasilkan melalui proses kondensasi fraksi uap/gas hasil destilasi kayu kering pada suhu 400°C, asap cair mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa (Purwantisari *et al.,* 2023). Asap cair sering digunakan sebagai bahan pengawet alami karena mengandung senyawa fenol, karbonil, dan asam yang berperan sebagai antimikroba dan antioksidan (Erlytasari *et al.,* 2019). Komponen utama asap cair adalah asam, turunan fenolik dan karbonil (Nahla *et al.,* 2021). Senyawa karbonil mempunyai pengaruh paling besar dalam pembentukan warna coklat pencoklatan, karena gugus karbonil gula reduksi bereaksi dengan gugus amino protein daging dan asam amino non enzimatis dan reaksi tersebut menghasilkan perubahan warna menjadi kehitaman dan perkembangan rasa terbakar dan pahit (Senturi *et al.,* 2022).

Selulosa dan hemiselulosa menghasilkan senyawa asam organik seperti asam asetat, sedangkan lignin menghasilkan senyawa fenolik. Semakin tinggi kandungan komponen kayu maka semakin kompleks asap cair yang dihasilkan (Imaningsih *et al.,* 2022). Penggunaan asap cair disesuaikan dengan klasifikasi kualitas asap cair yang terdiri dari 3 grade. Grade C (grade 3) digunakan sebagai pengawet kayu dan koagulan, grade B (grade 2) berfungsi sebagai antimikroba dan grade A (grade1) digunakan sebagai pengawet alami makanan (Zebua *et al.,* 2023). Pengolahan tempurung kelapa yang tepat mampu menjadikannya produk bernilai tinggi seperti asap cair, karena kandungan lignin dan selulosa yang tinggi didalamnya (Mudasir *et al.,* 2021). Metode pirolisis dalam pengolahan limbah padat tempurung kelapa memiliki keuntungan dengan menghasilkan produk seperti asap cair, arang aktif, dan gas metan. Selain tempurung kelapa, bahan lain yang dapat digunakan dalam membuat asap cair meliputi kulit kacang, sabut kelapa, sampah organik, dan tongkol jagung (Evahelda *et al.,* 2023). Asap cair tempurung kelapa merupakan salah satu alternatif pengawet alami yang aman digunakan untuk produk pagan karena mengandung antimikroba dan antioksidan seperti aldehid, asam karboksilat dan fenol (Korah *et al.,* 2019).

Semua komponen antibakteri dan antifungi yang terdapat pada asap cair tempurung kelapa tersebut membuatnya berpotensi sebagai alternatif bahan irigasi saluran akar. Pada proses perawatan saluran akar dikenal *triad endodontic* mencakup preparasi biomekanik, sterilisasi dan pengisisan (Subrata *et al.,* 2019). Preparasi biomekanik saluran akar terdiri dari empat tahap yaitu menentukan arah akar, membersihkan, membentuk, dan mempreparasi daerah apikal (Olujide, 2021).

Di dalam rongga mulut, *Candida albicans* biasanya berjumlah sekitar 200 sel/ml air liur (Tanjung, 2021). *Candida albicans* dapat tumbuh pada pH 4,5-6,5 dan suhu 28ºC-37ºC dan tumbuh dengan cepat selama 48-72 jam, serta tumbuh dengan baik di media padat (Rahmayanti *et al.,* 2022). Biofilm dapat terbentuk ketika cairan seperti saliva atau eksudat inflamasi dan mikroorganisme berinteraksi pada permukaan dinding saluran akar. *Candida albicans* juga dapat melekat pada jaringan gigi dan memasuki tubuli dentin melalui hifa (Wulansari & Mintarjo, 2023). Sementara itu, *Enterococcus faecalis* sering ditemukan pada kegagalan saluran akar, dapat bertahan hidup di saluran

akar sebagai organisme tunggal, bersifat persisten dan tumbuh pada pH yang sangat asam (Permatasari *et al.,* 2022). *Enterococcus faecalis* dapat bertahan tanpa bantuan bakteri lain dan menyebabkan perubahan patologis melalui pembuatan racun atau secara tidak langsung melalui proses inflamasi. *Enterococcus faecalis* dapat menyerang dentin dan berikatan dengan kolagen yang tidak dapat bergerak di dalam sistem saluran akar, memungkinkan bakteri untuk dilindungi dari eliminasi (Smith *et al.,* 2023).

Sterilisasi untuk menghilangkan bakteri pada saluran, dilakukan melalui irigasi dan medikamen (Rumate *et al.,* 2023). Irigasi perawatan saluran akar yang ideal harus mampu melarutkan jaringan pulpa dan kolagen, menghilangkan biofilm, dan menghilangkan smear layer. Bahan yang digunakan dalam larutan irigasi tidak boleh bersifat toksik atau karsinogenik terhadap sel jaringan perifer, tidak mempengaruhi kemampuan sealer untuk menutup dengan baik, tidak mengiritasi jaringan dan mudah dijangkau (Kale & Raut, 2021).

Dalam upaya menjaga stabilitas dan efektivitas cairan asap cair tempurung kelapa pada penilitian ini kami berinisiatif mengubahnya menjadi sediaan dalam bentuk gel. *Gelling agent* terdiri dari komponen polimer dengan berat molekul tinggi dan gabungan beberapa molekul dan lilitan polimer yang akan memberikan sifat kental (Agustiani *et al.,* 2022). Ada tiga jenis *gelling agent* yaitu polimer alami seperti gelatin, natrium alginat, kitosan, dan turunan selulosa; polimer semisintetik seperti turunan selulosa; dan polimer sintetik seperti karbopol, polietilena glikol, poloksamer, polilaktida, poliamida, dan polimer asam akrilat (Chaerunisaa *et al.,* 2020). Basis gel yang paling umum digunakan termasuk karbopol dan natrium karboksimetil selulosa (Na CMC). Fungsi basis gel adalah untuk memastikan bahwa senyawa aktif yang ada di dalam gel tetap stabil (Rawar, 2024).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui stabilitas danefektivitas cairan CS-LS 100%, gel CS-LS 0.5gr dan gel CS-LS 1gr terhadap jamur *Candida albicans* dan bakteri *Enterococcus faecalis.*

METODE

Jenis Penelitian ini adala eksperimental dengan desain *post test only control group.* Lokasi dan Waktu Penelitian mengenai pembuatan gel asap cair sebagai bahan irigasi terhadap perawatan saluran akar dilaksanakan pada 05 Oktober-16 November 2024 di Laboratorium Basic Science Universitas Prima Indonesia.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi: Jamur biakan *Candida albicans* dan bakteri biakan *Enterococcus faecalis* yang diperoleh di Laboratorium Basic Science Universitas Prima Indonesia.

Sampel: Teknik pengambilan sampel menggunakan rumus federer, yaitu $(n - 1)(t - 1) \geq 15$ (Wicaksono *et al.,* 2024). Pada penelitian ini, kelompok perlakuan adalah asap cair dengan konsetrasi CS-LS(100%), gel CS-LS 0.5 gr, gel CS-LS 1 gr, kontrol (+) gel EDTA dan kontrol (-) gel Na-CMC 0.5 gr.

