

**ENKAPSULASI MINYAK DAUN CENGKEH MENGGUNAKAN
GELATIN DAN MALTODEKSTRIN DENGAN METODE
KOASERVASI KOMPLEKS SERTA UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI
ANTIBAKTERI TERHADAP BAKTERI *Streptococcus mutans***

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat
Sarjana Kimia**



Oleh:

Ma'rifatul Lathifa Filantina

21106030042

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2243/Un.02/DST/PP.00.9/10/2025

Tugas Akhir dengan judul : Enkapsulasi Minyak Daun Cengkeh Menggunakan Gelatin dan Maltodekstrin dengan Metode Koaservasi Kompleks Serta Uji Aktivitasnya Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MA'RIFATUL LATHIFA FILANTINA
Nomor Induk Mahasiswa : 21106030042
Telah diujikan pada : Selasa, 07 Oktober 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A/B

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Prof. Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 68c349af-5370



Penguji I

Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si.,
M. Biotech
SIGNED

Valid ID: 69002fab-4242f



Penguji II

Priyagung Dheni Widiakongko, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 68f702053c-79c



Yogyakarta, 07 Oktober 2025
UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardani, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 690173d4cb-90

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ma'rifatul Lathifa Filantina
NIM : 21106030042
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "Enkapsulasi Minyak Daun Cengkeh Menggunakan Gelatin Dan Maltodekstrin Dengan Metode Koaservasi Kompleks Serta Uji Aktivitasnya Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 29 September 2025




Ma'rifatul Lathifa Filantina
21106030042

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Ma'rifatul Lathifa Filantina

NIM : 21106030042

Judul Skripsi : Enkapsulasi Minyak Daun Cengkeh Menggunakan Gelatin dan Maltodekstrin Dengan Metode Koaservasi Kompleks Serta Uji Aktivitasnya Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 25 September 2025

Pembimbing

Prof. Dr. Susy Yunita Prabawati, M. Si
NIP: 19760621 199903 2 005

MOTTO

“Biar peluru menembus kulitku

Aku tetap meradang menerjang

Luka dan bisa kubawa berlari

Berlari

Hingga hilang pedih perih

Dan aku akan lebih tidak peduli

Aku mau hidup Seribu tahun lagi!”

(Aku – Chairil Anwar)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

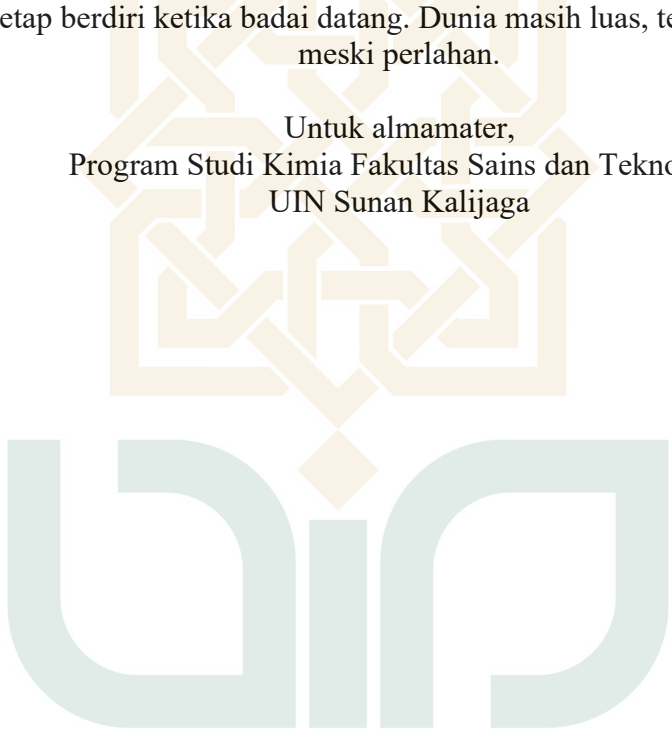
HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk:

Abah dan Ibu yang tanpa banyak kata selalu memberi kekuatan, serta untuk keluarga tercinta, yang hadir dalam kesederhanaan dan kehangatan mereka.

