UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINYAK CENGKEH (*Syzygium aromaticum*) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Cutibacterium acnes* DAN *Staphylococcus epidermidis* PENYEBAB JERAWAT (*acne vulgaris*)

SKRIPSI

Oleh :

TIARA NIA PARMITA

24482013027

PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN SAMARINDA

SAMARINDA 2026

ABSTRAK

Jerawat (*acne vulgaris*) merupakan salah satu penyakit kulit yang sering disebabkan oleh bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. Salah satu bahan alam yang berpotensi sebagai antibakteri adalah minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) karena mengandung senyawa aktif eugenol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri minyak cengkeh terhadap *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* pada berbagai konsentrasi. Penelitian menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan metode difusi sumuran. Minyak cengkeh diuji pada konsentrasi 5%, 10%, 25%, dan 50%. Klindamisin 1% digunakan sebagai kontrol positif, sedangkan DMSO 1% sebagai kontrol negatif. Diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong dan dianalisis menggunakan SPSS melalui uji *One-Way Analysis of Variance* (ANOVA) dan uji lanjut *Least Significant Difference* (LSD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak cengkeh mampu menghambat pertumbuhan kedua bakteri pada seluruh konsentrasi yang diuji. Rata-rata diameter zona hambat terhadap *Cutibacterium acnes* berturut-turut sebesar 3,57 mm, 6,20 mm, 10,35 mm, dan 14,15 mm, sedangkan terhadap *Staphylococcus epidermidis* sebesar 3,33 mm, 6,27 mm, 9,97 mm, dan 12,60 mm. Hasil uji *One-Way* ANOVA menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,001$ pada kedua bakteri, yang berarti terdapat perbedaan bermakna antar kelompok konsentrasi. Uji lanjut LSD menunjukkan seluruh kelompok perlakuan berbeda signifikan ($p < 0,05$). Disimpulkan bahwa minyak cengkeh memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*, serta aktivitas penghambatannya meningkat seiring bertambahnya konsentrasi.

Kata kunci: minyak cengkeh, *Syzygium aromaticum*, aktivitas antibakteri, *Cutibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis*.

ABSTRACT

Acne vulgaris is a common skin disorder associated with the growth of *Cutibacterium acnes* and *Staphylococcus epidermidis*. Clove oil (*Syzygium aromaticum*) is a natural product containing eugenol, a bioactive compound with antibacterial properties. This study aimed to evaluate the antibacterial activity of clove oil against *Cutibacterium acnes* and *Staphylococcus epidermidis* at different concentrations. An experimental laboratory study was conducted using the agar well diffusion method. Clove oil was tested at concentrations of 5%, 10%, 25%, and 50%. Clindamycin 1% and 1% DMSO were used as positive and negative controls, respectively. The inhibition zones were measured using a digital caliper and analyzed with SPSS using One-Way Analysis of Variance (ANOVA) and Least Significant Difference (LSD) tests. The results showed that clove oil inhibited the growth of both bacteria at all tested concentrations. The mean inhibition zones against *Cutibacterium acnes* were 3.57 mm, 6.20 mm, 10.35 mm, and 14.15 mm, while those against *Staphylococcus epidermidis* were 3,33 mm, 6,27 mm, 9,97 mm, and 12,60 mm. One-Way ANOVA demonstrated significant differences among treatment groups ($p < 0.001$), and the LSD test confirmed significant differences between all concentration groups ($p < 0.05$). It can be concluded that clove oil possesses antibacterial activity against *Cutibacterium acnes* and *Staphylococcus epidermidis*, and its inhibitory effect increases with increasing concentration.

Keywords: *clove oil, Syzygium aromaticum, antibacterial activity, Cutibacterium acnes, Staphylococcus epidermidis.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
ABSTRAK ..... **ii**
ABSTRACT ..... **iii**
DAFTAR ISI ..... **iv**
DAFTAR GAMBAR ..... **vi**
DAFTAR TABEL ..... **vii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **viii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 2
C. Hipotesis 3
D. Tujuan Penelitian 3
E. Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
A. Uraian Tanaman Cengkeh ..... **Error! Bookmark not defined.**
1. Klasifikasi ..... **Error! Bookmark not defined.**
2. Sinonim/Nama Daerah ..... **Error! Bookmark not defined.**
3. Khasiat dan Kegunaan ..... **Error! Bookmark not defined.**
4. Kandungan Kimia 7
B. Ekstraksi 7
1. Ekstraksi Minyak Atsiri Secara Penyulingan Air (Water Destilation) **Error! Bookmark not defined.**
2. Ekstraksi Minyak Atsiri Secara Penyulingan Uap (Steam Destilation) 8
3. Ekstraksi Atsiri Secara Penyulingan Uap dan Air (Water and Steam Destilation) 8
C. Kromatografi Lapis Tipis 9
D. Bakteri 10
1. Pengertian Bakteri 10
2. Klasifikasi Bakteri 10
E. Antibakteri 13
1. Pengertian Antibakteri 13

2. Mekanisme Kerja Antibakteri....13
F. Pengendalian Mikroorganisme dengan Sterilisasi....14
1. Metode Sterilisasi Fisik....14
2. Metode Sterilisasi Kimia....15
G. Larutan McFarland....15
H. Uji Aktivitas Antibakteri....16
1. Metode Difusi....16
2. Metode Dilusi....17
I. Pengukuran Daya Hambat....19
BAB III METODE PENELITIAN....20
A. Rancangan Penelitian....20
B. Objek Penelitian....20
C. Sampel dan Teknik Sampling....20
D. Variabel Penelitian....20
E. Definisi Operasional....21
F. Teknik Pengumpulan Data....22
G. Uji Aktivitas Antibakteri....23
H. Analisis Data....26
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN....27
A. Sampel minyak Cengkeh....27
B. Hasil Identifikasi Minyak Cengkeh....27
C. Uji Aktivitas Antibakteri Cutibacterium acnes....29
D. Uji Aktivitas Antibakteri Staphylococcus epidermidis....31
E. Pembahasan....**Error! Bookmark not defined.**
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN....36
A. Kesimpulan....36
B. Saran....37
DAFTAR PUSTAKA....38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tanaman Cengkeh (Syzygium aromaticum) 5
Gambar 2. Bakteri Cutibacterium acnes. 11
Gambar 3. Bakteri Staphylococcus epidermidis 12

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kriteria Daya Antibakteri (Davis dan South, 1971).....19
Tabel 4.1 Hasil Identifikasi Minyak Cengkeh (*Syzygium aromaticum*).....28
Tabel 4.2 Diameter Zona Hambat Bakteri *C. Acnes* 29
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Zona Hambat Bakteri S. Epidermidis 31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alur Penelitian 43
Lampiran 2. Sterilisasi Alat 45
Lampiran 3. Pembuatan Mcfarland 0,5 47
Lampiran 4. Peremajaan Bakteri 48
Lampiran 5. Pembuatan dan Kontrol Kualitas Suspensi Bakteri.....49
Lampiran 6. *Certificate 0f Analysis* (COA) Minyak Daun Cengkeh.....50
Lampiran 7. Perhitungan Seri Konsentrasi Minyak Cengkeh 51
Lampiran 8. Perhitungan Kontrol Positif 53
Lampiran 9. Data Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat.....54
Lampiran 10. Perhitungan Zona Hambat 55
Lampiran 11. Hasil Analisis Statistik SPSS 58
Lampiran 12. Dokumentasi Sterilisasi Alat.....62
Lampiran 13. Dokumentasi Pembuatan Media Nutrient Agar (NA) 63
Lampiran 14. Peremajaan Bakteri 65
Lampiran 15. Pembuatan Suspensi Bakteri.....66
Lampiran 16. Pembuatan Kontrol Positif Dan Kontrol Negatif 67
Lampiran 17. Dokumentasi Uji Aktivitas Antibakteri Metode Sumuran 68
Lampran 18. Dokumentasi Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Metode Sumuran 69

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Acne vulgaris (jerawat) merupakan penyakit kulit yang terjadi akibat penyumbatan pori-pori oleh sebum, sel kulit mati, serta aktivitas bakteri yang memicu terjadinya peradangan pada kulit (Nurjanah *et al.*, 2018). Jerawat tidak hanya muncul pada wajah, tetapi juga dapat ditemukan pada daerah punggung, dada, lengan, dan bagian tubuh lainnya (Maharani, 2015). Umumnya jerawat terjadi pada masa pubertas akibat meningkatnya produksi hormon androgen yang menyebabkan peningkatan produksi sebum dan keratin pada kulit (Winarno et al., 2014). Namun demikian, jerawat juga dapat terjadi pada usia dewasa, termasuk pada individu yang tidak memiliki riwayat jerawat pada masa remaja (Sari et al., 2023).

Perkembangan jerawat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah aktivitas bakteri pada kulit. Bakteri yang banyak berperan dalam patogenesis jerawat yaitu *Cutibacterium acnes* (sebelumnya dikenal sebagai Propionibacterium acnes) dan *Staphylococcus epidermidis* (Madelina & Sulistiyaningsih, 2018; Pratiwi et al., 2019; Herlyana et al., 2024). *Cutibacterium acnes* merupakan flora normal kulit yang dapat berkembang berlebihan pada kondisi tertentu dan memicu proses inflamasi. Sementara itu, *Staphylococcus epidermidis* juga diketahui berkontribusi dalam memperparah peradangan pada lesi jerawat..

Menurut Chinese Guidelines (2019), terapi jerawat dapat dilakukan dengan pemberian retinoid topikal, antibiotik topikal, benzoil peroksida, maupun antibiotik oral. Meskipun demikian, penggunaan antibiotik secara terus-menerus berpotensi meningkatkan risiko terjadinya resistensi bakteri terhadap antibiotik (Utami, 2011). Penggunaan antibiotik yang tidak rasional bahkan menjadi salah satu penyebab utama munculnya bakteri multiresisten yang dapat menurunkan efektivitas pengobatan infeksi (Niasono, 2019). Oleh karena itu, diperlukan upaya pengembangan alternatif antibakteri yang berasal dari bahan alam dan memiliki potensi menghambat pertumbuhan bakteri penyebab jerawat.

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya hayati yang berpotensi dikembangkan sebagai bahan antibakteri alami. Salah satu tanaman yang memiliki potensi tersebut adalah cengkeh (*Syzygium aromaticum*) (Krisnawati, 2020). Minyak cengkeh yang diperoleh melalui proses penyulingan diketahui mengandung senyawa aktif utama berupa eugenol dengan kadar lebih dari 70%, serta senyawa lain seperti β-caryophyllene dan eugenyl acetate (Lomboan et al., 2021; Nurdjannah, 2016). Eugenol diketahui memiliki aktivitas antibakteri yang bekerja dengan cara mengganggu permeabilitas membran sel bakteri dan menghambat aktivitas enzim esensial sehingga dapat menghambat pertumbuhan maupun menyebabkan kematian bakteri (Panuluh, 2019).

Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa minyak cengkeh memiliki aktivitas antibakteri terhadap berbagai bakteri patogen. Namun, informasi mengenai aktivitas antibakteri minyak cengkeh terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* pada berbagai konsentrasi masih perlu dikaji lebih lanjut. Selain itu, perbandingan sensitivitas kedua bakteri tersebut terhadap minyak cengkeh juga masih menarik untuk diteliti sehingga dapat memberikan informasi ilmiah mengenai potensi minyak cengkeh sebagai alternatif bahan antibakteri alami untuk penanganan jerawat.

Berdasarkan uraian diatas, akan dilakukan penelitian aktivitas antibakteri minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) pada berbagai konsentrasi terhadap pertumbuhan bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* penyebab jerawat (*acne vulgaris*). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam mengembangkan minyak cengkeh sebagai bahan aktif alami yang efektif dalam mengatasi permasalahan jerawat.

B. Rumusan Masalah

1. Apakah minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*?
2. Berapa diameter zona hambat dari minyak cengkeh *Syzygium (aromaticum*) terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*?

3. Berapa nilai konsentrasi hambat minimum (KHM) dari minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*?

C. Hipotesis

Minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* serta memiliki konsentrasi Hambat Minimum (KHM) terhadap kedua bakteri tersebut.

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui daya hambat minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*.
2. Mengetahui diamter zona hambat minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*.
3. Mengetahui nilai konsentrasi Hambat Minimum (KHM) minyak cengkeh (*Syzygium aronmaticum*) terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dam *Staphylococcus epiedrmidis*

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi institusi Pendidikan

   Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah serta menambah wawasan di bidang mikrobiologi dan farmasi mengenai potensi minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) sebagai antibakteri terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*.
2. Bagi penulis

   Penelitian ini memberikan pengalaman dalam menerapkan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan, khususnya dalam melakukan pengujian aktivitas antibakteri, pengolahan data, serta analisis hasil penelitian secara ilmiah.
3. Bagi peneliti selanjutnya

   Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi data dasar bagi penelitian selanjutnya mengenai pengembangan pemanfaatan minyak cengkeh, misalnya dalam bentuk sediaan farmasi, pengujian terhadap mikroorganisme lain, atau

analisis senyawa aktif yang berperan sebagai antibakteri.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Minyak Cengkeh (*Syzygium aromaticum*)

Minyak daun cengkeh merupakan minyak atsiri yang diperoleh dari hasil distilasi atau penyulingan bagian daun tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*). Daun cengkeh kering umumnya menghasilkan rendemen minyak atsiri berkisar antara 1–4%. Meskipun rendemennya lebih kecil dibanding kuncup bunga, minyak daun cengkeh didominasi oleh senyawa aktif utama yang sama, yaitu eugenol dengan kadar tinggi yang berkisar antara 80–85% (Sudibyo *et al.*, 1990). Eugenol merupakan senyawa golongan fenolik yang bertugas sebagai *active pharmaceutical ingredient* dengan efektivitas antimikroba yang kuat. Mekanisme aksi eugenol dalam menghambat bakteri dilakukan dengan cara menembus dan merusak integritas membran sel bakteri yang kaya lipid. Sebagai senyawa lipofilik, eugenol meningkatkan permeabilitas membran, mendenaturasi protein seluler, dan memicu kebocoran material intraseluler penting yang berujung pada lisis serta kematian sel bakteri uji (Alighiri *et al.*, 2021).



Gambar 2.1. Minyak Cengkeh (*Syzygium aromaticum*)).

Sumber : Toko Tetesan Atsiri, Shopee (diakses tahun 2026)

B. Jerawat (*Acne vulgaris*) Dan Bakteri Uji

Jerawat (*Acne vulgaris*) merupakan penyakit peradangan kronis pada kelenjar pilosebaseus yang salah satu faktor pemicu utamanya adalah kolonisasi mikroorganisme. Aktivitas antibakteri minyak cengkeh dalam penelitian ini diuji terhadap dua bakteri penyebab jerawat, yaitu *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Cutibacterium acnes* (yang dahulu dikenal sebagai *Propionibacterium acnes*) adalah bakteri anaerob Gram-positif yang mengonsumsi sebum pada kulit dan melepaskan asam lemak bebas yang memicu inflamasi hebat. Sementara itu, *Staphylococcus epidermidis* adalah bakteri aerob atau fakultatif anaerob Gram-positif yang merupakan flora normal kulit, namun dapat berproliferasi secara oportunistik dan memperparah infeksi serta peradangan pada jerawat (Walsh *et al.*, 2016).