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah CS-LS, gel CS-LS 0.5 gr, gel CS-LS 1 gr, gel Na CMC 0,5 gr, gel EDTA
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah daya hambat jamur *Candida albicans* dan bakteri *Enterococccus faecalis.*

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat:

Cawan petri, spatula, neraca analitik digital, hot plate magnetic stirrer, erlenmeyer, glass arloji, pipet tetes, stopwatch, viskometer, beban 150gr, autoklaf, biosafet cabinet class ii (bsc), pH meter,

inkubator, glass beaker, gelas ukur, jangka sorong digital, morter & stamper, bunsen, catton swap, ose, kertas cakram, aluminium foil, plastic wrap, rak tabung reaksi, tabung reaksi, spektrofotometer, kuvet, penggaris, colony counter.

Bahan-bahan:

CS-LS 100% (grade I), natrium karboksimetil selulosa (Na CMC), gel EDTA, aquades, alkohol, naocl, media nutrient agar (NA), media potato dextrose agar (PDA), cairan buffer solution ph 4.01, ph 7,01, ph 10.01, iodine, safranine, krystal violet, lactophenol cotton blue, jamur *Candida albicans*, bakteri *Enterecoccus faecalis.*

Proses Pembuatan:

I. Pembuatan Sampel Gel Coconut Shell Liquid Smoke (CS-LS) 0.5 gr dan 1 gr

Sediakan Na CMC pada wadah berbeda, masing-masing disesuaikan kebutuhan ekperimen yaitu sebanyak 0.5 gr dan 1 gr. Panaskan akuades di atas hot plate hingga mendidih. Tuangkan aquades yang sudah mendidih ke dalam gelas ukur sebanyak 10 ml. Campurkan akuades 10 ml, asap cair 10 ml dan Na CMC sebanyak 0.5 gr dan 1 gr tersebut ke dalam mortir. Campuran tersebut di dalam mortir dipanaskan kembali ke atas hotplate yang berisi aquades mendidih sampai gel menjadi homengen dan tidak ada butiran kasar. Aduk campuran secara perlahan hingga homogen dan tidak ada butiran kasar. Setelah homogen dan dingin, pindahkan gel asap cair ke dalam cawan petri dan spuit lalu simpan dikulkas dengan suhu 2-4 °C.

II. Pembuatan Sampel Sodium Carboxymethyl Cellulose (Na CMC).

Sediakan Na CMC sebanyak 0.5 gr. Panaskan akuades di atas hot plate hingga mendidih. Tuangkan aquades yang sudah mendidih ke dalam gelas ukur sebanyak 10 ml. Campurkan akuades 10 ml, dan Na CMC sebanyak 0,5 gr ke dalam mortir. Campuran tersebut di dalam mortir dipanaskan kembali ke atas hotplate yang berisi aquades mendidih sampai gel menjadi homengen dan tidak ada butiran kasar. Aduk campuran secara perlahan hingga homogen dan tidak ada butiran kasar. Setelah homogen dan dingin, pindahkan gel asap cair ke dalam cawan petri dan spuit lalu simpan dikulkas dengan suhu 2-4 °C.

III. Peremajaan Jamur *Candida albicans*

Mengambil indukan jamur *Candia albicans* dengan ose yang sudah steril, kemudian menginokulasikan pada media agar secara zig-zag. Setelah itu, memanaskan mulut tabung dan menutupnya dengan kapas. Inokulasi pada jamur dilakukan pada suhu 37°C selama 72 jam. Pewarnaan Jamur *Candida albicans* biakan jamur diambil secara aseptis menggunakan ose dan diletakkan di atas permukaan object glass, lalu diberi pewarna yakni lactophenol cotton blue untuk membantu mengamati struktur mikroskopisnya. Setelah itu, preparat ditutup dengan cover glass dan diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400X (Ristiari *et al*., 2018).

IV. Peremajaan Bakteri *Enterococcus faecalis*

Mengambil indukan bakteri *Enterococcus faecalis* dengan ose yang sudah steril, kemudian menginokolasikan pada media agar secara zig- zag. Setelah itu, memanaskan mulut tabung dan menutupnya dengan kapas. Inokulasi pada bakteri dilakukan pada suhu 30°C selama 24 jam.

Pewarnaan Bakteri *Enterococcus faecalis*:

Mengambil satu goresan koloni bakteri *Enterococcus faecalis* menggunakan ose, dibuat lapisan tipis pada permukaan objek glass yang bersih. Setelah kering, fiksasi dengan cara menyentuhkan permukaan sebelah bawah kaca objek tiga kali berturut-turut pada permukaan api bunsen. Diberi larutan warna krystal violet, diamkan selama 1 menit lalu dicuci dengan aquades. Kemudian diberi larutan iodine dan dibiarkan selama 1 menit lalu dicuci dengan air. Preparat didekolorisasi dengan alkohol 96% sampai

semua zat warna tampak luntur lalu cuci dengan aquades. Diberi warna kontras safrani lalu dicuci dengan air.

Uji anti jamur dan anti bakteri

Pengujian Aktivitas *Candida albicans* dengan Metode Difusi Kertas Cakram

Siapkan larutan suspensi jamur serta media Potato Dextrose Agar (PDA) yang sudah memadat. Gunakan catton swab steril yang telah direndam dengan suspensi jamur *Candida albicans* lalu gores secara merata ke permukaan media PDA. Letakkan kertas cakram yang telah di aplikasikan dengan berbagai konsentrasi gel asap cair 0,5gr, gel asap cair 1gr, kontrol (+) gel EDTA, serta kontrol (-) Na CMC 0,5gr pada permukaan media, kemudian di inkubasikan selama 24 jam suhu 37°C. Pengujian aktivitas antijamur ditentukan berdasarkan zona bening dan diukur dengan jangka sorong digital.

Pengujian Aktivitas *Enterococcus faecalis* dengan Metode Difusi Kertas Cakram

Siapkan larutan suspensi bakteri serta media Nutrient agar (NA) yang sudah memadat. Gunakan catton swab steril yang telah direndam dengan suspensi bakteri *Enterococcus faecalis* lalu gores secara merata kepermukaan media Na. Letakkan kertas cakram yang telah di aplikasikan dengan berbagai konsentrasi gel asap cair 0,5 gr, gel asap cair 1gr, kontrol (+) gel EDTA, serta kontrol (-) Na CMC 0,5gr pada permukaan media, kemudian di inkubasikan selama 24 dengan suhu 30°C. Pengujian aktivitas antijamur ditentukan berdasarkan zona bening dan diukur dengan jangka sorong digital.

Pengukuran Zona Hambat

Zona hambat yang terbentuk disekitar kertas cakram diukur diameter vertikal dan diameter horizontalnya dalam satuan milimeter(mm) menggunakan kaliper. Kemudian hasil diameter vertikal dan horizontal dikurangi dengan ukuran kertas cakram 6 mm kemudian diameter vertikal dan horizontal ditambah dan dibagi dua. Rumus dalam menentukan diameter zona hambat yang terbentuk berdasarkan adanya zona bening diantaranya adalah sebagai berikut (Fathurrohim *et al.,* 2022). Kriteria Diameter Zona Hambat [25] ≤5 mm: Lemah; 5-10 mm: Sedang; 10-20 mm: Kuat; ≥ 20 mm :sangat kuat.