Diri sendiri, yang memilih untuk bertahan meski langkah kadang berat dan jalan kadang samar, yang selalu menemukan cara menghadapi ketakutan, dan yang mau belajar untuk menerima batasan tanpa kehilangan harapan. Terima kasih telah menemukan keberanian di setiap hari yang penuh ketidakpastian serta tetap berdiri ketika badai datang. Dunia masih luas, teruslah berjalan, meski perlahan.

Untuk almamater,
Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabaraktuh

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi berjudul “Enkapsulasi Minyak Daun Cengkeh Menggunakan Gelatin dan Maltodekstrin dengan Metode Koaservasi Kompleks Serta Uji Aktivitasnya Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.

Penyusunan skripsi ini bukanlah perjalanan yang singkat maupun mudah. Ada proses dan kebuntuan yang membuat ragu, sekaligus tersimpan pengalaman berharga dan kemampuan menerima ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, dengan tulus, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah menjadi bagian dalam perjalanan ini, di antaranya:

1. Dr. Hj. Khurul Wardati, M. Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
2. Prof. Dr. Maya Rahmayanti, S. Si., M.Si selaku ketua Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga.
3. Prof. Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Laboratorium Farmasi UMY yang telah memberi kesempatan penulis untuk melakukan penelitian di sana sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

5. Seluruh PLP Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga, khususnya Ibu Isni Gustanti, S.Si dan Ibu Etik (Staff PLP Laboratorium Biologi) yang telah mengarahkan penulis dalam operasional penelitian.
6. Seluruh dosen Kimia UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan pengalaman dan ilmunya selama perkuliahan.
7. Orang tua tersayang, Abah dan Ibu yang selalu mengusahakan segala hal yang terbaik untuk penulis. Dari doa yang tak pernah putus, hingga setiap upaya yang mungkin tak pernah terucap, semuanya menjadi kekuatan terbesar dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi rumah tempat penulis kembali dan alasan terbesar untuk terus melangkah.
8. Adik-adik penulis yang selalu memberikan dukungan dan semangat dengan caranya masing-masing. Semoga kalian tumbuh menjadi pribadi yang lebih baik, penuh keberanian, dan membawa cahaya dalam setiap langkah kehidupan.
9. Nilam, levi, rikma yang hampir selalu ada di setiap langkah penulis. Obrolan sederhana, tawa rekeh, dan kalimat “ayo bisa” yang diucapkan ternyata lebih menguatkan dari apapun. Terima kasih telah menemani sejak langkah pertama di bangku kuliah, menjadi teman cerita, teman makan, teman perjalanan, dan teman diam ketika kata-kata tidak lagi cukup.
10. Mita, Sarah, Tata, Ana, Galuh, dan teman-teman Scandium’21 terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan panjang ini. Di ruang kelas hingga tawa ringan di sela-sela perkuliahan, semuanya menjadi cerita indah yang

membuat langkah terasa ringan. Perjalanan ini terasa tidak pernah benar-benar dilalui sendirian dengan adanya kalian.

11. Rere, Mbak Izzul, Shabrina yang tidak pernah lelah menjadi tempat bertukar cerita. Dukungan kalian, meski berupa pesan singkat selalu berhasil membuat penulis kembali semangat. Terima kasih karena selalu hadir dengan cara sederhana tapi berarti.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan bukti kecil bahwa proses belajar tidak harus sempurna tetapi harus dijalani dengan sungguh-sungguh.

Yogyakarta, 22 September 2025

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	6
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	9
A. Tinjauan Pustaka.....	9
B. Landasan teori	13
1. Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i>)	13
2. Minyak Atsiri Cengkeh.....	14
3. Komponen Minyak Cengkeh	15
4. Enkapsulasi	17
5. Bahan Penyalut	18
6. Gelatin.....	19
7. Maltodekstrin	19
8. Metode Koaservasi Kompleks	20
9. <i>Freeze Drying</i>	21
10. <i>Streptococcus mutans</i>	22
11. Antibakteri	24
12. Metode Difusi Cakram.....	24
C. Hipotesis Penelitian.....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
A. Waktu dan Tempat Penelitian	29
B. Alat-alat Penelitian.....	29
C. Bahan Penelitian	29
D. Cara Kerja Penelitian	30
BAB IV PEMBAHASAN.....	36
BAB V PENUTUP.....	59
A. Kesimpulan	59
B. Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	71