C. Metode Difusi Sumuran Dan Zona Hambat

Pengujian aktivitas antibakteri minyak cengkeh dilakukan menggunakan metode difusi sumuran (*well diffusion method*). Prinsip metode ini didasarkan pada pembuatan lubang sumuran secara mekanis menggunakan *cork borer* pada media Nutrient Agar (NA) yang telah diinokulasikan suspensi bakteri uji secara merata. Sampel minyak cengkeh dengan berbagai variasi konsentrasi kemudian dimasukkan ke dalam lubang sumuran tersebut. Selama masa inkubasi, senyawa aktif eugenol akan berdiffusi secara radial ke dalam media agar. Aktivitas antibakteri secara kuantitatif ditunjukkan oleh terbentuknya zona hambat berupa area bening di sekitar sumuran yang menandakan pertumbuhan bakteri telah terhenti. Diameter zona hambat ini diukur menggunakan jangka sorong dalam satuan milimeter (mm) untuk menentukan tingkat sensitivitas bakteri terhadap minyak cengkeh (Balouiri *et al.*, 2016).

D. Kandungan Kimia

Komponen fenol yang terkandung dalam cengkeh adalah eugenol (C18H12O3), asetil eugenol, a dan b kariofelin, eugenia (isomer eugenol), vanillin, dan asam galotanin (Mu'nisa *et al*., 2012). Eugenol merupakan komponen senyawa kimia yang paling banyak terdapat dalam minyak cengkeh, yaitu sebesar 70-96% (Nirmala, 2020). Eugenol berperan dalam menghambat lipid peroksidasi, oksidasi LDL, dan lipoprotein dengan kepadatan rendah (VLDL) (Mu'nisa *et al*., 2012). Daun cengkeh mengandung mengandung flavonoid, triterpenoid, fenolat, dan tanin sebagai antibakteri. Tak hanya itu, daun cengkeh juga mengandung senyawa eucalyptol, kariofilen, cardinol, dan limonene (Suhendar & Sogandi, 2019).

E. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan substansi atau zat campurannya dengan memanfaatkan pelarut yang sesuai. Tujuan dari proses ekstraksi adalah untuk memperoleh komponen bioaktif yang terdapat pada suatu bahan (Harbone, 1987). Terdapat beberapa prosedur yang biasa digunakan dalam proses ekstraksi, diantaranya adalah ekstraksi dengan pelarut atau maserasi, destilasi, sublimasi, pengepresan mekanik, dan *supercritical fluid extraction* (SFE) (Gritter *et al*., 1991).

Pemilihan pelarut merupakan salah satu faktor utama yang berpengaruh terhadap keberhasilan proses ekstraksi. Pelarut yang tepat adalah pelarut yang dapat menyari sebagian besar kandungan bahan aktif dalam simplisia yang diinginkan (Depkes RI, 2008). Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan jenis pelarut diantaranya, kemampuan dalam penyarian bahan aktif, selektivitas, toksisitas, kemudahan dalam proses penguapan dan harga pelarut (Harbone, 1987). Selain itu, pemilihan pelarut juga harus berdasarkan pada kepolaran suatu zat dalam pelarut. Senyawa yang bersifat polar akan larut pada pelarut yang bersifat polar juga seperti etanol, air, methanol, dan butanol. Sedangkan senyawa non-polar, diantaranya n-heksana, kloroform, dan eter (Gritter *et al.*, 1991).

1. Ekstraksi Minyak Atsiri Secara Penyulingan Air (*Water Destilation*)

Metode ekstraksi dengan penyulingan ini adalah dilakukan dengan cara menyuling bahan tanam sehingga mengalami kontak langsung dengan air

mendidih. Uap air membawa minyak atsiri , setelah itu didinginkan dengan cara dialirkan melalui pendingin. Hasil penyulingan adalah minyak atsiri yang masih kotor atau belum murni. Proses ini cocok untuk minyak atsiri yang tidak hancur oleh pemanasan (Guenther, 2006). Bahan baku yang memanfaatkan untuk ekstraksi lazimnya dari daun atau bunga yang gampang berpindah didalam air dan tidak gampang hancur oleh uap air yang panas (Rismunandar, 1990).

Keuntungan dari penyulingan sederhana seperti ini berupa kemudahan dalam proses dan tidak memerlukan pengeluaran yang besar. Namun, akan menghasilkan minyak atsiri kualitas rendah, sedikit kadar minyaknya, sekali waktu terjadi proses hidrolisis ester, dan bercampurnya produk minyak dengan hasilnya sampingan (Rismunandar, 1990).

Penyulingan seperti ini apabila digunakan maka bahan yang disuling akan berhubungan langsung dengan air panas dan kemungkinan akan mengambang atau mengapung di atas air dan bisa juga terendam seluruhnya, tergantung pada berat jenis dan jumlah bahan yang akan diproses. Air dididihkan secara langsung dengan bara api. Sejumlah bahan tanaman ada kalanya harus diproses dengan penyulingan air (contoh bunga mawar, bunga-bunga jeruk) sewaktu terendam dan bergerak bebas dalam air mendidih (Rismunandar, 1990).

2. Ekstraksi Minyak Atsiri Secara Penyulingan Uap (*Steam Destilation*)

Penyulingan dengan uap sebaiknya dimulai dengan tekanan uap yang terendah (sekitar 0.5 - 1 bar). Setelah itu, secara berangsur-angsur tekanan di boiler ditingkatkan sampai suhu uap mencapai 150 °C dari tekanan mencapai 5 bar. Air dari boiler akan mendidih, lalu uapnya mengalir ke ketel suling yang sudah terdapat bahan di dalamnya. Uap air akan menembus sel-sel bahan dan membawa uap minyak atsiri yang selanjutnya akan mengalir melalui kondensor. di dalam kondensor, uap minyak akan mengembun menjadi cairan kemudian ditampung di tangka pemisah (Yuliani, 2012).

3. Ekstraksi Atsiri Secara Penyulingan Uap dan Air (*Water and Steam Destilation*)

Alat yang digunakan pada metode ini menyerupai dandang nasi. Jadi, didalam katel terdapat penyekat berlubang dari lempeng besi yang berfungsi untuk memisahkan air dengan bahan bakunya. Proses penyulingan diawali dengan memasukkan air ke bagian dasar ketel sampai mengisi 1/3 bagian. Bahan bakunya

disimpan atas lempeng penyekat. Bahan baku sebaiknya jangan terlalu padat karena akan mempersulit jalannya uap air untuk menembus bahan baku. Setelah itu, ketel ditutup rapat, lalu dipanaskan (Yuliani, 2012).

F. Kromatografi Lapis Tipis

Kromatografi lapis tipis adalah metode pemisahan fitokimia. Lapisan yang memisahkan terdiri atas bahan berbutir-butir (fase diam), ditempatkan pada penyangga berupa pelat gelas, logam atau lapisan yang cocok. Campuran yang akan dipisah berupa larutan, ditotolkan berupa bercak atau pita (awal), kemudian pelat dimasukkan di dalam bejana tertutup rapat yang berisi larutan pengembang yang cocok (fase gerak). Pemisahan terjadi selama perambatan kapiler (pengembangan) dan selanjutnya senyawa yang tidak berwarna harus ditampakkan (Stahl, 1985). Senyawa yang akan dipisahkan akan dibawa oleh fase gerak dan bergerak melalui fase diam karena pengaruh diam berat atau lainnya. Komponen dari senyawa akan melewati fase diam dengan tingkatan yang berbeda sehingga memiliki faktor retensi yang berbeda juga (Kumar *et al.*, 2013).

Prinsip kerja KLT yaitu adsorpsi, desorpsi, dan elusi. Adsorpsi terjadi ketika larutan sampel ditotolkan ke fase diam (plat KLT) menggunakan pipa kapiler, komponen-komponen dalam sampel akan teradsorpsi di dalam fase diam. Desobrsi adalah peristiwa ketika komponen yang teradsorpsi di fase diam didesak oleh fase gerak (eluen), terjadi persaingan antara eluen dan komponen untuk berikatan dengan fase diam. Elusi adalah peristiwa ketika komponen ikut terbawa oleh eluen. KLT dapat digunakan untuk mengidentifikasi senyawa yang terdapat dalam campuran secara kualitatif, yaitu dengan membandingkan Rf baku pembanding dengan Rf sampel. Selain itu, KLT merupakan teknik analisis yang sederhana, hemat biaya, mudah dilakukan, dan hanya dibutuhkan sedikit cuplikan sampel untuk analisisnya (Coskun, 2016).

G. Bakteri

1. Pengertian Bakteri

Bakteri adalah salah satu golongan mikroorganisme yang berukuran kecil atau organisme bersel tunggal yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Bakteri merupakan organisme yang jumlahnya paling banyak dibandingkan makhluk hidup lain yang tersebar luas didunia. Bakteri memiliki ratusan ribu spesies yang hidup di darat, laut, udara, dan tempat-tempat ekstrim (Rini dan Rochmah, 2020).

2. Klasifikasi Bakteri

Menurut Pratiwi (2008) perbedaan respons terhadap pewarnaan gram dan struktur dinding bakteri, bakteri diklasifikasikan menjadi bakteri gram negatif dan gram positif.

a) Bakteri Gram Negatif

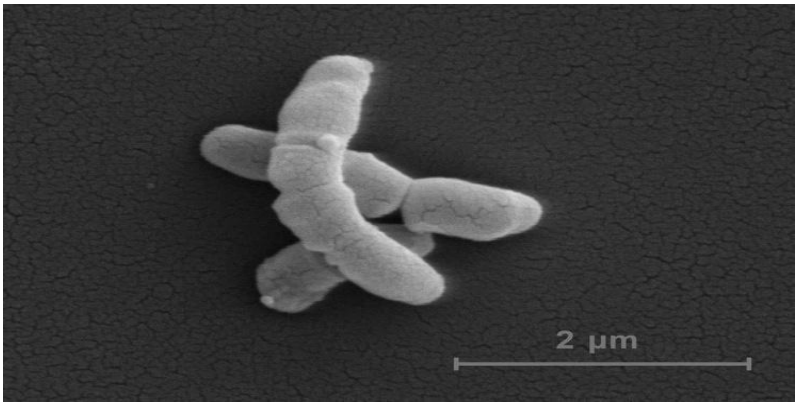
Bakteri gram negatif adalah bakteri yang pada dinding sel banyak mengandung lipopolisakarida. Kompleks crystal violet-iodin yang masuk ke dalam sel bakteri gram negatif, alkohol akan merusak lapisan lipoposakarida dan dapat tercuci serta menyebabkan sel bakteri tampak transparan, yang akan berwarna merah setelah diberi safranin.

b) Bakteri Gram Positif

Bakteri gram positif adalah bakteri yang memiliki dinding sel yang paling banyak mengandung peptidoglikan. Kompleks crystal violet-iodin yang masuk ke dalam sel bakteri gram positif tidak dapat tercuci oleh alkohol karena adanya lapisan peptidoglikan yang kokoh pada dinding sel.

3. Bakteri *Cutibacterium acnes*

a) Klasifikasi Bakteri



Gambar 2.1. Bakteri *Cutibacterium acnes.*

Sumber : *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC)

Kingdom	: Bacteria
Divisi	: Actinobacteria
Kelas	: Actinomycetia
Ordo	: Propionibacteriales
Famili	: Propionibacteriaceae
Genus	: *Cutibacterium*
Spesies	: *Cutibacterium acnes* (Jawetz *et al*., 2012)

b) Morfologi Bakteri *Cutibacterium acnes*

Cutibacterium acnes adalah salah satu jenis mikrobiota penting pada kulit manusia. *Cutibacterium acnes* akan tumbuh lebih baik dalam kondisi anaerobik dan dapat menghasilkan berbagai metabolit yang memainkan peran penting dalam produksi vitamin B12 serta probiotik yang biasa digunakan dalam industri makanan dan kosmetik. Bakteri *Cutibacterium acnes* merupakan patogen oportunistik yang menyebabkan berbagai kondisi kulit tergantung pada lingkungan pertubuhan (Jang *et al*., 2022).

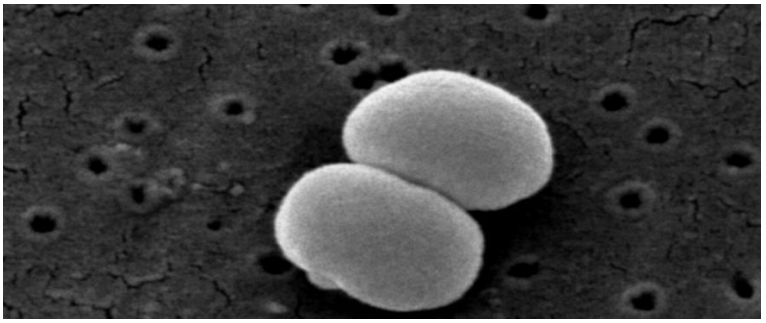
Cutibacterium acnes tergolong bakteri anaerob Gram positif yang melekat pada batang rambut dan dinding epitel folikel. *Cutibacterium acnes* dianggap

sebagai penyebab utama jerawat dan secara konsisten merupakan salah satu genera yang diketahui paling banyak ditemukan pada orang yang berjerawat. Jenis bakteri ini, telah terbukti hidup berdampingan dengan bakteri lainnya seperti *Corynebacteria* dan jamur simbiosis di daerah kulit yang lembab. Selain itu, *Cutibacterium acnes* telah terbukti membentuk biofilm pada folikel rambut dalam kelenjar sebaseus pada kebanyakan pasien berjerawat (Yu *et al.,* 2022).

Umumnya, *Cutibacterium acnes* dapat beradaptasi baik dengan habitat ekologisnya yang dicontohkan oleh peptidoglikan yang resisten terhadap lisozim, kepatuhan terhadap sebum dan pemanfaatan lipidnya secara efisien. Struktur dinding sel bakteri ini tebal dengan kandungan lipid yang tinggi memberikan peningkatan ketahanan terhadap tekanan lingkungan termasuk tekanan osmotik, konsentrasi ion, tekanan mekanik atau suhu (Kuehnast *et al.*, 2018). *Cutibacterium acnes* adalah bakteri flora normal yang ada pada kulit manusia dan jenis bakteri penghasil lipase yang sering dipecah menjadi trigliserida, salah satu komponen yang terkandung adalah sebum dan dipecah menjadi asam lemak bebas. Lemak bebas akan menjadi pertumbuhan yang baik bagi bakteri *Cutibacterium acnes* selanjutnya bakteri berakumulasi menjadi penyebab terjadinya peradangan dan akan membentuk komedo yang menjadi salah satu faktor dalam terbentuknya jerawat (Cahyani, 2018).