Uji Stabilisas Sediaan Gel Asap Cair

A) Uji Organoleptik: Uji organoleptik dilakukan dengan mengamati secara visual pada hasil sediaan dengan mengamati bentuk, warna dan bau dari sediaan yang dihasilkan (Forestryana *et al.*, 2020)
B) Uji Homogenitas: Pengujian homogenitas dilakukan dengan mengoleskan sedikit sediaan gel pada kaca transparan, dan hasilnya harus menunjukkan susunan yang homogen dan tidak menunjukkan adanya butiran kasar (Rusli *et al.*, 2021).
C) Uji Daya Sebar: Uji daya sebar dilakukan dengan menimbang sediaan gel sebanyak 0,5g, kemudian diletakkan ditengah kaca berskala dan diletakkan kaca lainnya diatas gel dan didiamkan selama 1 menit. Kemudian ditambahkan beban sebesar 150g dan didiamkan selama 1 menit. Setelah itu dicatat diameter gel yang menyebar. Daya sebar gel yang baik antara 5-7cm (Tintingon *et al.,* 2024).
D) Uji pH: Pada uji pH, sebelum dilakukan uji pada sediaan, kalibrasi pH meter dilakukan terlebih dahulu menggunakan larutan standar netral (pH 7,01), larutan standar asam (pH 4,01) dan larutan standar basa (pH 10,01) sampai alat memunculkan nilai pH yang stabil pada layarnya. Selanjutnya, dilakukan pencucian elektroda menggunakan air biasa dan dikeringkan menggunakan tissue. Pada pengujian sediaan, dicelup elektroda pada sampel. Alat pH meter dibiarkan melakukan pembacaan nilai pH sampai nilainya menunjukkan nilai yang tetap. Nilai angka yang terdapat pada pH meter adalah nilai pH sediaan.
E) Uji Viskositas: Pengukuran viskositas dilakukan terhadap sediaan gel dengan menggunakan viscometer brookfield, dengan cara mencelupkan spindle kedalam sediaan gel kemudiaan diamati dan dihitung nilai viskositasnya (Thomas *et al.,* 2023).

Metode Analisa Data

Data yang diperoleh, diolah secara statistik menggunakan software SPSS 24. awal data terlebih dahulu di uji normalitasnya dengan *Shapiro Wilk* dan homogenitas dengan *Levene Test* Jika data

penelitian berdistribusi normal dan homogen, maka analisis statistik yang digunakan adalah *One-way ANOVA* dan *Post hoc LSD.* Pada penelitian ini, ada beberapa data yang tidak terdistribusi normal maka data tersebut menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dan *Mann-Whitney*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik sediaan yang dilaksanakan untuk melihat sifat serta karakteristik dari sediaan gel yang dihasilkan. Sediaan gel asap cair yang dihasilkan memiliki bentuk yang semisolid dan bau khas larutan asap cair. Pada warna sediaan gel terdapat perbedaan yaitu bening dan kuning.

Tabel 1
Hasil uji organoleptik

Formulasi	Organoleptik		
	Bentuk	**Warna**	**Bau**
FI	Cairan	Kuning	Khas asap cair
FII	Semisolid	Bening	Khas asap cair
FIII	Semisolid	Kuning	Khas asap cair
Kontrol (-)	Semisolid	Bening	Khas Na CMC
Kontrol (+)	Semisolid	Kuning	Khas gel EDTA

Keterangan

FI : Larutan asap cair murni (CS-LS)
FII : Formulasi gel asap cair 0,5 gr (gel CS-LS 0,5gr)
FIII : Formulasi gel asap cair 1 gr (gel CS-LS 1gr)
Kontrol (-) : *Gelling agent* Na CMC 0,5 gr
Kontrol (+) : Gel EDTA

Variasi warna pada sediaan gel mulai dari warna basis gel sendiri yaitu bening dan setelah ditambahkan larutan CS-LS menjadi bening, dan kuning. Pada Formulasi gel asap cair 0,5 gr berwarna bening, kemudian menjadi kuning dengan campuran Na CMC 1 gr. Hal ini disebabkan meningkatnya basis gel dari FIII, semakin tinggi basis gel maka cairan akan terserap semakin kuning dibandingkan dengan gel yang memiliki konsentrasi 0,5 gr. Begitu juga dengan aroma atau bau khas larutan asap cair dari hasil sediaan gel.

Uji Homogenitas

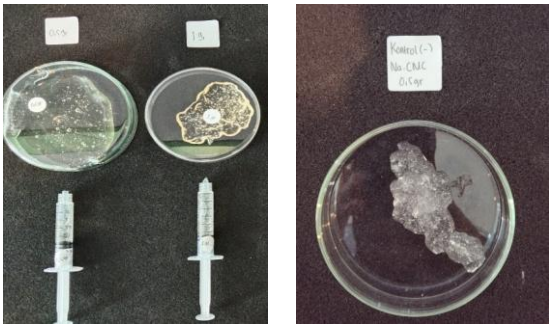
Uji homogenitas sediaan gel dibuat untuk mengetahui homogenitas sediaan gel yang dihasilkan homogen atau tidak. Pengujian homogenitas dibuat dengan mengoleskan gel di cawan petri kemudian sediaan gel dilihat ada tidaknya butiran kasar di sediaan.

Tabel 2
Hasil uji homogenitas dan uji pH

Sampel	Hasil	
	Homogenitas	**Uji pH**
FI	Homogen	2,47
FII	Homogen	3,89
FIII	Homogen	4,14
Kontrol (-)	Homogen	7

Kontrol (+)	Homogen	7,48

Semua sediaan gel dalam penelitian ini homogen. Homogenitas gel ditunjukkan dengan tercampurnya bahan-bahan yang dipakai dan tidak adanya partikel kasar (Tintingon *et al.*, 2024).



Gambar 1
Uji Homogenitas

Uji pH

Pada penelitian ini, berdasarkan hasil uji pH pada kelima sampel secara berurut adalah pada FI (CS-LS) 2,47, FII (gel CS-LS 0,5gr) 3,89, FIII (gel CS-LS 1gr) 4,14, kontrol(-) gel Na CMC 7, dan kontrol (+) gel EDTA 7,48.

Uji Daya Sebar

Uji daya sebar dilakukan tujuannya mengetahui penyebaran gel tersebut. Semakin besar daya sebar yang didapatkan semakin mudah sediaan diaplikasikan (Rahmatullah *et al.*, 2020). Pada penelitian ini uji daya sebar yang dilakukan pada FII, FIII, dan kontrol (-). Tiga sampel tersebut diukur menggunakan penggaris dengan diameter cm, dan sediaan pada FI tidak di uji karena berbentuk cairan sedangkan ketiga sampel tersebut berbentuk gel. Berdasarkan hasil yang didapatkan pada penelitian ini FII 6,5cm, FIII 4cm, dan kontrol (-) 4,5cm.