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Cengkeh (Disperta Pasuruan, 2021).....	14
Gambar 2.2 Struktur Kimia Eugenol.....	16
Gambar 2.3 Tipe Morfologi Enkapsulasi.....	17
Gambar 2.4 Struktur Kimia Maltodekstrin.....	20
Gambar 2.5 Skema freeze drying (sumber: (Hariyadi, 2013)).....	22
Gambar 4.1 Hasil enkapsulasi basah minyak daun cengkeh (a) Variasi EA (b) Variasi EB (c) Variasi EC.....	40
Gambar 4.2 Mekanisme pengeringan menggunakan <i>freeze drying</i>	42
Gambar 4.3 Hasil enkapsulasi kering minyak daun cengkeh (a) variasi EA (b) Variasi EB (c) Variasi EC.....	43
Gambar 4.4 Produk yang mengalami kebocoran minyak.....	44
Gambar 4.5 Hasil uji stabilitas minyak daun cengkeh terenkapsulasi dan minyak daun cengkeh murni.....	52
Gambar 4.6 Kultur bakteri (a) sebelum inkubasi (b) setelah inkubasi...	55
Gambar 4.7 Hasil uji antibakteri (a) kontrol positif dan negatif (b) minyak daun cengkeh terenkapsulasi.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi respon hambatan bakteri.....	25
Tabel 3.1 Formula enkapsulasi minyak daun cengkeh.....	31
Tabel 4.1 Rendemen produk.....	45
Tabel 4.2 Nilai <i>oil content</i> minyak daun cengkeh terenkapsulasi.....	48
Tabel 4.3 Efisiensi Enkapsulasi Produk.....	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis Gas Chromatography Minyak Cengkeh	
Awal.....	71
Lampiran 2. Perhitungan Konsentrasi Bahan.....	72
Lampiran 3. Lembar Hasil Uji <i>Freeze Dry</i>	73
Lampiran 4. Perhitungan Rendemen.....	74
Lampiran 5. Perhitungan Oil Content.....	75
Lampiran 6. Perhitungan Efisiensi Enkapsulasi.....	77
Lampiran 7. Hasil Perbandingan Uji Stabilitas Minyak Daun Cengkeh	
Murni Dibandingkan Minyak Daun Cengkeh	
Terenkapsulasi.....	78
Lampiran 8. Dokumentasi Uji Antibakteri.....	87

ABSTRAK

**ENKAPSULASI MINYAK DAUN CENGKEH MENGGUNAKAN
GELATIN DAN MALTODEKSTRIN DENGAN METODE KOASERVASI
KOMPLEKS SERTA UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI ANTIBAKTERI
TERHADAP BAKTERI *Streptococcus mutans***

Oleh:

Ma'rifatul Lathifa Filantina

21106030042

Pembimbing:

Prof. Dr. Susy Yunita Prabawati, M. Si

Minyak daun cengkeh dikenal memiliki potensi sebagai antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* berkat eugenol yang dikandungnya. Namun, pemanfaatannya terkendala oleh degradasi, kelarutan rendah serta volatilitas yang tinggi. Enkapsulasi menjadi salah satu strategi untuk mempertahankan aktivitas biologis dan melindungi senyawa aktifnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik enkapsulasi minyak daun cengkeh dengan gelatin dan maltodekstrin melalui metode koaservasi kompleks, serta menganalisis aktivitas bakterinya terhadap *Streptococcus mutans*.

Proses enkapsulasi dilakukan dengan mencampurkan minyak daun cengkeh dengan larutan penyalut gelatin-maltodekstrin hingga terbentuk emulsi. Kemudian, diinduksi koaservasi dengan penyesuaian pH dan suhu. Hasil enkapsulasi yang terbentuk dikeringkan menggunakan *freeze drying* dan dianalisis rendemen produk, *oil content*, dan efisiensi enkapsulasi. Hasil terbaik diperoleh rasio gelatin-maltodekstrin 1:1 dengan rendemen produk 54,81%, *oil content* 63,21%, dan efisiensi enkapsulasi 62,36%. Variasi ini kemudian dilanjutkan dengan uji stabilitas menggunakan GC-FID selama 6 hari serta diuji antibakteri dengan metode difusi cakram terhadap *Streptococcus mutans*.