4. **Bakteri *Staphylococcus epidermidis***

a). Klasifikasi Bakteri



Gambar 3. Bakteri Staphylococcus epidermidis

Sumber : Nakatsuji *et al*., 2018

Kingdom : Bacteria
Filum : Bacillota
Kelas : Bacilli
Ordo : Bacillales

Famili : Staphylococcaceae
Genus : *Staphylococcus*
Spesies : *Staphylococcus epidermidis* (De Vos *et al.*, 2009).

b**).** Morfologi Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

Bakteri Staphylococcus memiliki ciri khas seperti sel-sel berbentuk bola. Berdiameter 0,5-1,5 μm, terdapat tunggal dan berpasangan, dan secara khas membelah diri pada satu bidang sehingga membentuk gerombol non-motil. Tidak diketahui adanya stadium istirahat. Gram positif dinding sel mengandung dua komponen utama, peptidoglikan serta asam terikat yang berkaitan dengannya, kemoorganotrof. Metabolisme dengan fermentatif dan respirasi. Anaerob fakultatif, tumbuh lebih cepat dan lebih banyak dalam keadaan anaerobic (Syahrurachman *et al*., 1994). Aerobic atau aerob merupakan istilah yang digunakan untuk mengklasifikasikan bakteri yang memerlukan oksigen dengan metabolismenya. Sedangkan suhu optimum pertumbuhan 35-40°C.

H. Antibakteri

1. Pengertian Antibakteri

Antibakteri adalah zat yang dapat mengganggu pertumbuhan atau mematikan bakteri dengan cara mengganggu metabolisme mikroba yang mengganggu. Mikroorganisme dapat berbahaya karena memiliki kemampuan untuk menginfeksi dan menyebabkan penyakit serta merusak bahan pangan (Astriyai *et al.*, 2017).

2. Mekanisme Kerja Antibakteri

Menurut Pelczar dan Chan (2014), mekanisme kerja antibakteri dalam menghambat atau mengubahnya mikroorganisme digolongkan sebagai berikut:

a). Kerusakan pada dinding sel

Struktur dinding sel dapat dirusak dengan cara menghambat pembetukkannya atau mengubahnya setelah selesai terbentuk

b). Perubahan permeabilitas sel

Membran sitoplasma menahan zat tertentu di dalam sel dan mengatur masuk dan keluarnya zat lain. Membran menjaga integritas komponen seluler. Kerusakan membran ini menyebabkan terhambatnya pertumbuhan sel atau kematian sel.

c). Perubahan molekul protein dan asam nukleat

Hidupnya suatu sel bergantung pada terpeliharanya molekul. Molekul protein dan asam nukleat dalam keadaan alamiahnya. Suatu keadaan atau zat yang mengubah keadaan ini, yaitu zat yang mendenaturasi protein dan asam nukleat, dapat merusak sel hingga tidak dapat diperbaiki kembali. Suhu tinggi dan konsentrasi terkonsentrasi dari beberapa bahan kimia dapat menyebabkan koagulasi (denaturasi) irreversibel (tidak dapat balik) dari komponen-komponen seluler penting ini.

d). Penghambatan kerja enzim

Setiap enzim dari beratus-ratus enzim berbeda-beda yang ada di dalam sel merupakan sasaran potensial bagi bekerjanya suatu penghambat. Banyak zat kimia telah diketahui dapat mengganggu reaksi biokimiawi. Penghambatan ini dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel.

e). Penghambatan sintesis asam nukleat dan protein

DNA, RNA, dan protein memegang peran yang sangat penting dalam proses kehidupan normal sel. Artinya gangguan apa pun yang terjadi pada pembentukan atau fungsinya zat-zat tersebut dapat mengakibatkan kerusakan sel secara menyeluruh.

I. Pengendalian Mikroorganisme dengan Sterilisasi

1. Metode Sterilisasi Fisik

Metode sterilisasi fisik dapat dilakukan dengan cara panas, baik panas kering, panas basah, radiasi dan filtrasi.

a). Sterilisasi Panas Kering

Sterilisasi panas kering berfungsi untuk mematikan mikroorganisme dengan cara mengoksidasi komponen sel atau mendenaturasi enzim, tidak dapat digunakan untuk bahan yang terbuat dari karet atau plastik, waktu sterilisasinya 2-3 jam. Ada dua metode sterilisasi panas kering yaitu pembakaran dengan api bunsen dengan suhu 350°C dan menggunakan udara panas oven dengan temperature 160-170°C.

b). Sterilisasi Panas Basah

Sterilisasi panas basah digunakan untuk bahan yang sensitif panas. Selain itu metode ini juga digunakan untuk mensterilkan peralatan dan cairan dengan temperature 100℃ selama 5-10 menit. Alat yang umum digunakan dalam sterilisasi ini adalah autoklaf. Prinsip autoklaf adalah terjadinya koagulasi lebih cepat dalam keadaan basah dibandingkan keadaan kering. Proses ini dapat membunuh mikroorganisme dengan cara mendenaturasikan atau mengkoagulasikan protein pada enzim dan membran sel. Adapun pengaturan suhu autoklaf adalah 121°C selama 15 menit.

c). Sterilisasi Penyaring/ Filtrasi

Metode ini digunakan untuk bahan yang sensitif terhadap panas seperti enzim. Membran filternya dibuat dari selulosa asetat. Kerugian dari metode ini adalah biayanya mahal, filter lebih mudah mampat sehingga harus sering diganti dan tidak dapat digunakan untuk menyaring virus. Jenis filter yang lain adalah filter HEPA (high efficiency particulate air), contohnya adalah LAF (*laminar air flow*). Filter ini digunakan untuk menyaring udara sehingga bebas debu dan bakteri, terdiri dari lipatan selulosa asetat.

d). Sterilisasi Radiasi

Sterilisasi radiasi umumnya menggunakan sinar UV atau ionisasi. Sinar UV digunakan untuk sterilisasi kabinet dan ruangan. Sedangkan ionisasi digunakan untuk mensterilkan bahan yang tidak dapat disterilisasi menggunakan panas seperti plastik sekali pakai, antibiotik, hormon dan jarum suntik (Pratiwi, 2008).

2. Metode Sterilisasi Kimia

Metode sterilisasi kimia dapat dilakukan dengan cara menggunakan bahan kimia. Adapun bahan yang dipilih adalah fenol dan persenyawaan fenolat, alkohol, halogen, logam berat serta persenyawaannya, detergen, aldehid dan kemosterilisator gas (Michael dan Chan, 1988).

J. Larutan McFarland

Menurut Avianty (2020) dengan standar *McFarland* yang paling umum digunakan di Laboratorium Mikrobiologi Klinik adalah standar McFarland 0,5 yang setara dengan jumlah perkiraan suspensi bakteri yaitu 1,5 x 10^8 CFU/mL

dimana standar tersebut merupakan dasar untuk percobaan kerentanan antibakteri dan percobaan hasil biakan bakteri. Larutan *McFarland* 0,5 biasa digunakan sebagai pembanding kekeruhan biakan bakteri dalam medium cair dengan kepadatan antara 1x 10^7 Sel/mL -1 x 10^8 Sel/mL. Sebanyak 0,5 mL barium klorida ($BaCl_2$) 1% ditambahkan 9,95 mL asam sulfat (H_2SO_4) 1%. Kemudian disimpan di tempat yang terhindar dari cahaya matahari langsung.

K. Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan tujuan diperolehnya suatu sistem pengobatan yang efektif dan efisien. Proses pengujiannya dilakukan dengan mengukur pertumbuhan mikroorganisme terhadap agen antibakteri (Aisyah, 2021). Berdasarkan Pratiwi, (2008) adapun macam cara pengujian antibakteri adalah sebagai berikut :

1. Metode Difusi

   a). Metode *disk diffusion* (tes Kirby & Bauer)

   Metode menggunakan cakram kertas saring yang berisi larutan antibakteri, kemudian diletakkan pada media agar yang sebelumnya telah ditanami mikroorganisme sehingga agen antibakteri dapat berdifusi pada media agar tersebut. Area jernih mengindikasikan adanya hambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh agen antibakteri pada permukaan media agar. Setelah itu diinkubasikan pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Daerah bening disekitar cakram menunjukkan adanya hambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh agen bakteri.

   b). Metode *E-test*

   Metode untuk menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM), yaitu konsentrasi minimal suatu agen antibakteri untuk dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Pada metode ini cakram kertas yang mengandung larutan antibakteri dari konsentrasi terendah hingga tertinggi diletakkan pada permukaan media agar yang telah ditanami oleh mikroorganisme uji. Pengamatan dilakukan pada area jernih yang terlihat menunjukkan konsentrasi larutan antibakteri yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada media agar.

c). *Ditch-plate technique*

Pada metode ini sampel uji berupa larutan antibakteri yang diletakkan pada parit yang dibuat dengan cara memotong media agar dalam cawan petri pada bagian tengah secara membujur dan mikroba uji (maksimum 6 macam) digoreskan kearah parit yang berisi agen antibakteri tersebut. Langkah selanjutnya yaitu diinkubasikan pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Adanya daerah bening disekitar parit menunjukkan hambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh agen antibakteri.

d). *Cup-plate technique*

Metode ini hamper sama dengan disk diffusion, tetapi teknik ini dibuat dengan sumur pada media agar yang telah ditanami mikroorganisme dan pada sumur tersebut diberi agen antibakteri yang akan diuji. Selanjutnya diinkubasikan pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Adanya daerah bening disekitar parit menunjukkan hambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh agen antibakteri.

e). *Gradient-plate technique*

Metode ini menggunakan agen antibakteri dengan konsentrasi bervariasi yang ditambahkan pada media agar dan diletakkan dalam cawan petri dalam posisi miring. Lalu ditambahkan nutrisi kedua diatasnya dan diinkubasikan selama 24 jam agar agen antibakteri berdifusi dan permukaan media mengering. Mikroorganisme uji digoreskan pada media dan dihitung panjang total pertumbuhan mikroorganisme maksimum yang dibandingkan dengan panjang pertumbuhan hasil goresan.

2. Metode Dilusi

a). Metode Dilusi Cair (*Broth Dilution Test*)

Metode ini digunakan untuk mengukur Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM). Cara yang dilakukan adalah dengan membuat seri pengenceran agen antibakteri pada medium cair yang ditambahkan dengan mikroba uji. Larutan uji agen antibakteri pada kadar

terkecil yang terlihat jernih tanpa adanya pertumbuhan mikroba uji ditetapkan sebagai KHM. Larutan yang ditetapkan sebagai KHM tersebut selanjutnya dikultur ulang pada media cair tanpa penambahan mikroba uji ataupun agen antibakteri, dan diinkubasikan selama 18-24 jam. Media cair yang tetap terlihat jernih setelah diinkubasikan ditetapkan sebagai KBM.

b**).** Metode Dilusi Padat (*Solid Dilution Te*st)

Metode ini mirip dengan metode dilusi cair, perbedaannya untuk metode ini menggunakan media padat. Keuntungan dari metode ini adalah satu konsentrasi agen antibakteri yang diuji dapat digunakan untuk menguji beberapa mikroba uji.

L. Pengukuran Daya Hambat

Aktivitas suatu bakteri dapat dinyatakan Ketika terbentuk zona hambat yang berupa daerah jernih di sekeliling dari media pertumbuhan bakteri uji yang tidak ditumbuhi bakteri (Putri *et al*., 2016). Diameter zona hambat tersebut yang terbentuk dapat dihitung dengan jangka sorong (Pratiwi, 2008).

Kriteria kekuatan antibakteri adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Daya Antibakteri (Davis dan South, 1971)

Diameter Zona Bening (mm)	Kategori
>20	Sangat Kuat
10 – 20	Kuat
5 – 10	Sedang
<5	Lemah

BAB III
METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental. Perlakuan yang diberikan pada penelitian adalah perbandingan aktivitas antibakteri minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah meliputi minyak cengkeh, sterilisasi alat, pembuatan media kultur anaerob dan aerob, pembuatan larutan McFarland, peremajaan bakteri, dan uji aktivitas antibakteri. Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Samarinda. Penelitian dilakukan pada bulan April-Mei Tahun 2026.

B. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah aktivitas antibakteri minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* pada berbagai konsentrasi 5%, 10%, 25%, dan 50%.

C. Sampel dan Teknik Sampling

Sampel yang digunakan adalah minyak cengkeh. Teknik sampling yang digunakan adalah *purposive sampling*. *Purposive Sampling* yaitu teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu. Minyak cengkeh yang digunakan memiliki *Certificate of Analysis* (CoA) yang meliputi indeks bias, bobot jenis dan organoleptis yang sesuai dengan SNI.

D. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas yaitu variabel yang mempengaruhi variabel terikat, variabel bebas penelitian ini adalah konsentrasi minyak cengkeh yaitu 5%, 10%, 25%, dan 50%.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas, variabel terikat penelitian ini adalah zona hambat, konsentrasi hambat minimum (KHM) dari minyak cengkeh terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang mengontrol variabel bebas dan variabel terikat. variabel kontrol penelitian ini adalah metode difusi sumuran, media yang digunakan, volume sampel, jumlah inokulum bakteri, suhu dan lama inkubasi, serta diameter sumuran yang dibuat sama pada setiap perlakuan.

E. Definisi Operasional

1. Minyak cengkeh merupakan minyak atsiri hasil penyulingan dari bagian daun tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) yang siap digunakan dan telah memenuhi standar mutu.
2. *Cutibacterium acnes* merupakan bakteri gram positif yang digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri dari minyak cengkeh.
3. *Staphylococcus epidermidis* merupakan bakteri gram positif yang digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri dari minyak cengkeh.
4. Zona Hambat adalah aktivitas antibakteri yang dinyatakan positif apabila terbentuk zona bening (daerah jernih) di sekitar media uji Minyak Cengkeh, dan dihitung diameter zona yang terbentuk (dalam milimeter).
5. Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) adalah konsentrasi minimal yang dibutuhkan untuk menghambat pertumbuhan mikroba.
6. Difusi sumuran adalah metode uji yang digunakan dalam penelitian dengan membuat lubang yang berukuran 6 mm dengan menggunakan borer/alat bor sumuran pada media yang sudah menjadi agar (media lempeng) dan telah dinokulasi bakteri.

F. Teknik Pengumpulan Data

1. Alat dan Bahan
   a. Alat

      Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah autoklaf, *beaker glass*, bor sumuran (*cork borer*), cawan petri, *cotton bud*, erlenmeyer, gelas ukur, jangka sorong, jarum *ose*, kapas, kasa, *laminar air flow* (LAF), tabung effendorf, labu ukur, lampu spiritus, mikropipet, rak tabung reaksi, tali benang, tabung reaksi, *vortex*, dan *yellow tip.*

   b. Bahan

      Barium Klorida ($BaCl_2$), asam sulfat pekat (H_2SO_4), Alkohol 70%, desinfektan, Nutrient Agar (NA), bakteri *Cutibacterium acnes*, bakteri *Staphylococcus epidermidis*, air suling, alumunium foil, Klindamisin, dan DMSO 1%

2. Prosedur Penelitian
   a. Pengumpulan Sampel

      Sampel yang digunakan adalah minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) murni hasil penyulingan yang diperoleh dari industri PT. Taromanesia- Gunung Putri, Bogor Jawa Barat.

   b. Identifikasi Sampel

      Mutu minyak cengkeh *(Syzygium aromaticum)* yang diaplikasikan dalam penelitian ini dikonfirmasi melalui *Certificate of Analysis* (CoA) dari pihak penyuplai, adapun indikator mutu bahan yang termuat di dalam CoA tersebut meliputi bobot jenis, indeks bias, serta kadar senyawa aktif utamanya (eugenol), sebagai parameter bahan yang digunakan dalam penelitian.