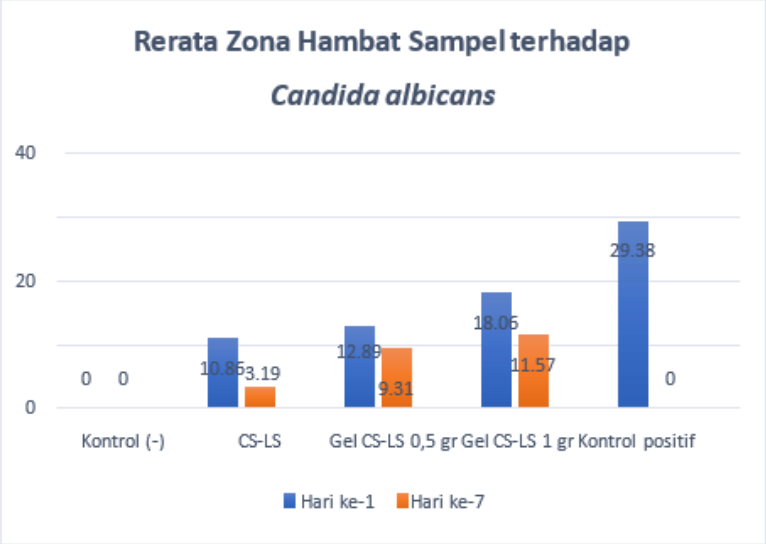
Tabel 3
Hasil uji daya sebar

Formulasi	Daya Sebar
FI	-
FII	6,5 cm
FIII	4 cm
Kontrol (-)	4,5 cm
Kontrol (+)	-

Uji Viskositas

Hasil uji viskositas di penelitian ini, menunjukkan bahwa hanya pada formula II hasil yang didapatkan. Pada formula I uji viskositas tidak terdeteksi karena dalam bentuk cairan, sedangkan III uji viskositas tidak terdeteksi karena bertambahnya *gelling agent* Na CMC pada larutan asap cair. Pada formula II menunjukkan viskositas rata-rata 1379 mPa.S, speed 6RPM dan dengan rotor 4 Dn TORQ 1,4%.

Rerata Diameter Zona Hambat Gel Asap Cair (*Liquid Smoke)* Terhadap Jamur *Candida albicans* Hari Ke-1 Dan 7

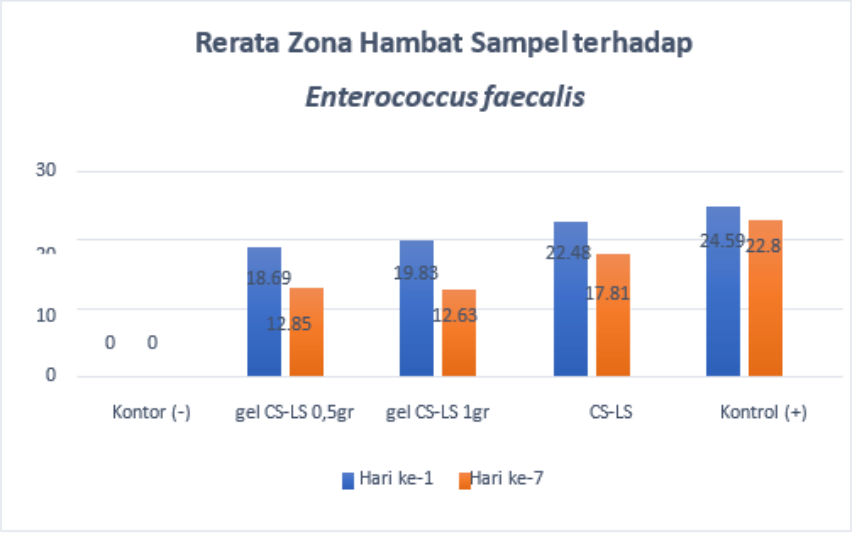


Gambar 2

Rerata Zona Hambat *Candida albicans*

Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 2 diatas diperoleh rerata dan standar deviasi pada efektivitas *liquid smoke* terhadap jamur *Candida albicans* hari ke-1 diberi perlakuan CS-LS, gel CS-LS 0,5gr, gel CS-LS 1gr dan kontrol positif adalah 10.86±2.33; 12.89±2.28; 18.06±2.33; 29.38±0.79. Angka ini mengalami penurunan menjadi 3.19±1.27; 9.31±1.44; 11.57±2.21; 0. Pada kontrol negatif hasil yang didapatkan 0.

Rerata Diameter Zona Hambat *Liquid Smoke* Terhadap Bakteri *Enterococcus faecalis* Hari Ke-1 Dan 7



Gambar 3

Rerata Zona Hambat *Enterococcus faecalis*

Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 3 diatas diperoleh rerata dan standar deviasi pada efektivitas gel asap cair terhadap bakteri *Enterococcus faecalis* hari ke-1 diberi perlakuan CS-LS, gel CS-LS 0,5gr, gel CS-LS 1gr, kontrol positif dan kontrol negatif adalah 22.48±0.27; 18.69±2.79;

19.83±0.98; 24.59±0.79. Angka ini mengalami penurunan di hari ke-7 menjadi 17.81±4.29; 12.85±2.47; 12.63±2.10; 22.80±0.79. Pada kontrol negatif didapatkan hasil 0.

Uji Stabilitas Sediaan Gel Asap Cair

Berdasarkan hasil uji stabilitas sediaan gel asap cair tempurung kelapa (CS-LS) secara organoleptik pada (tabel 1), diperoleh sediaan gel asap cair berwarna bening, dan kuning. Sediaan gel asap cair yang dihasilkan memiliki bentuk yang semisolid dan bau khas larutan asap cair. Tampilan sediaan gel asap cair dilihat pada gambar 1. Berdasarkan pengamatan organoleptis sediaan gel asap cair mulai dari hari ke-1 dan hari-7 dapat disimpulkan bahwa sediaan gel asap cair stabil berdasarkan pengamatan bentuk, warna serta memenuhi parameter kualitas gel yang baik, namun secara bau sediaan gel beraroma asap. Berdasarkan hasil uji homogenitas penelitian pada (tabel 2) sediaan gel CS-LS yang dibuat menunjukkan homogen karena tidak adanya partikel kasar pada hari ke-1 dan hari ke-7, hal ini dikarenakan pada saat proses pembuatan gel asap cair diaduk hingga merata sampai tidak ada terlihat partikel kasar yang tertinggal. Maka dapat disimpulkan bahwa pada sediaan gel asap cair tidak ditemukan adanya partikel kasar sehingga dapat dinyatakan homogen.

Berdasarkan hasil uji pH pada kelima sampel secara berurut adalah pada FI (CS-LS) 2,47, FII (gel CS-LS 0,5gr) 3,89, FIII (gel CS-LS 1gr) 4,14, kontrol (-) gel Na CMC 7, dan kontrol (+) gel EDTA 7,48. *Gelling agent* Na CMC mempunyai nilai pH 6,5-8,5, semakin besar konsentrasi Na CMC yang digunakan akan meningkatkan nilai pHnya (Sari & Saryanti, 2021). Berdasarkan hasil uji daya sebar pada (tabel 3) menunjukkan hasil bahwa FII (gel CS-LS 0.5gr) 6,5 cm memiliki daya sebar yang baik dikarenakan hasil yang didapatkan diatas 5 cm dan dapat disimpulkan bahwa memenuhi syarat uji daya sebar yang baik dan stabil dalam penyimpan. Sedangkan pada FIII (gel LS-CL 1gr) 4cm dan kontrol (-) 4,5cm menunjukkan hasil di bawah 5cm sehingga tidak memenuhi standar daya sebar yang baik. Persyaratan daya sebar yang baik yaitu 5 sampai 7cm dan daya sebar yang baik didapatkan pada pemberian sedikit Na CMC pada masing-masing formula sehingga viskositas gel rendah dan mempengaruhi daya sebar dengan baik (Achsia *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil uji viskositas penelitian menunjukkan bahwa formula II (gel CS-LS 0.5gr) dengan nilai viskositas rata-rata 1379 mPa.S dengan speed 6RPM dan dengan rotor 4 Dn TORQ 1,4%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa viskositas gel CS-LS 0.5gr tersebut baik. Nilai viskositas yang baik untuk sediaan gel yaitu 500-10.000 mPa.S (Rahmatullah *et al.*, 2020). Kriteria respon viskositas dipilih minimum karena semakin rendah *gelling agent* yang digunakan dalam formulasi maka tampilan visual gel yang dihasilkan akan semakin baik, dan dengan viskositas yang rendah maka gel akan mempunyai daya sebar yang baik saat pengaplikasian (Putri & Setiyadi, 2023).