Hasil uji stabilitas eugenol selama 6 hari penyimpanan menunjukkan kadar eugenol 90,99% lebih tinggi dibanding minyak murni sebesar 88,72%. Hasil ini mengindikasikan bahwa dinding penyalut gelatin-maltodekstrin mampu memberikan perlindungan terhadap senyawa aktif dari degradasi. Uji antibakteri memperlihatkan bahwa minyak daun cengkeh terenkapsulasi menghasilkan zona hambat yang luas terhadap bakteri uji. Meskipun zona hambat yang terbentuk saling tumpang tindih sehingga tidak memungkinkan pengukuran diameter secara kuantitatif, hasil tersebut tetap menunjukkan potensi minyak daun cengkeh terenkapsulasi sebagai agen antibakteri.

Kata kunci: enkapsulasi, minyak daun cengkeh, gelatin, maltodekstrin, koaservasi kompleks, *freeze drying*, antibakteri, *Streptococcus mutans*.

ABSTRACT

ENCAPSULATION OF CLOVE LEAF OIL USING GELATIN AND MALTODEXTRIN WITH COMPLEX COACERVATION METHOD AND ITS ANTIBACTERIAL ACTIVITY TESTING ON *STREPTOCOCCUS MUTANS*

By:

Ma'rifatul Lathifa Filantina

21106030042

Supervised by:

Prof. Dr. Susy Yunita Prabawati, M. Si

Clove leaf oil is known for its potential as an antibacterial against *Streptococcus mutans* due to its eugenol content. However, its application is limited by degradation, low solubility, and high volatility. Encapsulation is one strategy to preserve biological activity and protect active compound. This study aimed to determine the characteristics of clove leaf oil encapsulation using gelatin and maltodextrin through complex coacervation method and to analyze its antibacterial activity against *Streptococcus mutans*.

The encapsulation process was carried out by mixing clove leaf oil with gelatin-maltodextrin coating solution to form an emulsion, followed by induction of coacervation through pH and temperature adjustment. The resulting capsules were freeze dried and analyzed for product yield, oil content, and encapsulation efficiency. The optimal formulation was obtained at 1:1 gelatin-maltodextrin ratio, with product yield 54,18%, oil content 63,21%, and encapsulation efficiency 62,36%. This formulation was further evaluated for stability testing using GC-FID over six days and antibacterial activity testing against *Streptococcus mutans* using the disc diffusion method.

Stability testing showed that eugenol content in the encapsulated oil remained 90,99% after six days of storage, higher than pure oil at 88,72%. This result indicating that gelatin-maltodextrin wall material effectively protected the active compound from degradation. Antibacterial testing revealed that the encapsulated clove leaf oil produced a broad inhibition zone. Although the overlapping zones prevented quantitative measurement of inhibition diameter, the results still confirmed the potential of encapsulated clove leaf oil as an antibacterial agent.

Keywords: encapsulation, clove leaf oil, gelatin, maltodextrin, complex coacervation, freeze drying, antibacterial, *Streptococcus mutans*.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Minyak cengkeh dapat diperoleh dari penyulingan bagian bunga, gagang bunga dan daun cengkeh (Tendeng *et al.*, 2021). Di antara bagian-bagian tersebut, daun cengkeh merupakan bagian yang paling ekonomis dan mudah didapatkan sehingga sering dimanfaatkan secara komersial. Proses penyulingan minyak daun cengkeh biasanya memanfaatkan daun cengkeh yang telah gugur dan kering.

Komponen utama yang terkandung didalam minyak cengkeh ialah eugenol, yang memberikan karakteristik unik dan manfaat signifikan. Namun pada aplikasinya, bahan aktif dalam minyak cengkeh bersifat volatil. Sebagaimana minyak atsiri pada umumnya, minyak cengkeh juga bersifat tidak larut dalam air, mudah terdegradasi oleh oksigen, udara, suhu, cahaya, kondisi pH, serta sensitif terhadap panas. Sifat tersebut dapat berdampak pada keefektifan senyawa aktif minyak cengkeh sehingga banyak manfaat yang akan terbuang (Yuliyati *et al.*, 2020). Manfaat senyawa aktif dalam cengkeh akan semakin berkurang apabila minyak cepat menguap. Oleh karena itu, metode pengemasan diperlukan untuk meminimalisir kekurangan minyak atsiri. Salah satu teknik pengemasan yang dapat diterapkan yaitu teknik enkapsulasi (Julaeha *et al.*, 2020)