Parameter	Spesifikasi	Hasil
Kenampakan	Cairan jernih, encer, terkadang sedikit kental	Cairan keruh, encer
Warna	Cokelat terang hingga cokelat tua	Sesuai Standar
Bau	Rempah dan khas eugenol	Sesuai Standar
Bobot Jenis (20℃)	1,028 – 1,041	1,031
Indeks Bias (20℃)	1,520 – 1,540	1,529
Rotasi Optik	(-3,0°) – (0°)	-1,76°
Kandungan Eugenol	Minimal 73%	75,27%
Kelarutan	Larut dalam alkohol dan minyak, tidak larut dalam air	Sesuai Standar
Minyak Lemak	Negatif	Negatif
DEP	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
DOP	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

G. Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* dilakukan menggunakan metode difusi sumuran. Metode difusi sumuran digunakan untuk menentukan diameter zona hambat sekaligus menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) berdasarkan konsentrasi terendah yang masih menghasilkan zona hambat.

1. Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat-alat gelas yang tahan akan pemanasan yang tinggi akan disterilkan menggunakan oven pada suhu 170℃ selama ± 2 jam. Media NA, aquades dan alat-alat lain yang tidak tahan dengan pemanasan tinggi, akan disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121℃ selama ± 15 menit. Sedangkan alat yang terbuat dari logam seperti ose dan pinset akan disterilkan dengan dicuci menggunakan alkohol dan dipijarkan langsung dengan menggunakan lampu spiritus hingga merah membara (Ismail *et al.*, 2022).

2. Pembuatan Media NA

Nutrient Agar (NA) dibuat dengan cara menimbang sebanyak 14 gram, kemudian semua bahan tersebut dilarutkan dalam 500 mL aquadest. Larutan ini dipanaskan sambil diaduk hingga agar dan bahan lain larut sempurna. Setelah itu, media disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121℃ selama 15 menit untuk memastikan bebas dari mikroorganisme kontaminan. Setelah sterilisasi, media didinginkan hingga mencapai suhu sekitar 45-50°C sebelum dituangkan ke dalam cawan petri secara aseptik. Media kemudian dibiarkan mengeras dan siap digunakan sebagai media kultur untuk menumbuhkan berbagai jenis mikroorganisme (Cappucino & Sherman, 2014).

3. Pembuatan Larutan Standar McFarland

Dipipet larutan $BaCl_2$ 1% sebanyak 0,05 mL lalu di masukkan ke dalam tabung reaksi tutup ulir. Selanjutnya dipipet larutan H_2SO_4 1% sebanyak 9,95 mL. campurkan kedalam tabung reaksi tutup ulir yang sudah berisi larutan $BaCl_2$ 1%. larutan ini di vortex sampai tercampur sempurna (Rosmania dan Yanti, 2020).

4. Pembuatan Seri Konsentrasi Minyak Cengkeh

   a. Konsentrasi 5 %

      Diukur 0,05 mL minyak cengkeh, kemudian ditambahkan DMSO 1% hingga volume 1 mL ke dalam tabung eppendorf. Setelah itu diaduk menggunakan vortex selama 10 detik sebelum digunakan untuk uji.

   b. Konsentrasi 10 %

      Diukur 0,1 mL minyak cengkeh, kemuan ditambahkan DMSO 1% hingga volume 1 mL ke dalam tabung eppendorf. Setelah itu diaduk menggunakan vortex selama 10 detik sebelum digunakan untuk uji.

   c. Konsentrasi 25 %

      Diukur 0,25 mL minyak cengkeh, kemudian ditambahkan DMSO 1% hingga volume 1 mL ke dalam tabung eppendorf. Setelah itu diaduk menggunakan vortex selama 10 detik sebelum digunakan untuk uji.

   d. Konsentrasi 50 %

      Diukur 0,5 mL minyak cengkeh, kemudian ditambahkan DMSO 1% hingga volume 1 mL ke dalam tabung eppendorf. Setelah itu diaduk menggunakan vortex selama 10 detik sebelum digunakan untuk uji.

5. Pembuatan Larutan Kontrol Negatif dan Kontrol Positif
   a. Pembuatan kontrol negatif DMSO 1 mL, diambil 1 mL larutan DMSO kemudian diencerkan dengan aquadest ke dalam 9 mL diaduk hingga homogen.
   b. Pembuatan kontrol positif, ditimbang klindamisin 1%, serbuk klindamisin lalu dilarutkan dengan DMSO 1% hingga 10 mL dan diaduk hingga homogen.
6. Pembuatan Suspensi Bakteri

Biakan bakteri Staphylococcus epidermidis dan Cutibacterium acnes yang telah diinokulasi diambil menggunakan ose steril dan dimasukan ke dalam tabung reaksi yang berisi NaCl steril 10 mL. Kemudian dihomogenkan menggunakan vortex dan inkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C lalu dibandingkan kekeruhannya dengan larutan McFarland 0,5 (Dima *et al.*, 2016).

7. Peremajaan Bakteri

Dituang 5 mL media Nutrien Agar (NA) ke dalam tabung reaksi, kemudian ditutup dengan kapas, didiamkan pada suhu kamar sampai sediaan memadat pada posisi miring 45 °C. media agar digunakan untuk peremajaan bakteri (Mujipradhana et al., 2018). Biakan Staphylococcus epidermidis dan Cutibacterium acnes diambil dengan ose lalu ditanamkan pada media, kemudian inkubasi pada suhu 37 oC selama 24 jam.

8. Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Cengkeh

Uji aktivitas dilakukan dengan menggunakan metode sumuran. Dilakukan pengerjaan secara aseptis didalam *laminar air flow* disiapkan 15 cawan petri lalu dimasukkan media Nutrien agar (NA) steril 35 mL, yang telah didinginkan hingga suhu 50 ^{o}C, kemudian diamkan selama 5-10 menit hingga memadat. Ambil 1 mL suspensi bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Cutibacterium acnes* menggunakan mikropipet lalu di inokulasi di atas media NA yang telah memadat, dilakukan perlubangan menggunakan silinder logam dengan diameter 6 mm dan tinggi 10 mm, untuk membuat sumuran pada media-media tersebut (Henaulu dan Kaihena, 2020). Tiap 3 cawan petri yang berisi media dengan 4 konsentrasi dibuat lubang sumuran sebagai replikasi untuk sampel yang akan diuji pada masing-masing cawan petri, dengan memasukkan larutan minyak atsiri cengkeh pada lubang sumuran dan dilakukan pada bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Cutibacterium acnes*. Sisa

cawan petri ysng berisi media dibuat 1 sumuran untuk kontrol positif dan 1 sumuran untuk kontrol negatif dilakukan sebanyak 3 kali sebagai replikasi (Saputera *et al.*, 2019). Kemudian diinkubasi pada suhu 37 ^{o}C selama 1 x 24 jam, lalu diukur diameter daya hambat (mm) menggunakan jangka sorong dari masing-masing sampel (Sa'adah *et al.*, 2023).

9. Destruksi Bakteri

Destruksi bakteri dilakukan dengan cara memasukkan semua alat yang digunakan dalam uji efektivitas antibakteri dalam autoklaf dan dilakukan proses destruksi dengan suhu 121^{o}C selama 30 menit (Kumala, 2014).

H. Analisis Data

Data hasil penelitian berupa diameter zona hambat minyak cengkeh terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis menggunakan program SPSS. Sebelum dilakukan uji hipotesis, data terlebih dahulu diuji normalitas dan homogenitas untuk mengetahui apakah memenuhi asumsi analisis parametrik. Selanjutnya dilakukan uji *One-Way Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui adanya perbedaan diameter zona hambat antar kelompok konsentrasi. Apabila hasil uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,05$, maka dilanjutkan dengan uji *Least Significant Difference* (LSD) untuk mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan. Pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan nilai signifikansi, yaitu apabila $p < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, sedangkan apabila $p > 0,05$ maka H_0 diterima atau gagal ditolak. (Purnomo dan Syamsul, 2017).

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sampel minyak Cengkeh

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) yang diperoleh dari PT Taromanesia, Bogor, Jawa Barat. Sampel yang digunakan berupa minyak atsiri murni yang telah dilengkapi dengan *Certificate of Analysis* (CoA) yang memuat informasi mengenai karakteristik dan spesifikasi produk. Penggunaan minyak cengkeh yang berasal dari satu produsen bertujuan untuk memperoleh bahan yang homogen sehingga dapat meminimalkan variasi hasil selama pengujian aktivitas antibakteri. Sebelum digunakan dalam pengujian, kesesuaian sampel dikonfirmasi berdasarkan data yang tercantum pada *Certificate of Analysis* (CoA) untuk memastikan bahwa minyak cengkeh yang digunakan memenuhi spesifikasi dan persyaratan mutu penelitian.

Pemilihan minyak cengkeh sebagai bahan penelitian didasarkan pada kandungan senyawa bioaktif di dalamnya, terutama eugenol, yang diketahui memiliki potensi sebagai antibakteri.

B. Hasil Identifikasi Minyak Cengkeh

Identifikasi minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dilakukan berdasarkan data *Certificate of Analysis* (CoA) yang diperoleh dari PT Taromanesia, Bogor, Jawa Barat. Identifikasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa minyak cengkeh yang digunakan memenuhi spesifikasi mutu dan layak digunakan sebagai bahan uji dalam penelitian. Berdasarkan hasil identifikasi, minyak cengkeh memiliki karakteristik fisik dan kimia yang sesuai dengan standar mutu minyak cengkeh, meliputi kenampakan, warna, bau, bobot jenis, indeks bias, rotasi optik, kelarutan, serta kandungan senyawa aktif utamanya yaitu eugenol. Hasil identifikasi minyak cengkeh dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Minyak Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Berdasarkan *Certificate of Analysis* (CoA)

Parameter	**Spesifikasi**	**Hasil**
Kenampakan	Cairan jernih, encer, terkadang sedikit kental	Cairan keruh, encer
Warna	Cokelat terang hingga cokelat tua	Sesuai Standar
Bau	Rempah dan khas eugenol	Sesuai Standar
Bobot Jenis (20°C)	1,028 – 1,041	1,031
Indeks Bias (20°C)	1,520 – 1,540	1,529
Rotasi Optik	(-3,0°) – (0°)	-1,76°
Kandungan Eugenol	Minimal 73%	75,27%
Kelarutan	Larut dalam alkohol dan minyak, tidak larut dalam air	Sesuai Standar
Minyak Lemak	Negatif	Negatif
DEP	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
DOP	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

Berdasarkan Tabel 2, minyak cengkeh yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi spesifikasi mutu yang ditetapkan dalam *Certificate of Analysis* (CoA). Kandungan eugenol sebesar 75,27% menunjukkan bahwa minyak cengkeh yang digunakan memiliki kandungan senyawa aktif yang memadai sebagai antibakteri. Selain itu, parameter fisik dan kimia lainnya, seperti bobot jenis, indeks bias, dan rotasi optik, juga berada dalam rentang spesifikasi yang dipersyaratkan. Dengan demikian, minyak cengkeh yang digunakan dinyatakan memenuhi persyaratan mutu dan layak digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*.

C. Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Cengkeh terhadap Bakteri *Cutibacterium acnes*

Pengujian aktivitas antibakteri minyak cengkeh terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dilakukan menggunakan metode difusi sumuran dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 25%, dan 50%. Klindamisin digunakan sebagai kontrol positif, sedangkan DMSO 1% digunakan sebagai kontrol negatif. Hasil pengujian diameter zona hambat minyak cengkeh bakteri terhadap *cutibacterium acnes* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Diameter Zona Hambat Minyak Cengkeh terhadap Bakteri *Cutibacterium acnes*

Konsentrasi (%)	**I (mm)**	**II (mm)**	**III (mm)**	**Rata-rata (mm)**	**Kriteria**
5	3,50	3,45	3,75	3,57	Lemah
10	6,25	6,20	6,15	6,20	Sedang
25	10,35	10,40	10,30	10,35	Kuat
50	13,65	14,30	14,50	14,15	Kuat
Kontrol positif (Klindamisin)	28,40	30,19	31,20	29,93	Sangat kuat
Kontrol negatif (DMSO 1%)	0	0	0	0	Tidak ada aktivitas

.

Berdasarkan Tabel 3, minyak cengkeh mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Cutibacterium acnes* pada seluruh konsentrasi yang diuji. Diameter zona hambat yang terbentuk menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi minyak cengkeh. Rata-rata diameter zona hambat pada konsentrasi 5%, 10%, 25%, dan 50% berturut-turut sebesar 3,57 mm, 6,20 mm, 10,35 mm, dan 14,15 mm. Kontrol positif (klindamisin) menghasilkan rata-rata zona hambat sebesar

29,93 mm, Diameter zona hambat terbesar diperoleh pada konsentrasi 50%, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan adanya daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Cutibacterium acnes*.

Pada konsentrasi 5%, minyak cengkeh menghasilkan daya hambat dengan kategori lemah. Pada konsentrasi 10% daya hambat meningkat menjadi kategori sedang. Selanjutnya, pada konsentrasi 25% dan 50% aktivitas antibakteri meningkat menjadi kategori kuat. Peningkatan diameter zona hambat diduga dipengaruhi oleh semakin tingginya konsentrasi senyawa aktif yang berdifusi ke dalam media, terutama eugenol yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri melalui mekanisme merusak membran sel bakteri dan mengganggu fungsi protein sel.

Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi minyak cengkeh terhadap diameter zona hambat bakteri *Cutibacterium acnes*, dilakukan analisis statistik menggunakan program SPSS. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh kelompok perlakuan memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), sehingga data berdistribusi normal.

Hasil uji homogenitas menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,014 ($p < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa varians data antar kelompok perlakuan tidak homogen. Meskipun demikian, analisis *One-Way ANOVA* tetap dilakukan karena jumlah replikasi pada setiap kelompok perlakuan sama. Oleh karena itu, hasil analisis diinterpretasikan dengan mempertimbangkan keterbatasan tersebut.

Berdasarkan hasil uji *One-Way ANOVA* diperoleh nilai signifikansi $p < 0,001$ ($p < 0,05$), yang menunjukkan adanya perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan. Untuk mengetahui kelompok yang berbeda secara signifikan, dilakukan uji lanjut menggunakan metode *Least Significant Difference* (LSD).

Hasil uji LSD menunjukkan bahwa seluruh pasangan kelompok perlakuan memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi minyak cengkeh dari 5% hingga 50% memberikan pengaruh yang signifikan terhadap diameter zona hambat bakteri *Cutibacterium*

acnes. Dengan demikian, aktivitas antibakteri minyak cengkeh terhadap *Cutibacterium acnes* meningkat seiring bertambahnya konsentrasi yang digunakan. Hasil lengkap analisis statistik dapat dilihat pada Lampiran X.

D. Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Cengkeh Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

Pengujian aktivitas antibakteri minyak cengkeh terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dilakukan menggunakan metode difusi sumuran dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 25%, dan 50%. Klindamisin digunakan sebagai kontrol positif, sedangkan DMSO 1% digunakan sebagai kontrol negatif. Hasil pengukuran diameter zona hambat minyak cengkeh terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Zona Hambat Minyak Cengkeh terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

Konsentrasi (%)	**I (mm)**	**II (mm)**	**III (mm)**	**Rata-rata (mm)**	**Kriteria**
5	3,50	3,20	3,30	3,33	Lemah
10	6,30	6,40	6,10	6,27	Sedang
25	10,00	10,10	9,80	9,97	Sedang
50	12,60	12,60	12,60	12,60	Kuat
Kontrol positif (Klindamisin)	24,11	23,75	23,90	23,92	Sangat kuat
Kontrol negatif (DMSO 1%)	0,00	0,00	0,00	0,00	Tidak ada aktivitas

Pengujian terhadap *Staphylococcus epidermidis* menunjukkan pola yang serupa dengan hasil pengujian pada *Cutibacterium acnes*. Diameter zona hambat meningkat seiring bertambahnya konsentrasi minyak cengkeh yang digunakan. Rata-rata diameter zona hambat pada konsentrasi 5%, 10%, 25%, dan 50% berturut-turut sebesar 3,33 mm, 6,27 mm, 9,97 mm, dan 12,60 mm. Diameter zona hambat terbesar diperoleh pada konsentrasi 50%, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan adanya aktivitas penghambatan.

Analisis statistik dilakukan untuk mengetahui signifikansi pengaruh variasi konsentrasi minyak cengkeh terhadap diameter zona hambat bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh kelompok perlakuan memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), sehingga data berdistribusi normal.

Berbeda dengan hasil pada *Cutibacterium acnes*, uji homogenitas pada bakteri *Staphylococcus epidermidis* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,128 ($p > 0,05$), sehingga varians data antar kelompok perlakuan dinyatakan homogen dan memenuhi syarat untuk dilakukan uji parametrik *One-Way ANOVA*.

Hasil uji *One-Way ANOVA* menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,001$ ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan. Untuk mengetahui kelompok yang berbeda secara signifikan, dilakukan uji lanjut menggunakan metode *Least Significant Difference* (LSD).

Hasil uji LSD menunjukkan bahwa seluruh pasangan kelompok perlakuan memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05 ($p < 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi minyak cengkeh dari 5% hingga 50% memberikan pengaruh yang signifikan terhadap diameter zona hambat bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Dengan demikian, aktivitas antibakteri minyak cengkeh terhadap *Staphylococcus epidermidis* meningkat seiring bertambahnya konsentrasi yang digunakan. Hasil lengkap analisis statistik dapat dilihat pada Lampiran X.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) secara konsisten menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. Aktivitas tersebut

ditunjukkan oleh meningkatnya diameter zona hambat seiring dengan peningkatan konsentrasi minyak cengkeh yang diuji. Hasil tersebut menunjukkan adanya hubungan dosis–respons (*dose–response relationship*), di mana peningkatan konsentrasi minyak cengkeh diikuti oleh peningkatan aktivitas antibakteri. fenomena ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak cengkeh yang diaplikasikan, semakin banyak senyawa bioaktif yang berdifusi ke dalam media agar sehingga menghasilkan diameter zona hambat yang lebih besar (Balouiri *et al.,* 2016).

Hasil penelitian, pada konsentrasi 50% minyak cengkeh menunjukkan aktivitas antibakteri tertinggi terhadap kedua bakteri uji. Rata-rata diameter zona hambat terhadap *Cutibacterium acnes* mencapai 14,15 mm, sedangkan terhadap *Staphylococcus epidermidis* sebesar 12,60 mm. Berdasarkan kriteria Davis dan Stout (1971), kedua nilai tersebut termasuk dalam kategori daya hambat kuat.

Perbedaan diameter zona hambat tersebut menunjukkan bahwa *Cutibacterium acnes* memiliki sensitivitas yang sedikit lebih tinggi terhadap minyak cengkeh dibandingkan *Staphylococcus epidermidis*. Perbedaan respons ini diduga berkaitan dengan karakteristik fisiologi, struktur dinding sel, serta sifat membran masing-masing bakteri yang memengaruhi penetrasi dan aktivitas senyawa antibakteri, terutama eugenol sebagai komponen utama minyak cengkeh (Nazzaro *et al.,* 2013).

Bakteri *Staphylococcus epidermidis* merupakan bakteri anaerob fakultatif yang memiliki struktur dinding sel Gram-positif konvensional, dengan komponen utamanya berupa lapisan peptidoglikan yang tebal dan kokoh yang berikatan silang dengan asam teikoat. Struktur tersebut berperan dalam mempertahankan integritas sel serta memengaruhi respons bakteri terhadap senyawa antimikroba (Silhavy *et al.,* 2010). Di sisi lain, *Cutibacterium acnes* merupakan bakteri anaerob obligat yang menghasilkan enzim lipase untuk menghidrolisis trigliserida sebelum menjadi asam lemak bebas. Karateristik fisiologis tersebut mendukung kolonisasi bakteri pada unit pilosebasea kulit serta berkontribusi terhadap patogenesis jerawat (Marchese *et al.,* 2017).

Berdasarkan keseluruhan hasil pengukuran diameter zona hambat dan analisis statistik yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi 5% v/v merupakan konsentrasi efektif terendah minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) yang telah mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. Hal ini dibuktikan melalui uji lanjut *Post Hoc* LSD yang menunjukkan bahwa perlakuan pada konsentrasi 5% v/v telah berbeda bermakna dibandingkan kontrol negatif ($p < 0,05$). Dengan demikian, konsentrasi 5% v/v dapat dianggap sebagai konsentrasi efektif terendah dalam penelitian ini, sedangkan peningkatan konsentrasi hingga 50% v/v menghasilkan peningkatan diameter zona hambat yang menunjukkan hubungan positif antara konsentrasi minyak cengkeh dan aktivitas antibakterinya.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian aktivitas antibakteri dan analisis data statistik yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Minyak Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) memiliki aktivitas antibakteri yang nyata dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Cutibacterium acnes* pada seluruh variasi konsentrasi yang diuji 5%, 10%, 25%, dan 50%.

1. Minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) memiliki aktivitas antibakteri yang nyata terhadap pertumbuhan bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. Aktivitas antibakteri tersebut mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan bertambahnya konsentrasi minyak cengkeh yang digunakan (5%, 10%, 25%, dan 50%).
2. Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* berada pada konsentrasi 5%, karena konsentrasi tersebut merupakan kadar terkecil yang diuji dan sudah mampu memberikan respons hambatan pertumbuhan bakteri.
3. Pada konsentrasi maksimal (50%), rata-rata diameter zona hambat minyak cengkeh terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* adalah sebesar 14,15 mm, sedangkan terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* adalah sebesar 12,60 mm, di mana keduanya termasuk dalam rentang kategori daya hambat yang kuat. Secara umum, bakteri *Cutibacterium acnes* menunjukkan tingkat sensitivitas yang cenderung lebih tinggi terhadap minyak cengkeh dibandingkan dengan *Staphylococcus epidermidis* pada konsentrasi tinggi.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai formulasi minyak cengkeh ke dalam sediaan topikal seperti gel, krim, atau sabun anti jerawat agar dapat dimanfaatkan secara lebih luas dalam bidang farmasi.
2. Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk menambah jumlah replikasi pengujian sehingga hasil yang diperoleh menjadi lebih akurat dan memperkuat validitas data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Acne Group, Chinese Society of Dermatology. Chinese guidelines for the management of acne vulgaris: 2019 update. International Journal of Dermatology and Venereology. 2019;2(3): 129-138.

Afriyanti, R. N., 2015. Mikrobiologi Umum. *Journal Majority*, 4(6), 102-109.

Aisyah, N. 2021. Analisis Fitokimia dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh.

Astriyai, W., Surwardojo, P., Susilorini, T. K. 2017. Daya Hambat Ekstrak Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* L.) dengan Pelarut Ethanol dan Aquadest Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Penyebab Mastitis Pada Sapi Perah. *Jurnal Ternak Tropika*, 18(2), 8-13.

Aviany, H., Bioteknologi, S. P.B., & 2020, U. 2020. Analisis Efektivitas Probiotik di Dalam Produk Kecantikan Sebagai Antibakteri terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Ejournal2.Undip.ac.id*, 3(2).

Cahyani A, Anggraini DI, Soleha TU, Tjiptaningrum A. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) terhadap Pertumbuhan *Propionibacterium acnes* In Vitro. *J Kesehatan*. 2020;11(3):414.

Cappuccino, J.G. & Sherman, N. 2014. *Manual Laboratorium Mikrobiologi*. Edisi ke-8. Jakarta: EGC.

Centers for Disease Control and Prevention. (1972). *Cutibacterium acnes (formerly Propionibacterium acnes) [Photomicrograph]*. Public Health Image Library (PHIL).

Coskun, O. 2016. Separation Techniques: Chromatography. *North Clin Istanbul*, 3(2), 156-160.

Crisdian, H. A., & A, K. S. 2021. Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Johar (*Cassia siamea Lamk.*) dan Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) terhadap *Salmonella Typhi*. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 18(2), 133-140. https://doi.org/2.1172.

Davis, W. W., & Stout, T. R. 1971. Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic Assay. II. Novel procedure offering improved accuracy. *Applied Microbiology*, 22(4), 666-670.

Depkes RI. *Farmakope Herbal Indonesia*. Edisi I. Jakarta: Depkes RI; 2008.

Dima, L. L. R., Fatima, W., & Lolo, W. A. (2016). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT*, 5(2), 282-289.

Ferdiansyah, M., Harahap, M., Hidayanti, S., & Subeki, D. 2020. Pemanfaatan Lindi Hitam Hasil Isolasi Lignin Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Anti Mikroba. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas.* 24(2), 122-128. https://doi.org/24.2.122-128.2020.

Gabrielli, A., Svegliati, S., Moroncini, G., & Amico, D. (2012). New insights into the role of oxidative stress in scleroderma fibrosis. *Free Radical*

Biology and Medicine, 52(9), 1454-1464.
Gritter, R. J., Bobbit, J. M., & A. E., Schwarting. 1991. *Pengantar Kromatografi*. Terjemahan S. Ketaren. Edisi 2. ITB, Bandung.
Guidelines Working Group of Chinese Society of Dermatology. (2019). Chinese Guidelines for the Management of Acne Vulgaris: 2019 Update. *International Journal of Dermatology and Venereology*, 2(3), 129–138.
Guenther, E. 2006. *Minyak Atsiri*. Jilid I. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
Hadi, S. 2013. Pengambilan Minyak Atsiri Bunga Cengkeh (Clove Oil) Menggunakan Pelarut N -Heksana dan Benzena. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*,
1(2): 25–30.
Harbone, J, B., 1987. *Metode Fitokimia*. Penerbit : ITB, Bandung.
Hasriyani, H., Zulfa, A., Angguna, L., & Murhayati, R. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 70% Biji Lada Hitam (*Piper nigrum* L) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Indonesia Jurnal Farmasi*, 5(2), 14-18.
Henaulu, M., & Kaihena, M. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Secara *In Vitro*. *Jurnal Bioproses*, 5(1), 12-18.
Herlyana, Riyanti, T., Rahman, I. R., & Kurnianto, E. (2024). Aktivitas Antibakteri dan Antijamur Sabun Padat Minyak Atsiri Biji Pala (*Myristica fragrans* H.) pada Bakteri *Propionibacterium acnes* dan Jamur *Candida albicans*. *JPOP-Journal Pharmacy of Tanjungpura*, 1(2), 80-90.
Huda, M., Rodhiansyah, Ningsih, D.S., 2018, Efektivitas Ekstrak Bunga Cengkeh (*Eugenia Aromatica*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus*, *Jurnal Analis Kesehatan* 7(1): 710-716.
Irfan, N., Hayu, L. N., Guntarti, A., Salamah, N., Ariani, C. E. 2022. Analisis Profil Minyak Atsiri Kayu Putih (*Melaleuca leucadendra* L.) dan Produk di Pasaran. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 10(3), 754-762.
Jang, J., Valery, E. F. & Michael, J. S. (2022). *Probable role of C. acnes in the gut of the polychaete Capitella teleta*. Science of the Total Environment. https://www.sciencedirect.com/journal/science-of-the-total-environment.
Jawetz, M., Adelberg. 2013. *Mikrobiologi Kedokteran* Edisi 25. Salemba Medika. Jakarta.
Jirovetz, L. 2010. *Medicinal value of clove*. University of Vienna, Departement Pharmacy and Diagnostics, Austria. http://herbication.com.
Krisnawati, M. (2020). Potensi Minyak Atsiri Cengkeh sebagai Pengaw*et al*ami dalam Sediaan Kosmetik. *Jurnal Farmasetika*, 5(2), 110-117.
Kumar, V., Abbas, A. K. dan Aster, J. C. 2013. *Robbins Basic Pathology*. Philadhelpia, PA : Saunders.
Kumala. 2014. *Mikroba Endofit: Pemanfaatan Mikroba Endofit Dalam Bidang Farmasi*. ISFI.
Kuehnast T., Fatih C., Theresa W., Andreas P., Sanja S., Alexander S., Christian R. & Stefan S. (2018). Comparative analyses of biofilm formation among different C. acnes isolates. *International Journal of Medical Microbiology*, 308(8),1027-1035.
Lourencon, T. V., de Lima, G. G., Ribeiro, C. S. P., Hansel, F. A., Maciel, G. M., da Silva, K., Winnischofer, S. M. B., de Muniz, G. I. B., & Magalhaes, W. L. E. 2021. Antioxidant, antibacterial and antitumoural activities of kraft

lignin from hardwood fractioned by acid precipitation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 166, 1535-1542.

Lomboan, E. R., Yamlean, P. V., & Suoth, E. J. (2021). Formulasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Sabun Cair Ekstrak Daun Bidara terhadap S. aureus. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 11(2), 123-130.

Madelina, W., dan Sulistiyaningsih., 2018. Review: Resistensi Antibiotik pada Terapi Pengobatan Jerawat. *Jurnal Farmaka*, 16(2), 105–117.

Maharani, A. (2015). *Penyakit Kulit: Perawatan, Pencegahan, dan Pengobatan*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

Marchese, A., Barbieri, R., Coppo, E., et al. (2017). *Antimicrobial Activity of Eugenol and Essential Oils Containing Eugenol: A Mechanistic Viewpoint*. Critical Reviews in Microbiology, 43(6), 668–689.

Michael, J., & Chan, E. C. S. 1988. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Universitas Indonesia.

Mujipradhana, W. R., Lukmayani, S., & Sulaeman, A. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat. *Prosiding Farmasi Unisba*, 4(2), 612-618.

Mu'nisa, A., Tutik, W, Nastiti, K, 2012, Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Cengkeh, *Jurnal Veteriner*, 13(3), 272-277.