Rerata Diameter Zona Hambat Gel CS-LS terhadap Jamur *Candida albicans* dan bakteri *Enterococcus faecalis*

Efektivitas gel CS-LS terhadap jamur *Candida albicans*.

Berdasarkan hasil penelitian pada (gambar 2) didapatkan rerata zona hambat efektivitas gel CS-LS terhadap jamur *Candida albicans*. Setelah diberikan perlakuaan dengan CS-LS, gel CS-LS 0.5gr, gel CS-LS 1gr, kontrol (+) gel EDTA, mulai hari ke-1 dan ke-7 terbukti bahwa gel CS-LS dapat menghambat pertumbuhan jamur *Candinda albicans*. Pada hari ke-1, CS-LS menghasilkan diameter zona hambat sebesar 10,86 ± 2,33 mm, yang tergolong kuat. Namun, pada hari ke-7, efektivitasnya menurun secara signifikan dengan diameter zona hambat hanya 3,19 ± 1,27 mm, tergolong lemah. Selanjutnya, gel CS-LS 0,5 gr menghasilkan diameter zona hambat yang lebih tinggi dibandingkan CS-LS, yaitu 12,89 ± 2,28 mm pada hari ke-1 tergolong kuat dan 9,31 ± 1,44 mm pada hari ke-7 tergolong sedang. Gel CS-LS 1 gr menunjukkan zona hambat yang paling tinggi. Pada hari ke-1, nilai diameter zona hambatnya mencapai 18,06 ± 2,33 mm tergolong sangat kuat, namun menurun menjadi 11,57 ± 2,21 mm pada hari ke-7 tergolong kuat. Pada kontrol (-), tidak ditemukan zona hambat, menandakan bahwa tanpa perlakuan *Candida albicans* tetap tumbuh tanpa hambatan. Rerata zona hambat efektivitas gel CS-LS terhadap jamur *Candida albicans* menunjukkan bahwa nilai zona hambat bervariasi tergantung pada konsentrasi gel dan hari lamanya pengamatan.

Sementara itu, kontrol (+) gel EDTA menghasilkan diameter zona hambat tertinggi pada hari ke-1 dengan nilai 29,38 ± 0,79 mm, yang menunjukkan daya hambat yang sangat kuat. Namun, pada hari ke-7, kontrol positif kehilangan daya hambatnya sepenuhnya. Gel EDTA menunjukan kehilangan daya hambat terhadap *Candida albicans* pada hari ke-7 kerena beberapa faktor kimiawi dan biologis. EDTA berfungsi mengikat ion logam divalen seperti kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}), yang esensial untuk stabilitas membran sel mikroorganisme, termasuk *C. albicans*. Pada hari pertama, EDTA efektif karena ion logam ini sangat penting untuk integritas dinding sel. Namun, dengan berjalannya waktu, beberapa faktor mengurangi efektivitas EDTA, seperti degradasi kimiawi akibat paparan suhu, cahaya, atau interaksi dengan zat lain (Bose *et al.*, 2024). Selain itu pada hari ke-7, biofilm yang terbentuk sudah cukup matang dan menjadi lebih sulit ditembus oleh EDTA (Gómez- Casanova *et al.*, 2021).

Hasil penelitian menunjukkan gel CS-LS dapat menghambat pertumbuhan *Candida albicans.* Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan senyawa asam dalam asap cair, yang mampu menghambat pembentukan spora dan pertumbuhan mikroorganisme, serta senyawa fenolik yang memiliki sifat antibakteri efektif secara *in vitro* untuk ragi dan jamur (Fitriani *et al.*, 2022). Hasil penelitian ini diperkuat oleh penelitian Nosartika *et al* (2021) menemukan bahwa CS-LS 10% dapat menghambat pertumbuhan *Candida albicans*.

Efektivitas gel CS-LS terhadap bakteri *Enterococcus faecalis*.

Berdasarkan hasil penelitian pada (gambar 3) didapatkan bahwa rerata zona hambat efektivitas gel CS-LS terhadap bakteri *Enterococcus faecalis* setelah diberi perlakuaan dengan CS-LS, gel CS-LS 0.5gr, gel CS-LS 1gr, kontrol (+) pada hari ke-1 dan ke-7 dapat menghambat bakteri *Enterococcus faecalis*. Efektivitas gel CS-LS terhadap bakteri *Enterococcus faecalis* dari yang terendah hingga tertinggi dapat dijelaskan sebagai berikut. Pada kontrol (-), tidak ditemukan zona hambat baik pada hari ke-1 maupun ke-7, yang menunjukkan tidak adanya aktivitas antimikroba terhadap *Enterococcus faecalis*. pada gel CS-LS 0,5gr, zona hambat yang terbentuk pada hari ke-1 memiliki nilai 18.69±2.79, yang menunjukkan aktivitas antimikroba yang kuat, meskipun pada hari ke-7, diameter zona hambatnya menurun menjadi 12.85±2.47, meskipun masih tetap dalam kategori kuat.

Selanjutnya, Pada gel CS-LS 1gr, zona hambat yang terbentuk pada hari ke-1 mencapai 19.83±0.98, yang menunjukkan aktivitas antimikroba yang kuat, namun pada hari ke-7 terjadi penurunan menjadi 12.63±2.10 tergolong kategori kuat. Pada CS-LS, ditemukan zona hambat yang sangat kuat pada hari ke-1, yaitu 22.48±0.27, dengan penurunan menjadi 17.81±4.29 pada hari ke-7. Meskipun ada penurunan pada hari ke-7, daya hambat yang ditunjukkan oleh CS-LS tetap tergolong kuat. Kontrol (+) menunjukkan zona hambat yang sangat kuat pada hari ke-1 yaitu 24.59±0.79 dan sedikit penurunan pada hari ke-7 yaitu 22.80±0.79, namun masih tetap menunjukkan aktivitas yang sangat kuat. Berdasarkan penelitian ini, bahwa sediaan dalam bentuk gel CS-LS rerata zona hambat yang lebih besar ditemukan pada gel CS-LS 1gr.