Enkapsulasi merupakan suatu teknik yang mampu melapisi bahan aktif yang sensitif, seperti minyak atsiri, di dalam bahan penyalut untuk

mempertahankan sifat fisik, kimia, dan biologisnya. Salah satu metode enkapsulasi yaitu, metode koaservasi kompleks. Metode koaservasi kompleks dapat dilakukan pada temperatur rendah sehingga cocok digunakan untuk enkapsulasi bahan yang peka terhadap panas. Enkapsulasi dengan metode koaservasi kompleks dilaporkan menghasilkan efisiensi enkapsulasi tinggi (Timilsena *et al.*, 2018). Teknik ini telah berhasil diaplikasikan untuk enkapsulasi minyak atsiri diantaranya, minyak serai wangi, minyak jeruk nipis, dan minyak kemangi (Julaeha *et al.*, 2020; Widiyanti *et al.*, 2016; Yuliyati *et al.*, 2020). Metode ini membutuhkan biopolimer yang berperan sebagai penyalut untuk menjaga stabilitas dan efektivitas bahan aktif yang terenkapsulasi.

Yuliyati *et al* (2020) berhasil melakukan enkapsulasi minyak kemangi menggunakan maltodekstrin dan β -siklodekstrin serta menggunakan pelarut etanol 70%, pelarut air, dan tween 80 sebagai emulsifier menghasilkan enkapsulasi terbaik pada perbandingan bahan penyalut 1:2. Hasil pengujian *controlled release* menunjukkan enkapsulasi memiliki laju penguapan yang rendah. Penelitian yang dilakukan Pandiangan *et al* (2021) menunjukkan bahwa gelatin dan alginat mampu menyalut minyak kulit jeruk nipis dengan pengikat silang glutaraldehid, dan pengemulsi span 80 dan tween 80. Mikrokapsul yang diperoleh memiliki rendemen sebesar 47,3%, kandungan minyak sebesar 66,7%, dan efisiensi enkapsulasi mencapai 87,9%. Penelitian ini juga menghasilkan *controlled release* yang baik secara bertahap selama tujuh hari berkisar 44,7%-65,9%.

Penelitian ini menggunakan gelatin dan maltodekstrin sebagai bahan

penyalut minyak daun cengkeh. Gelatin merupakan protein alam yang dibuat dari kolagen dan lebih mudah dibuat menjadi larutan. Gelatin dipilih karena sifatnya sebagai pengikat yang baik dan dapat mengikat bahan yang sulit diikat (Pratiwi *et al.*, 2017; Purwanti *et al.*, 2019). Sementara itu, pemilihan maltodekstrin dikarenakan senyawa ini terjangkau dan mudah diperoleh serta dapat membantu dalam peningkatan efisiensi enkapsulasi (Raharjo *et al.*, 2019; Wanda *et al.*, 2017). Maltodekstrin mempunyai kemampuan baik dalam membentuk emulsi, memiliki viskositas yang rendah, memiliki kelarutan tinggi, kemungkinan pencokelatan yang rendah, serta stabil pada emulsi minyak dalam air (Supriyadi & Rujita, 2013). Menurut Yuliyati *et al* dalam Supriyadi (2020), maltodekstrin mempunyai kemampuan menghambat reaksi oksidasi sehingga umur simpan mikrokapsul meningkat. Perpaduan antara gelatin dan maltodekstrin cocok digunakan dalam metode koaservasi kompleks karena bahan tersebut memiliki kemampuan yang baik dalam mengikat molekul (A. Putri *et al.*, 2020).