Mustapa AM. 2020. *Penelusuran senyawa tumbuhan cengkeh*. Media madani. Gorontalo.

Nakatsuji, T., Tiffany, H. C., Anna, M., Butcher, dkk., 2018. A commensal strain of *Staphylococcus epidermidis* protects againt skin neoplasia. *Science Advances*, 4(2).

Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L., Coppola, R., & De Feo, V. (2013). *Effect of Essential Oils on Pathogenic Bacteria*. Pharmaceuticals, 6(12), 1451–1474.

Niasono, A. B. (2019). Resistensi Antibiotik pada Terapi *Acne vulgaris*. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 15(2), 112-120.

Nirmala, Y. (2020). Studi Literatur: Peluang Penambahan Antioksidan Dari Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Dan Kunyit (Curcuma Longa) Untuk Mengatasi Ketengikan Pada Minyak Nabati. 152(3), 28.

Nuraini, D. N. 2014. *Aneka Manfaat Bunga untuk Kesehatan*.Yogyakarta: Gava Media.

Nurdjannah, Nanan. 2016. Diversifikasi Penggunaan Cengkeh. *Perspektif*. 3(2): 61-70.

Nurjanah, S., Zainuddin, Z., & Radji, M. (2018). Karakteristik Fisikokimia dan Aktivitas Antibakteri Sediaan Kulit Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 16(1), 24-31.

Nur, F.A., Nurul, A.F. V., Fitri, S.A., & Nur, A. F. Y. 2020. Aktivitas Antibakteri Daun Sirih: Uji Ekstrak KHM (Kadar Hambat Minimum) dan KBM (Kadar Bunuh Minimum) *Sainteks*, 16 (2). https://doi.org/10.30595/.SAINTEKS.V1612.7126

Panuluh, P. D. (2019). Standarisasi Laboratorium Mikrobiologi dalam Pengujian Sediaan Farmasi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 14(1), 50-58.

Pelcaar, M. J., & Chan, E. C. S. 2014. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Penerbit: Universitas Indonesia, Jakarta.

Pratiwi, S. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Penerbit: Erlangga, Jakarta.

Pratiwi, M., Kawuri, R., & Ardhana, I. P. (2019). Potensi antibakteri limbah kulit durian (Durio zibethinus Murr.) terhadap Propionibacterium acnes penyebab jerawat Antibacterial potency from the waste of durian rind (Durio zibethinus Murr.) against Propionibacterium acnes that causing acnes. *Jurnal Biologi Udayana*, 23(1), 8–15.

Putri, V. A. D., Posangi, J., Nangoy, E., Bara, R. A. 2016. Uji Daya Hambat Jamur Endofit Rimpang Lengkuas (Alpinia galnga L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escheria coli dan Staphylococcus aureus. *Jurnal e-Biomedik (eBm)*, 4(2).

Purnomo, H., & Syamsul, E. S. 2017. *Statistika Farmasi (aplikasi praktis dengan SPSS)*. Indonesia: Grafika Indah.

Rahmawati, D. 2022. *Mikrobiologi Farmasi: Dasar-Dasar Mikrobiologi untuk Mahasiswa Farmasi*. Pustaka Baru Press.

Rismunandar. 1990. Budidaya dan Tataniaga pala. PT. Penebar Swadaya. Jakarta Rini, C. S. & Rochmah, J. 2020. *Buku Ajar Mata Kuliah Bakteriologi Dasar*. Cetakan Pertama. Penerbit: UMSIDA Press, Jawa Timur.

Rusnani, I. R. (2012). Pengaruh Pemotongan Akar Tunggang Bengkok terhadap Pertumbuhan Bibit Cengkeh (*Syzygium aromaticum*). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 17(3), 89-94.

Rukmana, R. dan Yudirachman, H. 2016. *Untung Selangit dari Agribisnis Cengkeh*. Yogyakarta: Lyly Publisher.

Sa'adah, H., Nurhasnawati, H., & Permatasari, D. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Sabun Cair Minyak Atsiri Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat Menggunakan Metode Difusi Sumuran. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 8(1), 45-53.

Saputera, M. M. A., Marpaung, T. W. A., & Ayuchecaria, N. (2019). Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 2(1), 68-75.

Sari, A. N., & Asri, M. T. 2022. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (*Citrus auratifolia*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Shigella dysenteriae. *LenteraBio*, 11(3), 441-448.

Sari, D. P., Putri, A. E., & Rahmawati, R. (2023). Faktor Risiko dan Pola Pertumbuhan Bakteri Penyebab Jerawat pada Usia Dewasa. *Jurnal Kesehatan Kulit*, 9(2), 88-95.

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1075996416301202

SNI. 2006. *Minyak Atsiri Daun Cengkeh 06-2387-2006*. Badan Standarisasi Nasional.

Stahl, E. 1985. Analisis Obat Secara Kromatografi dan Mikroskopi. Bandung: ITB. Suhendar, U., & Fathurrahman, M. (2019). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Bunga Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Terhadap Bakteri *Streptococcus*

Mutans. *Fitofarmaka: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(1), 26–34. https://doi.org/10.33751/jf.v9i1.1257.

Suhendar, U., dan Sogandi. 2019. Identifikasi senyawa aktif larutan daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) sebagai inhibitor *Streptococcus mutans*. *Jurnal Biologi*, 12(2): 229-239.

Suwarto, Yuke Oktavianty, Silvia Hermawati, 2014. *Top 15 Tanaman Perkebunan.* Penebar Swadaya: Jakarta.

Syahrurachman, A., Chatim, A., Soebandrio, A., Karuniawati, A., Santoso, A., & Harun, B. 1994. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran Edisi Revisi*. Bina Rupa Aksara, Jakarta.

Towaha, J. 2012. Manfaat Eugenol Cengkeh dalam berbagai industri di Indonesia. *Perspektif*, 11(2): 80-4.

Utami, E. R. (2011). Antibiotika, Resistensi, dan Rasionalitas Terapi. *Sainstis*, 1(1), 191-198.

Vera, (2022). *Bunga Cengkeh: Khasiat dan Manfaatnya dalam Dunia Medis* Surabaya: Universitas Surabaya Press..

Winarno, F. G., Winarno, W., & Winarno, S. (2014). *Hormon, Kulit, dan Kesehatan*. Bogor: M-Brio Press.

Yanti, Y. N., Mitika, S., Farmasi, A., & Al-Fatah Bengkulu, Y. 2017. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Sambiloto (*Andrographis paniculate Ness*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aure*us. Jurnal Ilmiah Ibnu

Yuliani, S., & Satuhu, S. 2012. *Panduan Lengkap Minyak Atsiri*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Yu, Y., Yingjie, S., Siyi, Z., Nan, W., Lan, L., Xinyi, Z., Xiejun, X., Weitao, C., Litai, J. & Zhongxin, Z. (2022). Suppression of C. acnes-mediated inflammatory reactions by fibroblast growth factor 21 in skin. International *Journal of Molecular Sciences*, 23(1), 1-17. https://www.mdpi.com/journal/ijms.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alur Penelitian

1. Persiapan & Identifikasi Sampel

- Pengumpulan sampel minyak cengkeh murni dari PT Taromanesia, Bogor, Jawa Barat.
- Identifikasi mutu sampel berdasarkan Certificate of Analysis (CoA).
- Konfirmasi parameter mutu: Bobot Jenis (1,031), Indeks Bias (1,529), dan Kadar Eugenol Utama (75,27%).

↓

2. Sterilisasi Alat dan Bahan

- Sterilisasi Panas Kering (Oven 170°C selama ±2 jam): Untuk alat-alat gelas tahan panas (cawan petri, erlenmeyer, tabung reaksi).
- Sterilisasi Panas Basah (Autoklaf 121°C selama ±15 menit): Untuk media Nutrient Agar (NA) dan aquades.
- Sterilisasi Pemijaran Api Langsung: Untuk alat logam (jarum ose, pinset) menggunakan alkohol dan pembakar spiritus.

↓

3. Persiapan Media & Suspensi Bakteri Uji

- Pembuatan Media Nutrient Agar (NA): Menimbang 14 gram NA dalam 500 mL aquades, panaskan hingga larut, sterilisasi autoklaf, tuang ke cawan petri steril.
- Peremajaan Bakteri: Inokulasi isolat Cutibacterium acnes dan Staphylococcus epidermidis pada NA miring, inkubasi 37°C selama 24 jam.
- Pembuatan Standar Kekeruhan: Menyiapkan larutan standar McFarland 0,5 ($BaCl_2$ 1% + H2SO4 1%).
- Pembuatan Suspensi Bakteri: Memasukkan koloni bakteri ke NaCl steril, dihomogenkan hingga setara kekeruhan McFarland 0,5 (1,5 x 10^8 CFU/mL).

↓

4. Formulasi Konsentrasi Uji & Kontrol

- Pembuatan Seri Konsentrasi Minyak Cengkeh: Dibuat seri konsentrasi 5%, 10%, 25%, dan 50% v/v menggunakan pengencer DMSO 1%.
- Pembuatan Kontrol Positif: Larutan Klindamisin 1% dalam DMSO 1%.
- Pembuatan Kontrol Negatif: Larutan DMSO 1% murni.

↓

5. Uji Aktivitas Antibakteri (Metode Difusi Sumuran)

- Inokulasi 1 mL suspensi bakteri uji (C. acnes dan S. epidermidis) ke atas media NA padat secara merata.
- Pembuatan lubang sumuran berdiameter 6 mm menggunakan pencadang/borer steril.
- Memasukkan larutan sampel uji (seri konsentrasi minyak cengkeh, kontrol positif, dan kontrol negatif) ke dalam masing-masing lubang sumuran.
- Inkubasi cawan petri pada suhu 37°C selama 24 jam.
- Pengukuran diameter zona hambat (zona bening) di sekeliling sumuran menggunakan jangka sorong (dilakukan sebanyak 3 kali replikasi).

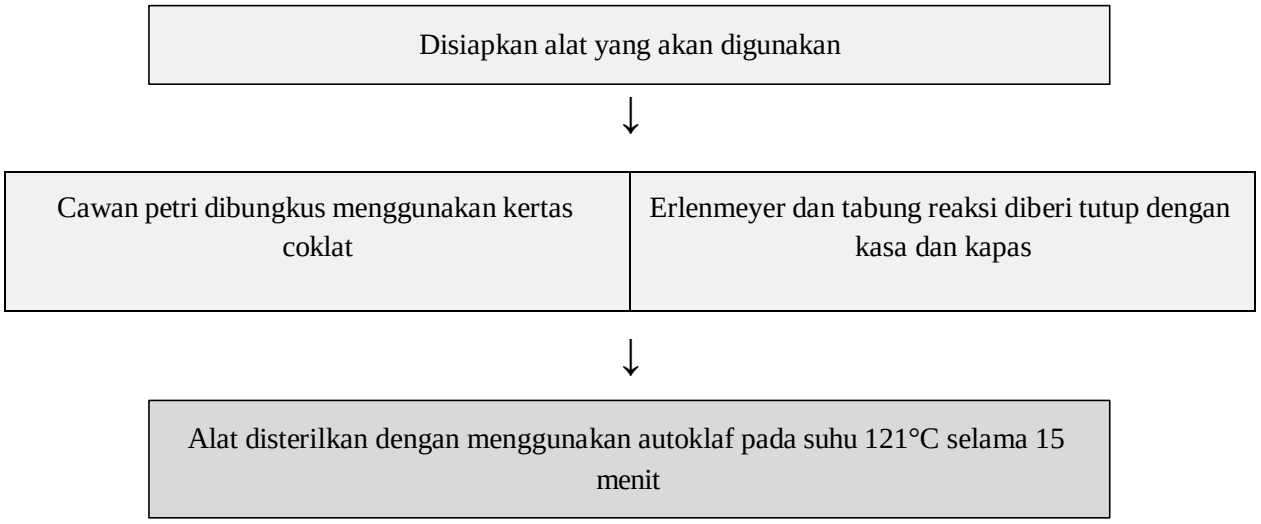
↓

6. Analisis Data & Destruksi Limbah

- Analisis Statistik SPSS: Uji Prasyarat (Normalitas & Homogenitas), dilanjutkan Uji Parametrik One-Way ANOVA ($p < 0,05$) dan Uji Post Hoc LSD.
- Penarikan Kesimpulan: Menentukan perbandingan sensitivitas bakteri dan nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM).
- Destruksi Akhir Bakteri: Sterilisasi seluruh media sisa dan biakan bakteri menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit sebelum dibuang.

.