Perbedaan daya hambat gel CS-LS terhadap *Candida albicans* dan *Enterococcus faecalis* didapatkan bahwa CS-LS memiliki daya hambat yang lebih besar pada *Enterococcus faecalis* dibanding *Candida albicans*. Perbedaan daya hambat tersebut dapat dijelaskan dengan perbedaan struktur biologis dan sifat kimia permukaan sel kedua mikroorganisme. *Enterococcus faecalis* memiliki dinding sel peptidoglikan tebal, berpori, dan hidrofilik, yang mempermudah interaksi dan penyerapan molekul hidrofilik dalam gel, termasuk senyawa aktif dalam CS-LS. Selain itu, ukurannya yang kecil sekitar 0,5–1 mm memberikan rasio luas permukaan terhadap volume yang besar, sehingga meningkatkan efisiensi kontak dengan gel. Sebaliknya, *Candida albicans* memiliki dinding sel yang lebih kompleks, tersusun dari kitin, manan, dan glukan, serta membran plasma yang mengandung ergosterol, sifat-sifat yang cenderung hidrofobik. Ukurannya yang lebih besar 4–6 mm dan bentuk sel

kompleks seperti pseudohyphae atau hyphae juga mengurangi efisiensi kontak dengan molekul aktif dalam gel. Akibatnya, daya hambat gel CS-LS terhadap *Candida albicans* lebih rendah dibandingkan *Enterococcus faecalis* (Fu *et al.*, 2021; Haffsan, 2011: Krishnamoorthy *et al.*, 2020; Mlaga *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan terdapat efektivitas gel CS-LS terhadap jamur *Candida albicans* dari zona hambat yang di hasilkan. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil uji statistik *One-way ANOVA* dengan adanya yang perbedaan signifikan pada rerata zona hambat. Efektivitas gel CS-LS terhadap jamur *Candida albicans* yang diberi perlakuan CS-LS, gel CS-LS 0,5gr, gel CS-LS 1gr, dan control (+) pada hari ke-1 maupun hari ke-7 menunjukkan nilai ρ=0,000 (p≤0,05) yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan hasil uji *posthoc LSD* dapat dinyatakan bahwa tidak ditemukan adanya perbedaan pengaruh yang signifikan pada hari ke-1 antara kelompok CS-LS dan gel CS-LS 0,5gr ρ=0,096 (ρ>0,05). Sedangkan antara kelompok gel CS-LS 0,5gr, gel CS-LS 1gr, kontrol (+) dan kontrol (-) terdapat perbedaan efektivitas yang signifikan. Selain itu, pada hari ke-7 tidak terdapat perbedaan efektivitas yang singnifikan antara kelompok kontrol positif dan kontrol negatif dengan nilai p= 1.000 (p>0,05). Selanjutnya terdapat perbedaan efektivitas yang signifikan antara pemberian CS-LS, gel CS-LS 0,5gr, gel CS-LS 1gr, kontrol positif pada hari ke-7 terhadap jamur *Candida albicans* (ρ≤0,05).

Pada uji bakteri *Enterococcus faecalis* dilakukan pengujian normalitas dengan *Shapiro-Wilk* dan homogenitas menggunakan *Levene Test.* Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas diatas dapat dinyatakan bahwa data terdistribusi tidak normal pada hari ke-1, hasil uji homogenitas menggunakan *Levene Test* adalah ρ=0.000 (ρ<0.05), sehingga uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Kruskal-Wallis* dan *Mann-Whitney.* Pada hari ke-7 dapat dinyatakan bahwa data terdistribusi normal sehingga uji statistik yang digunakan dalam penelitian adalah *One-way ANOVA* dan *posthoc LSD*.

Hasil analisis dengan menggunakan uji *Kruskal-Wallis* didapatkan nilai ρ=0,000 (ρ<0,05) sehingga hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelompok gel asap cair yang digunakan. Analisis data kemudian dilanjutkan menggunakan uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui perbedaan antara masing-masing kelompok perlakuan. Hasil analisis dengan menggunakan uji *Mann-Whitney*. Berdasarkan hasil pengujian *Mann-Whitney* dapat dinyatakan bahwa antara kelompok gel CS-LS 0,5gr dengan gel CS-LS 1gr tidak ditemukan adanya perbedaan pengaruh yang signifikan antra dua kelompok tersebut dengan nilai (ρ=0,917, ρ>0,05). Sedangkan ada perbedaan pengaruh yang signifikan antara kelompok CS-LS, gel CS-LS 0.5gr, gel CS-LS 1gr, dan kontrol positif (ρ≤0,05). Hasil penelitian diperkuat oleh penelitian Imaniar *et al* (2018) menunjukkan bahwa asap cair pada konsetrasi 25% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Enterococcus faecalis*, sementara pada konsentrasi 100% dapat membunuh bakteri *Enterococcus faecalis*.

Pada hari ke-7, berdasarkan hasil penelitian diatas dapat dinyatakan bahwa data terdistribusi normal dan homogen sehingga uji statistik yang digunakan *One-way ANOVA* menunjukkan nilai ρ=0,000 (ρ≤0,05), maka terdapat perbedaan yang signifikan rerata zona hambat efektivitas gel CS-LS terhadap bakteri *Enterococcus faecalis* yang diberi perlakuan CS-LS, gel CS-LS 0,5gr, gel CS-LS 1gr, dan kontrol (+) pada hari ke-7. Dari hasil penelitian ini, dapat dinyatakan pemberian gel CS-LS bahwa terdapat efektif menghambat bakteri *Enterococcus faecalis* pada perawatan saluran akar (ρ≤0,05).

Kemudian berdasarkan hasil uji *posthoc LSD* dapat dinyatakan bahwa tidak ditemukan adanya perbedaan pengaruh yang signifikan pada hari ke-7 antara kelompok gel CS-LS 0,5gr dan gel CS-LS 1gr (ρ>0,05). Sedangkan antara kelompok CS-LS, gel CS-LS 0,5gr, gel CS-LS 1gr, kontrol negatif dan kontrol positif ditemukan ada perbedaan efektivitas yang signifikan terhadap daya hambat bakteri *Enterococcus faecalis* (ρ≤0,05). Pada kelompok gel CS-LS 0,5gr dan gel CS-LS 1gr efektivitas kedua

kelompok dalam menghambat bakteri *Enterococcus faecalis* tidak jauh berbeda dan memiliki efektivitas yang tinggi yaitu (ρ=0,887; p>0,05).

Gel CS-LS memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri karena mengandung senyawa fenol yang dapat berikatan dengan protein bakteri melalui ikatan hidrogen sehingga mengakibatkan struktur protein menjadi rusak (Erlytasari *et al.,* 2019). Asap cair mengandung senyawa penyusun utama asam, fenol, dan karbonil sebagai hasil degradasi termal komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin. Senyawa asam, fenol dan karbonil dalam asap cair memiliki kontribusi dalam memberikan sifat karakteristik aroma, warna, flavor serta antioksidan dan antimikroba (Zebua *et al.,* 2023).

Hasil penelitian diperkuat dari penelitian Nahla *et al* (2021) menemukan bahwa asap cair pada konsentrasi 12,5% hanya mampu menghambat pertumbuhan jamur yaitu *Candida albicans*, sedangkan pada konsentrasi 100% dengan lama perendaman 15 menit dapat mematikan *Candida albicans*. Penelitian Imaniar *et al* (2018) menunjukkan bahwa asap cair pada konsetrasi 25% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Enterococcus faecalis*, sementara pada konsentrasi 100% dapat membunuh bakteri *Enterococcus faecalis*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa gel CS-LS menunjukkan kemampuan untuk menghambat pertumbuhan *Candida albicans* dan *Enterococcus faecalis* sampai hari ke-7, dikarenakan CS-LS dalam bentuk gel dengan campuran bahan Na CMC membuat larutan CS-LS dapat mempertahankan kestabilan pH nya, sehingga mampu memperpanjang waktu daya hambat antijamur dan antibakteri. Gel CS-LS 1gr memiliki zona hambat lebih besar dibanding gel CS-LS 0,5gr hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi dapat meningkatkan efektivitas antijamur dan antibakteri.