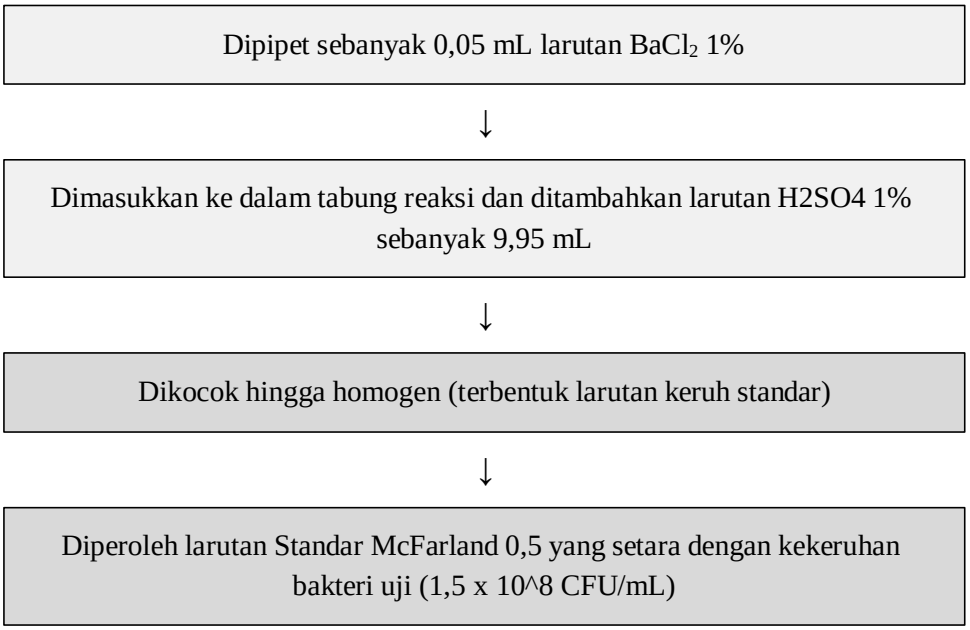
Lampiran 2. Sterilisasi Alat



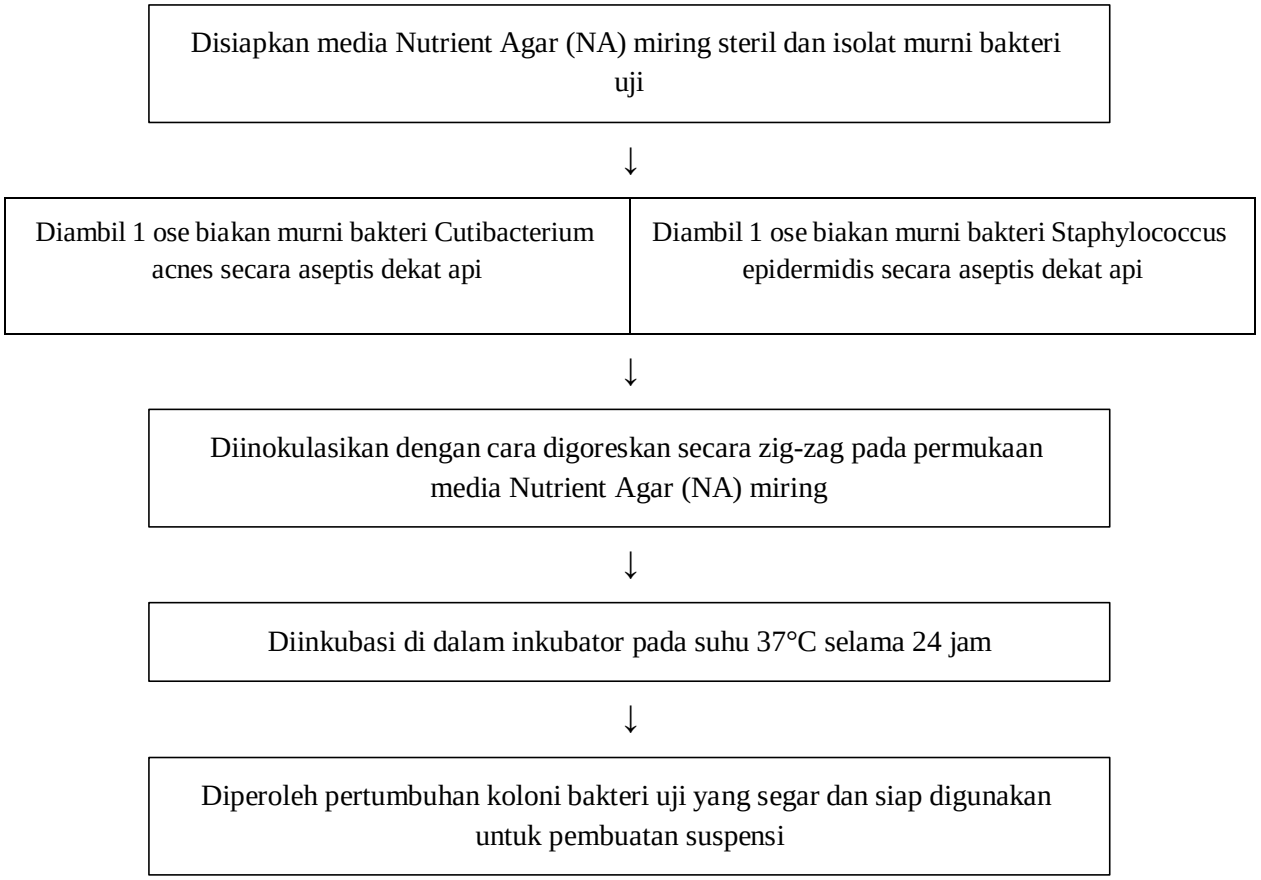
Lampiran 3. Pembuatan Media Nutrient Agar (NA)



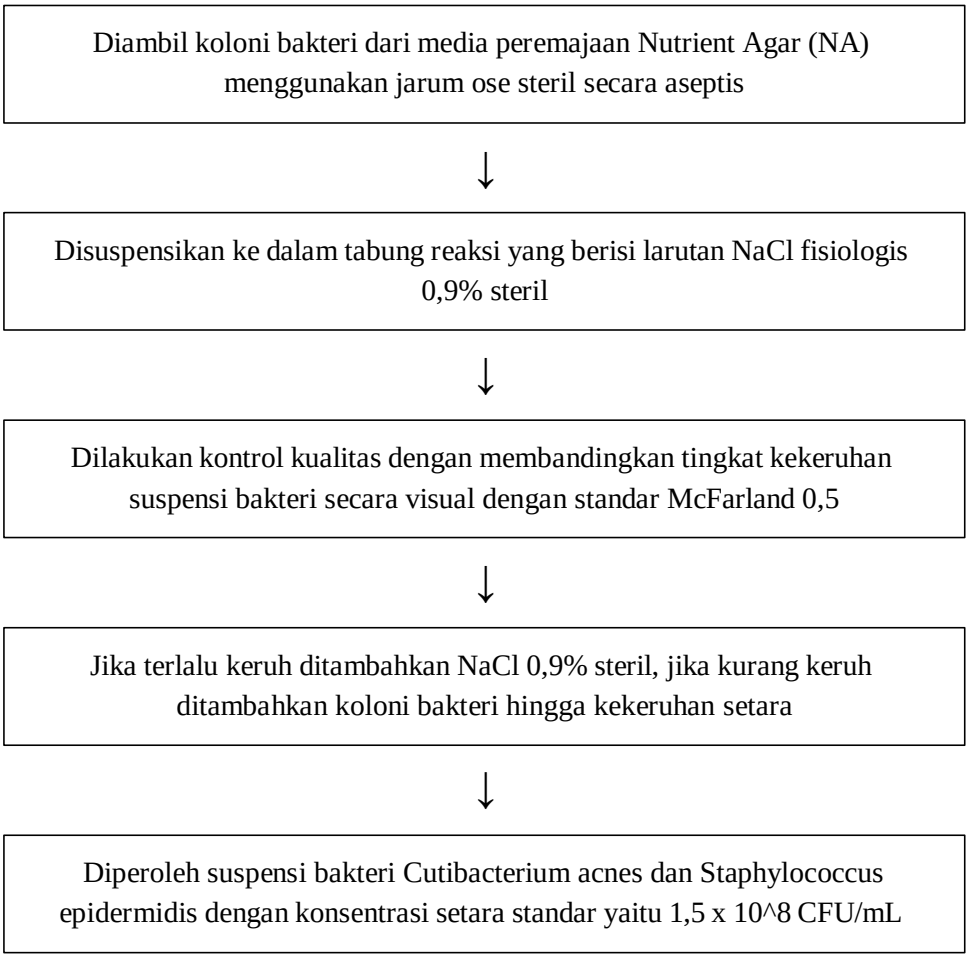
Lampiran 3. Pembuatan Mcfarland 0,5



Lampiran 4. Peremajaan Bakteri



Lampiran 5. Pembuatan dan Kontrol Kualitas Suspensi Bakteri



Lampiran 6. *Certificate 0f Analysis* (COA) Minyak Daun Cengkeh

PT. TAROMANESIA
The Real Essential Oil Fresh From Destillation
Jl. Karanggan Muda Kec Gunung Putri. Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat

Certificate of Analysis Sheet

Clove leaf Oil – Minyak Daun Cengkeh

Syzygium aromaticum

Date : 04 Febuari 2026
Lot # : -
CAS no : 8000-34-8
FEMA : 2325
Origin : Indonesia

Product Information

Extraction Method : Steam Destilled
Part Used : Leaves
Quality : 100% Pure & Natural
Cultivation : Farmed

Analysis Information

Parameter	Specifications	Result
Appearance	Clear, mobile liquid, sometimes slightly viscous	Clody, mobile liquid
Color	From clear brown to dark brown	Comform to Standard
Odor	Spicy and characteristic of euganol	Comform to Standard
Sfecific Gravity 20 °C	1.028 – 1.041	1.031
Refractive Index 20 °C	1.520 – 1.540	1.529
Optical Rotation	$(-3.0^0) – (0^0)$	-1.76^0
Euganol Content	Min 73%	75,27%
Solubility	Soluble in Alcohol and Oil Not soluble in water	Comform to Standard
Fatty oil	Negative	Negative
DEP	Not detected	Not detected
DOP	Not detected	Not detected

Note:
This report pertains only to the sample taken by the lot. This is indicative and my be vary according to the raw material and climate variation

Issued by : Quality Control
This computer generated Certificate of Analysis is valid wihout signature

Storage condition:
With Minimum Headspace In a Cool, Dark And Dry Place

**This Data Document is obtained From Supplier and rewritten by Tetesan Atsiri*

Lampiran 7. Perhitungan Seri Konsentrasi Minyak Cengkeh

Perhitungan seri konsentrasi minyak cengkeh menggunakan pelarut DMSO dengan volume akhir 1 mL (1000 µL) pada masing-masing perlakuan.

Konsentrasi (%)	Minyak Cengkeh (µL)	DMSO (µL)	Volume Akhir (µL)
5%	50	950	1000
10%	100	900	1000
25%	250	750	1000
50%	500	500	1000

Rumus perhitungan:

Volume minyak cengkeh = (Konsentrasi × Volume akhir) / 100

- **Konsentrasi 5%**

  Volume minyak cengkeh = (5 × 1.000 µL) / 100 = 50 µL
  Volume DMSO = 1.000 µL − 50 µL = 950 µL
  Hasil : Diperlukan 50 µL minyak cengkeh dan 950 µL DMSO hingga volume akhir 1.000 µL (1 mL).

- **Konsentrasi 10%**

  Volume minyak cengkeh = (10 × 1.000 µL) / 100 = 100 µL
  Volume DMSO = 1.000 µL − 100 µL = 900 µL
  Hasil : Diperlukan 100 µL minyak cengkeh dan 900 µL DMSO hingga volume akhir 1.000 µL (1 mL).

- **Konsentrasi 25%**

  Volume minyak cengkeh = (25 × 1.000 µL) / 100 = 250 µL
  Volume DMSO = 1.000 µL − 250 µL = 750 µL
  Hasil: Diperlukan 250 µL minyak cengkeh dan 750 µL DMSO hingga volume akhir 1.000 µL (1 mL).

- **Konsentrasi 50%**

  Volume minyak cengkeh = (50 × 1.000 µL) / 100 = 500 µL
  Volume DMSO = 1.000 µL − 500 µL = 500 µL
  Hasil: Diperlukan 500 µL minyak cengkeh dan 500 µL DMSO hingga volume akhir 1.000 µL (1 mL).

Lampiran 8. Perhitungan Kontrol Positif

Pembuatan larutan kontrol positif klindamisin dengan konsentrasi 1% (b/v) sebanyak 10 mL menggunakan pelarut DMSO.

- **Rumus perhitungan**:

Massa (g) = (Konsentrasi % × Volume Akhir (mL) / 100

- **Perhitungan**

  Konsentrasi yang diinginkan = 1%
  Volume akhir larutan = 10 mL

  Massa klindamisin yang diperlukan:
  = (1 × 10 mL) / 100
  = 0,1 gram
  = 100 mg. Perhitungan Kontrol Positif (Klindamisin)

- **Cara Pembuatan Larutan Kontrol Positif**

  1. Menimbang klindamisin sebanyak 0,1 gram (100 mg) menggunakan neraca analitik.
  2. Memasukkan klindamisin yang telah ditimbang ke dalam tabung reaksi atau wadah steril yang sesuai.
  3. Menambahkan DMSO sedikit demi sedikit sambil dihomogenkan hingga klindamisin larut.
  4. Menghomogenkan larutan menggunakan vortex sampai diperoleh campuran yang merata.
  5. Menambahkan DMSO hingga volume akhir mencapai 10 mL sehingga diperoleh larutan klindamisin 1% (b/v).

Lampiran 9. Data Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat

Tabel 5. Hasil Uji Antibakteri Minyak Cengkeh terhadap *Cutibacterium acnes*

Perlakuan	Replikasi I (mm)	Replikasi II (mm)	Replikasi III (mm)	Rata-rata (mm)	Kategori
Minyak cengkeh 5%	3,50	3,45	3,75	3,57	Lemah
Minyak cengkeh 10%	6,25	6,20	6,15	6,20	Sedang
Minyak cengkeh 25%	10,35	10,40	10,30	10,35	Kuat
Minyak cengkeh 50%	13,65	14,30	14,50	14,15	Kuat
Kontrol positif (Klindamisin)	28,40	30,19	31,20	29,93	Sangat kuat
Kontrol negatif (DMSO 1%)	0,00	0,00	0,00	0,00	Tidak ada hambatan

Tabel 6. Hasil Uji Antibakteri Minyak Cengkeh terhadap *Staphylococcus epidermidis*

Perlakuan	Replikasi I (mm)	Replikasi II (mm)	Replikasi III (mm)	Rata-rata (mm)	Kategori
Minyak cengkeh 5%	3,50	3,20	3,30	3,33	Lemah
Minyak cengkeh 10%	6,30	6,40	6,10	6,27	Sedang
Minyak cengkeh 25%	10,00	10,10	9,80	9,97	Sedang
Minyak cengkeh 50%	12,60	12,60	12,60	12,60	Kuat
Kontrol positif (Klindamisin)	24,11	23,75	23,90	23,92	Sangat kuat
Kontrol negatif (DMSO 1%)	0,00	0,00	0,00	0,00	Tidak ada hambatan

Lampiran 10. Perhitungan Zona Hambat

A. Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

1. Konsentrasi 5%

   R1 (A) $= \frac{(9{,}50 \text{ mm} + 9{,}50 \text{ mm})}{2} - 6 \text{ mm} = 3{,}50 \text{ mm}$

   R2 (B) $= \frac{(9{,}20 \text{ mm} + 9{,}20 \text{ mm})}{2} - 6 \text{ mm} = 3{,}20 \text{ mm}$

   R3 (C) $= \frac{(9{,}30 \text{ mm} + 9{,}30 \text{ mm})}{2} - 6 \text{ mm} = 3{,}30 \text{ mm}$

2. Konsentrasi 10%

   R1 (A) $= \frac{(12{,}30 \text{ mm} + 12{,}30 \text{ mm})}{2} - 6 \text{ mm} = 6{,}30 \text{ mm}$

   R2 (B) $= \frac{(12{,}40 \text{ mm} + 12{,}40 \text{ mm})}{2} - 6 \text{ mm} = 6{,}40 \text{ mm}$

   R3 (C) $= \frac{(1{,}10 \text{ mm} + 12{,}10 \text{ mm})}{2} - 6 \text{ mm} = 6{,}10 \text{ mm}$

3. Konsentrasi 25%

   R1 (A) $= \frac{(16{,}00 \text{ mm} + 16{,}00 \text{ mm})}{2} - 6 \text{ mm} = 10{,}00 \text{ mm}$

   R2 (B) $= \frac{(16{,}10 \text{ mm} + 16{,}10 \text{ mm})}{2} - 6 \text{ mm} = 10{,}10 \text{ mm}$

   R3 (C) $= \frac{(15{,}80 \text{ mm} + 15{,}80 \text{ mm})}{2} - 6 \text{ mm} = 9{,}80 \text{ mm}$

4. Konsentrasi 50%

   R1 (A) $= \frac{(18{,}60 \text{ mm} + 18.60 \text{ mm})}{2} - 6 \text{ mm} = 12{,}60 \text{ mm}$

R2 (B) $= \frac{(18{,}60\text{ mm} + 18{,}60\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 12{,}60\text{ mm}$

R3 (C) $= \frac{(18{,}60\text{ mm} + 18{,}60\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 12{,}60\text{ mm}$

5. Kontrol Positif

R1 (A) $= \frac{(24{,}10\text{ mm} + 24{,}10\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 18{,}10\text{ mm}$

R2 (B) $= \frac{(23{,}80\text{ mm} + 23{,}80\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 17{,}80\text{ mm}$

R3 (C) $= \frac{(23{,}90\text{ mm} + 23{,}90\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 17{,}90\text{ mm}$

B. Bakteri *Cutibacterium acnes*

1. Konsentrasi 5%

R1 (A) $= \frac{(9{,}50\text{ mm} + 9{,}50\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 3{,}50\text{ mm}$

R2 (B) $= \frac{(9{,}45\text{ mm} + 9{,}45\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 3{,}45\text{ mm}$

R3 (C) $= \frac{(9{,}75\text{ mm} + 9{,}75\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 3{,}75\text{ mm}$

2. Konsentrasi 10%

R1 (A) $= \frac{(12{,}25\text{ mm} + 12{,}25\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 6{,}25\text{ mm}$

R2 (B) $= \frac{(12{,}20\text{ mm} + 12{,}20\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 6{,}20\text{ mm}$

R3 (C) $= \frac{(12{,}15\text{ mm} + 12{,}15\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 6{,}15\text{ mm}$

3. Konsentrasi 25%

R1 (A) $= \frac{(16{,}35\text{ mm} + 16{,}35\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 10{,}35\text{ mm}$

R2 (B) $= \frac{(16{,}40\text{ mm} + 16{,}40\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 10{,}40\text{ mm}$

R3 (C) $= \frac{(16{,}30\text{ mm} + 16{,}30\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 10{,}30\text{ mm}$

4. Konsentrasi 50%

R1 (A) $= \frac{(19{,}65\text{ mm} + 19{,}65\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 13{,}65\text{ mm}$

R2 (B) $= \frac{(20{,}30\text{ mm} + 20{,}30\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 14{,}30\text{ mm}$

R3 (C) $= \frac{(20{,}50\text{ mm} + 20{,}50\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 14{,}50\text{ mm}$

5. Kontrol Positif

R1 (A) $= \frac{(34{,}40\text{ mm} + 34{,}40\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 28{,}40\text{ mm}$

R2 (B) $= \frac{(36{,}19\text{ mm} + 36{,}19\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 30{,}19\text{ mm}$

R3 (C) $= \frac{(37{,}20\text{ mm} + 37{,}20\text{ mm})}{2} - 6\text{ mm} = 31{,}20\text{ mm}$

Lampiran 11. Hasil Analisis Statistik SPSS

A. **Bakteri *Staphylococcus epidermidis***

1) Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]		
	Statistic	df	Sig.
5	.253	3	
10	.253	3	
25	.253	3	
50	.	3	

1. Lilliefors Significance Correction

2) Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.[a]
ZonaHambat2	Based on Mean	2.564	3	8	.128
	Based on Median	1.000	3	8	.441
	Based on Median and with adjusted df	1.000	3	6.000	.455
	Based on trimmed mean	2.430	3	8	.140

1. Confidence Interval: 0%

ANOVA

ZonaHambat2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.[a]
Between Groups	149.409	3	49.803	2845.889	<,001
Within Groups	.140	8	.017		
Total	149.549	11			

1. Confidence Interval: 95%

Multiple Comparisons

Dependent Variable:ZonaHambat2

LSD

(I) Konsentrasiii	(J) Konsentrasiii	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5	Kontrol Positif	-20.58667*	.10682	<,001	-20.8194	-20.3539
	Kontrol Negatif	3.33333*	.10682	<,001	3.1006	3.5661
	10	-2.93333*	.10682	<,001	-3.1661	-2.7006
	25	-6.63333*	.10682	<,001	-6.8661	-6.4006
	50	-9.26667*	.10682	<,001	-9.4994	-9.0339
10	Kontrol Positif	-17.65333*	.10682	<,001	-17.8861	-17.4206
	Kontrol Negatif	6.26667*	.10682	<,001	6.0339	6.4994
	5	2.93333*	.10682	<,001	2.7006	3.1661
	25	-3.70000*	.10682	<,001	-3.9327	-3.4673
	50	-6.33333*	.10682	<,001	-6.5661	-6.1006
25	Kontrol Positif	-13.95333*	.10682	<,001	-14.1861	-13.7206
	Kontrol Negatif	9.96667*	.10682	<,001	9.7339	10.1994
	5	6.63333*	.10682	<,001	6.4006	6.8661
	10	3.70000*	.10682	<,001	3.4673	3.9327
	50	-2.63333*	.10682	<,001	-2.8661	-2.4006
50	Kontrol Positif	-11.32000*	.10682	<,001	-11.5527	-11.0873
	Kontrol Negatif	12.60000*	.10682	<,001	12.3673	12.8327
	5	9.26667*	.10682	<,001	9.0339	9.4994
	10	6.33333*	.10682	<,001	6.1006	6.5661
	25	2.63333*	.10682	<,001	2.4006	2.8661

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

3) s.acnes

4) Tests of Normality

Konsentrasiii		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk			
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
ZonaHambat	5	.328	3		.	.871	3	.298
	10	.175	3		.	1.000	3	1.000
	25	.175	3		.	1.000	3	1.000
	50	.299	3		.	.915	3	.433

1. Lilliefors Significance Correction

4) Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.[a]
ZonaHambat	Based on Mean	6.691	3	8	.014
	Based on Median	1.288	3	8	.343
	Based on Median and with adjusted df	1.288	3	2.684	.432
	Based on trimmed mean	6.009	3	8	.019

1. Confidence Interval: 0%

ANOVA

ZonaHambat

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.[a]
Between Groups	194.865	3	64.955	1137.898	<,001
Within Groups	.457	8	.057		
Total	195.322	11			

1. Confidence Interval: 95%

Multiple Comparisons

Dependent Variable:ZonaHambat

LSD

(I) Kelompok Perlakuan	(J) Kelompok Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5	Kontrol Positif	-26.36333*	.49878	<,001	-27.4501	-25.2766
	Kontrol Negatif	3.56667*	.49878	<,001	2.4799	4.6534
	10	-2.63333*	.49878	<,001	-3.7201	-1.5466
	25	-6.78333*	.49878	<,001	-7.8701	-5.6966
	50	-10.58333*	.49878	<,001	-11.6701	-9.4966
10	Kontrol Positif	-23.73000*	.49878	<,001	-24.8167	-22.6433
	Kontrol Negatif	6.20000*	.49878	<,001	5.1133	7.2867
	5	2.63333*	.49878	<,001	1.5466	3.7201
	25	-4.15000*	.49878	<,001	-5.2367	-3.0633
	50	-7.95000*	.49878	<,001	-9.0367	-6.8633
25	Kontrol Positif	-19.58000*	.49878	<,001	-20.6667	-18.4933
	Kontrol Negatif	10.35000*	.49878	<,001	9.2633	11.4367
	5	6.78333*	.49878	<,001	5.6966	7.8701
	10	4.15000*	.49878	<,001	3.0633	5.2367
	50	-3.80000*	.49878	<,001	-4.8867	-2.7133
50	Kontrol Positif	-15.78000*	.49878	<,001	-16.8667	-14.6933
	Kontrol Negatif	14.15000*	.49878	<,001	13.0633	15.2367
	5	10.58333*	.49878	<,001	9.4966	11.6701
	10	7.95000*	.49878	<,001	6.8633	9.0367
	25	3.80000*	.49878	<,001	2.7133	4.8867

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 12. Dokumentasi Sterilisasi Alat

	
1. Alat dan media yang akan disterilkan terlebih dahulu dibungkus menggunakan aluminium foil untuk menjaga kebersihan serta mencegah kontaminasi selama proses sterilisasi.	2. Seluruh alat dan media yang telah dibungkus kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf dan disterilkan pada suhu 121°C selama 15 menit sesuai prosedur sterilisasi uap bertekanan.

Lampiran 13. Dokumentasi Pembuatan Media Nutrient Agar (NA)

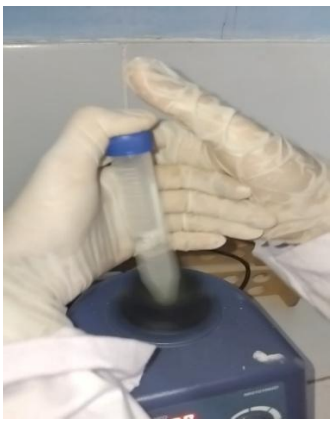
	
1. Serbuk media Nutrient Agar (NA) ditimbang secara saksama menggunakan timbangan analitik sebanyak 14,00 gram di atas kertas perkamen.	2. setelah ditimbang serbuk media dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer, kemudian dilarutkan dengan menambahkan aquadest menggunakan gelas ukur, lalu dihomogenkan.
	
3. media nutrient agar yang akan disterilkan terlebih dahulu	4. Proses sterilisasi media dilakukan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit

	dibungkus menggunakan aluminium foil untuk menjaga kebersihan serta mencegah kontaminasi selama proses sterilisasi.	dengan tekanan 1 atm untuk memastikan media bebas dari kontaminan.

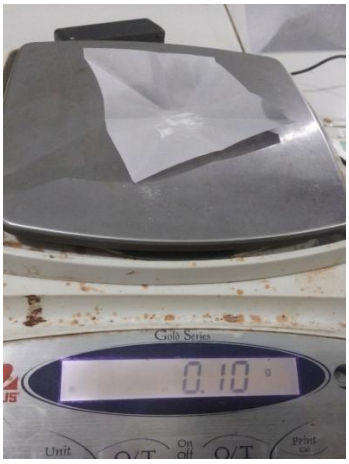
Lampiran 14. Peremajaan Bakteri

 1. Sterilisasi jarum ose dengan cara dibakar di atas nyala api lampu bunsen hingga berwarna merah pijar.	 2. Pengambilan inokolum dari biakan stok murni menggunakan jarum ose yang telah disterilkan secara aseptis di dekat api bunsen.
 3. Tahap pemindahan kultur bakteri dari biakan lama ke media baru menggunakan jarum ose yang telah disterilkan.	 4. Proses inkubasi media yang telah diinokulasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

Lampiran 15. Pembuatan Suspensi Bakteri

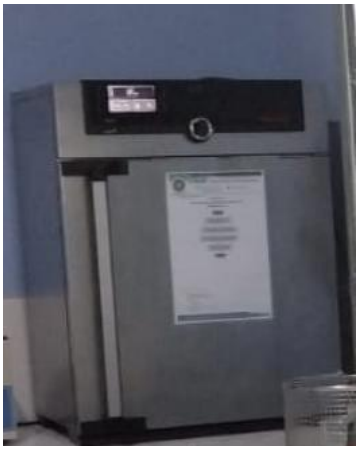
 1. Penyiapan tabung reaksi secara aseptis di dalam LAF dengan menuangkan larutan NaCl 0,9% untuk pembuatan suspensi bakteri.	 2. Sterilisasi jarum ose dengan cara dipijarkan di atas api bunsen hingga memerah untuk mencegah kontaminasi.
 3. suspensi bakteri dari tabung reaksi dikocok menggunakan alat vortex agar campuran bakteri dan larutan NaCl bisa menyatu secara merata (homogen).	 4. Setelah itu, bandingkan tingkat kekeruhan dengan standar McFarland 0,5.

Lampiran 16. Pembuatan Kontrol Positif Dan Kontrol Negatif

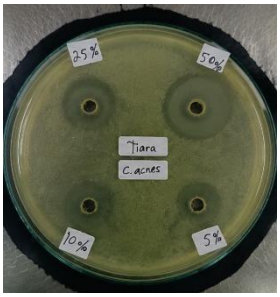
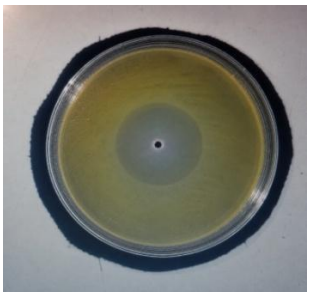
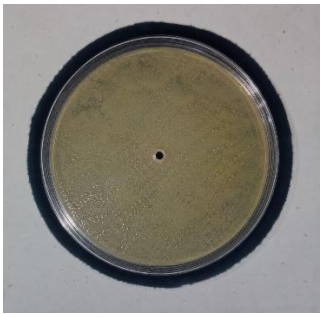
<table>
<tr>
<td>

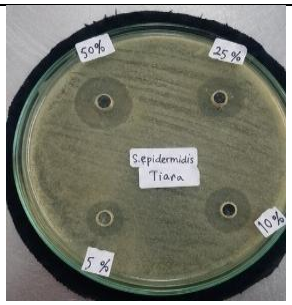
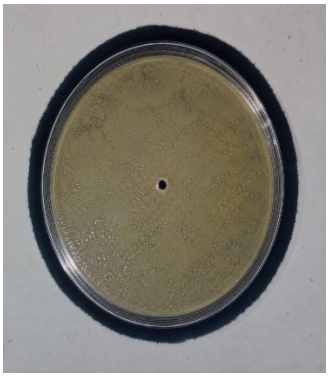
1. Penimbangan serbuk Klindamisin sebanyak 0,1 gram menggunakan timbangan analitik sebagai kontrol positif.</td>
<td>
2. Larutan DMSO 1% dimasukkan ke dalam beaker glass yang akan digunakan sebagai kontrol negatif.</td>
</tr>
<tr>
<td>
3. Pengambilan larutan DMSO menggunakan pipet secara aseptis.</td>
<td>
4. Lalu tambahkan aquades steril hingga tanda batas volume yang diinginkan.</td>
</tr>
</table>

Lampiran 17. Dokumentasi PelaksanaanUji Aktivitas Antibakteri Metode Sumuran

 1. Penggoresan suspense bakteri menggunakan *cotton bud* steril.	 2. Pembuatan lubang sumuran pada media Nutrient Agar (NA) menggunakan pelubang sumuran steril.
 3. Penambahan larutan uji dan kontrol ke dalam masing-masing sumuran sesuai dengan perlakuan penelitian menggunakan mikropipet.	 4. Seluruh cawan petri diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam.

Lampran 18. Dokumentasi Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Metode Sumuran

Foto	Keterangan
1. 	Hasil uji aktivitas antibakteri minyak daun cengkeh terhadap bakteri *Cutibacterium acnes* menggunakan metode difusi sumuran. Satu cawan petri memuat konsentrasi 5%, 10%, 25%, dan 50% sebagai perwakilan hasil penelitian.
2. 	Hasil uji aktivitas antibakteri kontrol positif (Klindamisin 1%) terhadap bakteri *Cutibacterium acnes*.
3. 	Hasil uji aktivitas antibakteri kontrol negatif (DMSO 1%) terhadap bakteri *Cutibacterium acnes*

4. 	Hasil uji aktivitas antibakteri minyak daun cengkeh terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* menggunakan metode difusi sumuran. Satu cawan petri memuat konsentrasi 5%, 10%, 25%, dan 50% sebagai perwakilan hasil penelitian.
5. 	Hasil uji aktivitas antibakteri kontrol positif (Klindamisin 1%) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*.
6. 	Hasil uji aktivitas antibakteri kontrol negatif (DMSO 1%) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*.