KESIMPULAN

Gel CS-LS menunjukkan stabilitas yang baik tanpa perubahan signifikan dalam bentuk, warna, bau, homogenitas, pH, daya sebar, dan viskositas, dengan gel CS-LS 0,5gr memiliki stabilitas fisik yang lebih baik dibandingkan dengan gel CS-LS 1gr dalam hal daya sebar dan viskositas. Selain itu, gel CS-LS mampu menghambat pertumbuhan Candida albicans dan Enterococcus faecalis, dengan gel CS-LS 1gr menunjukkan efektivitas antijamur dan antibakteri yang lebih tinggi dibandingkan gel CS-LS 0,5gr. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan penelitian klinis dengan mengaplikasikan gel CS-LS pada saluran akar gigi, menguji efektivitas CS-LS terhadap berbagai jenis jamur dan bakteri penyebab infeksi lainnya pada rongga mulut, serta melakukan pengujian toksisitas sebelum uji klinis untuk memastikan bahwa bahan uji gel CS-LS aman digunakan dalam mulut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achsia, A. A., Kristijono, A., & Tilarso, D. P. (2021). Aktivitas Anti *Candida albicans* ATCC 14053 Sediaan Pasta Gigi Gel Ekstrak Daun Jengkol (Archidendron pauciflorum) dengan Kombinasi Na-CMC dan Karbomer. Jurnal Sains Dan Kesehatan, 3(2), 177–187. https://doi.org/10.25026/jsk.v3i2.267
2. Agustiani, F. R. T., Sjahid, L. R., & Nursal, F. K. (2022). Kajian Literatur : Peranan Berbagai Jenis Polimer Sebagai Gelling agent Terhadap Sifat Fisik Sediaan Gel. Majalah Farmasetika, 7(4), 270–287.
3. Bose, S., Sahu, S. R., Dutta, A., & Acharya, N. (2024). A chemically induced attenuated strain of *Candida albicans* generates robust protective immune responses and prevents systemic candidiasis development. Elife, 13, RP93760.
4. Chaerunisaa, A. Y., Husni, P., & Murthadiah, F. A. (2020). Modifikasi Viskositas Kappa Karagenan Sebagai Gelling agent Menggunakan Metode Polymer Blend. Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry, 12(2), 73–83. https://doi.org/10.22437/jisic.v12i2.12040
5. Erlytasari, D. N., Wibisono, G., & Hapsari, R. (2019). Efektivitas Asap Cair Berbagai Konsentrasi Sebagai Disinfektan Alat Klinik Gigi. Jurnal Kedokteran Diponegoro, 8(4), 1114–1123.
6. Erlytasari, D. N., Wibisono, G., & Hapsari, R. (2019). Efektivitas Asap Cair Berbagai Konsentrasi Sebagai Disinfektan Alat Klinik Gigi. Jurnal Kedokteran Diponegoro, 8(4), 1114–1123.
7. Evahelda, E., Astuti, R. P., & Aini, S. N. (2023). Pemanfaatan limbah tempurung kelapa untuk pembuatan asap cair menggunakan metode pirolisis. AGROMIX, 14(2), 175-181.
8. Fathurrohim, M. F., Rezaldi, F., Abdilah, N. A., Fadillah, M. F., & Setyaji, D. Y. (2022). Pengaruh Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Bunga Telang (Clitoria ternatea L.) Sebagai Antibakteri Propinobacterium acne. SIMBIOSA, 11(1), 16–25. https://doi.org/10.33373/sim-bio.v11i1.4244
9. Fitriani, S., Andini, E., Dewi, I. P., Fadhila, F., Maryana, Y., & Rumidatul, A. (2022). Efektivitas Asap Cair Daun Bambu (Bambusa Sp) Sebagai Antiseptik Secara In Vitro Dan In Vivo. Jurnal Media Analis Kesehatan, 13(1), 1–15. https://doi.org/10.32382/mak.v13i1.2499
10. Forestryana, D., Fahmi, M. S., & Putri, A. N. (2020). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Gelling agent pada Karakteristik Formula Gel Antiseptik Ekstrak Etanol 70% Kulit Buah Pisang Ambon. Lumbung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian, 1(2), 45–51. https://doi.org/10.31764/lf.v1i2.2303
11. Fu, Y., Wang, W., Zeng, Q., Wang, T., & Qian, W. (2021). Antibiofilm efficacy of luteolin against single and dual species of *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. Frontiers in Microbiology, 12, 715156.
12. Gómez-Casanova, N., Lozano-Cruz, T., Soliveri, J., Gomez, R., Ortega, P., CopaPatiño, J. L., & Heredero-Bermejo, I. (2021). Eradication of *Candida albicans* Biofilm Viability: In vitro combination therapy of cationic carbosilane dendrons derived from 4-phenylbutyric Acid with AgNO3 and EDTA. Journal of Fungi, 7(7), 574.
13. Hafsan, H. (2011). Mikrobiologi Umum.
14. Imaniar, A. C., Vidyahayati, I. L., Wibisono, G., & Ciptaningtyas, V. R. (2018). Pengaruh Pemberian Asap Cair Pada Berbagai Konsentrasi Terhadap Pertumbuhan *Enterococcus faecalis* Penyebab Gangren Pulpa. Jurnal Kedokteran Diponegoro, 7(2), 424–432.
15. Imaningsih, W., Adventaria, D., Mariana, & Junaidi, A. B. (2022). Inhibitory Effect Of Ulin Wood Liquid Smoke And Gogo Rice Endophytic Fungi Against Pathogen Pyricularia Oryzae. Biotropia, 29(1), 18–27. https://doi.org/10.11598/btb.2022.29.1.1568
16. Kale, P. paravin, & Raut, A. W. (2021). A proposed classification system for herbal endodontic irrigants. Journal of Conservative Dentistry, 24(3), 293–295. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_75_21

17. Korah, A. R., Assa, J. R., & Koapaha, T. (2020). Pemanfaatan Asap Cair Arang Tempurung Sebagai Bahan Pengawet Pada Bakso Ikan Tuna. Jurnal Teknologi Pertanian (Agricultural Technology Journal, 10(2). 129-138.
18. Krishnamoorthy, A. L., Lemus, A. A., Solomon, A. P., Valm, A. M., & Neelakantan, P. (2020). Interactions between *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis* in an organotypic oral epithelial model. Microorganisms, 8(11), 1771.
19. Mlaga, K. D., Garcia, V., Colson, P., Ruimy, R., Rolain, J. M., & Diene, S. M. (2021). Extensive Comparative Genomic Analysis of *Enterococcus faecalis* and Enterococcus faecium Reveals a Direct Association between the Absence of CRISPR–Cas Systems, the Presence of Anti-Endonuclease (ardA) and the Acquisition of Vancomycin Resistance in E. faecium. Microorganisms 2021, 9, 1118.
20. Mudasir, Yulia, R., & Irmayanti. (2021). The Effect of Coconut Shell Liquid Smoke Concentration and Storage Time on The Quality of Fresh Cob Fillet. Serambi Journal of Agricultural Technology, 3(1), 29–36. https://doi.org/10.32672/sjat.v3i1.2981
21. Nahla, Lestari, E. S., & Hardini, N. (2021). The Effect Of Various Concentrations Of Liquid Smoke With Time Differences On The Viability Of *Candida albicans*. Diponegoro Medical Journal (Jurnal Kedokteran Diponegoro), 10(2), 161–165. https://doi.org/10.14710/dmj.v10i2.30112
22. Nahla, Lestari, E. S., & Hardini, N. (2021). The Effect Of Various Concentrations Of Liquid Smoke With Time Differences On The Viability Of *Candida albicans*. *Diponegoro Medical Journal (Jurnal Kedokteran Diponegoro)*, *10*(2), 161–165. https://doi.org/10.14710/dmj.v10i2.30112
23. Nosartika, I., Hardini, N., & Prihatiningsih, T. (2021). In Vitro Antimicrobial Activity Of Coconut Shell Liquid Smoke Against *Candida albicans* And Lactobacillus Acidophilus Attributing To Endodontic Treatment Failure. Diponegoro Medical Journal, 10(1), 35–40. http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/medico
24. Olujide, S. (2021). Cohen's Pathways of the Pulp. Dental Update, 48(3). https://doi.org/10.12968/denu.2021.48.3.248
25. Permatasari, R., & Wulandari, D. S. (2022). Potensi Antibakteri Triphala Sebagai Bahan Irigasi Saluran Akar Terhadap Bakteri *Enterococcus faecalis*. Andalas Dental Journal, 10(2), 84-9.
26. Purwantisari, S., Sari, D. M. S. P., Risnanda, M. A., Khanifah, N. N., Amatullah, L. H., & Mahardhika, W. A. (2023). Potensi Asap Cair Tempurung Kelapa Sebagai Antijamur Fusarium Foetens, Fusarium Moniliforme, dan Colletotrichum Capsici. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 40(2), 69–78. https://doi.org/10.55981/jphh.2023.998
27. Putri, V. F., & Setiyadi, G. (2023). Optimasi Na-Cmc Sebagai Gelling Agent Dan Propilen Glikol Sebagai Humektan Pada Sediaan Gel Ekstrak Daun Johar (Cassia Siamea Lam.) Optimization Of Sod-Cmc As Gelling Agent And Propylene Glycol As Humectant In Gel Preparations Of Johar Leaf Extract (Cassia Siamea Lam.). Usadha: Journal Of Pharmacy, 2(2), 236–246. Https://Jsr.Lib.Ums.Ac.Id/Index.Php/Ujp
28. Rahmatullah, S., St. Rahmatullaha, Slamet, Ningrum, W. A., & Dewi Kurnia, N. K. (2020). Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Gel Hand Sanitizer Sebagai Antiseptik Tangan Dengan Variasi Basis Karbopol 940 Dan Tea Chmk Pharmaceutical Scientific Journal. Chmk Pharmaceutical Scientific Journal, 3(3), 189–194.
29. Rahmayanti, R., Hadijah, S., Wahyuni, S., & Safwan, S. (2022). Efektivitas pertumbuhan *Candida albicans* pada media alternatif air rebusan kacang kedelai (Glycine max (l) Merr). Jurnal SAGO Gizi Dan Kesehatan, 4(1), 81–88. https://doi.org/10.30867/gikes.v4i1.1067
30. Rawar, E. A. (2024). Pengaruh Komposisi Basis CMC-Na dan Karbopol Terhadap Karakteristik Sediaan Fisik Gel Minyak Atsiri Bunga Cengkeh. Jurnal Mahasiswa Ilmu Farmasi Dan Kesehatan, 2(1), 70–79. https://doi.org/10.59841/jumkes.v1i3

31. Ristiari, N. P. N., Julyasih, K. S. M., & Suryanti, I. A. P. (2019). Isolasi dan identifikasi jamur mikroskopis pada rizosfer tanaman jeruk siam (Citrus nobilis Lour.) di Kecamatan Kintamani, Bali. Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha, 6(1), 10-19.
32. Rodiah, S., Fifendy, M., & Indriati, G. (2022). Test the inhibition of beringin leaf extract (Ficus benjamina L.) against the growth of *Candida albicans* in vitro. Jurnal Serambi Biologi, 7(4), 318-325.
33. Rumate, D. E. A., Wicaksono, D. A., & yuliana. (2023). Kepatuhan Pasien Menjalani Perawatan Saluran Akar Multi Kunjungan di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Sam Ratulangi Patient Adherence in Undergoing Multi-Visit Root Canal Treatment at Dental and Oral Hospital of Universitas Sam Ratulangi. 11(2), 176–182.
34. Rusli, D., Amelia, K., & Sari, S. G. S. (2021). Formulasi dan Evaluasi Sediaan Gel Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera Lam.) Dengan Variasi NaCMC Sebagai Basis. Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi, 6(1). https://doi.org/10.35790/eg.v11i2.459
35. Sari, A. K., & Saryanti, D. (2021). Optimasi Penggunaan Karbopol Dan Na Cmc Pada Formula Gel Ekstrak Etanol Daun Kayu Putih (Melaleuca Leucadendra L.) Dengan Metode Simplex Lattice Design. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, *7*(2), 175–181.
36. Senturi, R. M., Suharnas, E., & Zurina, R. (2022). Pengaruh Perendaman Daging Itik Manila (Cairina Moschata)Dalam Asap Cair (Liqwid Smoke) Terhadap Ph, Warna Dan Kolonibakteri. Jurnal Inspirasi Peternakan , 2(3), 350–358. Www.Jurnal.Umb.Ac.Id
37. Smith, W. A., Hutchison, C. A., Scott, R. V., Hinman, S. E., Osborne, N. H., Hamlin, N. J., & Frank, K. L. (2023). Evaluation of the risk of *Enterococcus faecalis* cross-contamination of gutta-percha cartridges. JADA Foundational Science, 2, 100021.
38. Subrata, A., Prahasti, A. E., & Iskandar, B. O. (2019). Influence of Two Root Canal Obturation Techniques with Resin Based Sealer to *Enterococcus faecalis* Penetration. Journal of Indonesian Dental Association, 2(1), 21–28. https://doi.org/10.32793/jida.v2i1.358
39. Tanjung, F. A. (2021). Gambaran Jamur *Candida albicans* Pada Rongga Mulut Penderita Diabetes Melitus.
40. Thomas, N. A., Tungadi, R., Hiola, F., & S. Latif, M. (2023). Pengaruh Konsentrasi Carbopol 940 Sebagai Gelling agent Terhadap Stabilitas Fisik Sediaan Gel Lidah Buaya (Aloe Vera). Indonesian Journal of Pharmaceutical Education, 3(2), 316–324. https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i2.18050
41. Tintingon, P. C., Kalalo, J. G. K., & Walean, M. (2024). Formulasi dan uji aktivitas antibakteri sediaan gel ekstrak etanol kulit buah pisang goroho (Musa acuminafe L.) terhadap Staphylococcus aureus. Pharmacy Research Journal, 1(01), 6-12.
42. Wicaksono, D. A., Suling, P. L., & Mumu, J. Y. (2024). Efektivitas Ekstrak Daun Mangrove Bruguiera Gymnorrhiza Terhadap Bakteri *Enterococcus faecalis* sebagai Alternatif Larutan Irigasi Perawatan Saluran Akar. E-GiGi, 13(1), 7–14. https://doi.org/10.35790/eg.v13i1.51497
43. Wulansari, S., & Mintarjo, D. F. (2023). Efek ekstrak etanol biji alpukat (*Persea americana*) terhadap biofilm *Candida albicans*. *Jurnal Kedokteran Gigi Terpadu*, *5*(1), 239–243. https://doi.org/10.25105/jkgt.v5i1.17178
44. Zebua, N. F., Yulia, R., & Zulkarnain, N. (2023). Pembuatan Sediaan Gel Anti Acne dari Asap Cair Tempurung Kelapa Berbasis Galaktomanan dengan Bakteri Staphylococcus aureus. Journal of Pharmaceutical and Health Research, 4(3), 371-378.

© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).