Minyak cengkeh terenkapsulasi dapat dimanfaatkan sebagai biopestisida karena memiliki aktivitas insektisida, fungisida, dan nematisida berkat eugenol yang terkandung didalamnya (Pradana *et al.*, 2023). Milicevic *et al* (2022) melaporkan minyak cengkeh yang dienkapsulasi dengan zeolit sintetis berhasil dikembangkan menjadi biopestisida. Hasil yang didapatkan menunjukkan adanya penurunan mortalitas *P. operculella* dari probabilitas 100% setelah 24 jam menjadi 50% setelah 5 hari dengan efek yang tetap bertahan selama 14 hari. Pestisida yang disintesis menunjukkan peningkatan

hasil yang signifikan dibandingkan minyak cengkeh murni. Minyak cengkeh murni kehilangan aktivitasnya terhadap serangga setelah 24 jam. Hal ini sejalan dengan penelitian Rahayuningsih (2014), yang melakukan enkapsulasi minyak cengkeh dengan penyalut maltodekstrin dan Na-kaseinat menggunakan metode *spray drying*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak cengkeh terenkapsulasi memiliki durasi aktivitas yang cukup lama dibanding minyak cengkeh yang tidak dienkapsulasi baik terhadap *Fusarium oxysporum* maupun *Crocidolomia pavonana*.

Minyak cengkeh dapat dimanfaatkan sebagai pengawet makanan karena mempunyai sifat antimikroba. Minyak cengkeh merupakan inhibitor yang baik terhadap bakteri *Listeria monocytogenes* dalam daging dan keju (Wang *et al.*, 2018). Penelitian yang dilakukan Shao *et al.* (2015), minyak cengkeh yang dienkapsulasi menggunakan bahan penyalut kitosan menunjukkan peningkatan sifat antibakteri terhadap *Streptococcus agalactiae* dan secara efektif mengontrol pertumbuhan jamur hijau pada jeruk. Selain itu, minyak cengkeh terenkapsulasi oleh *Linear low-density polyethylene* (LLDPE) dapat digunakan sebagai *coating* daging ayam segar (Mulla *et al.*, 2016).

Salah satu metode uji antibakteri yang lazim digunakan adalah difusi cakram. Hasil pengamatan yang diperoleh dari metode ini berupa zona bening yang terbentuk di sekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pertumbuhan bakteri (Balouiri *et al.*, 2016). Metode difusi cakram sebagai uji antibakteri memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah pengujian cepat, relatif murah, dan tidak memerlukan keahlian khusus (Intan *et al.*, 2021).

Potensi minyak cengkeh sebagai antibakteri banyak diteliti. Salah satunya adalah aktivitasnya terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Penelitian yang dilakukan oleh Hasanuddin dan Salnus (2020) menunjukkan bahwa minyak cengkeh mampu menghambat bakteri *Streptococcus mutans* dengan zona hambat sebesar 29,17 mm pada konsentrasi 100%. Hasil ini hampir sebanding dengan antibiotik ciprofloxacin sebagai kontrol positif. Dengan demikian, aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Streptococcus mutans* menghasilkan respon hambatan kuat. Menurut Radünz *et al* (2018), minyak cengkeh yang terenkapsulasi memiliki zona hambat yang lebih besar terhadap patogen tertentu dibandingkan dengan minyak esensial yang tidak terenkapsulasi. Aktivitas minyak cengkeh terenkapsulasi terhadap bakteri *Streptococcus mutans* belum pernah dilaporkan sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini akan menganalisis aktivitas antibakteri minyak cengkeh terenkapsulasi terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan suatu penelitian untuk membuktikan kemampuan gelatin dan maltodekstrin dalam menyalut minyak daun cengkeh. Metode yang digunakan adalah koaservasi kompleks dan dianalisis efisiensi enkapsulasi, rendemen, dan *oil content*. Hasil minyak daun cengkeh terenkapsulasi yang memiliki karakteristik terbaik kemudian dilanjutkan dengan uji stabilitas kadar eugenol dan analisis aktivitasnya terhadap bakteri *Streptococcus mutans* menggunakan metode difusi cakram.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Minyak cengkeh yang digunakan berasal dari daun cengkeh, yang diproduksi oleh Happy Green Garden, Jakarta
2. Penelitian ini menggunakan variasi bahan penyalut gelatin dengan maltodekstrin (1:1; 1:3; 3:1) serta menggunakan minyak daun cengkeh murni sebanyak 5 gr.
3. Metode yang digunakan adalah metode koaservasi kompleks serta menggunakan *freeze drying* untuk mengubah *slurry* menjadi produk kering.
4. Keberhasilan enkapsulasi minyak daun cengkeh dikonfirmasi melalui rendemen produk enkapsulasi, efisiensi enkapsulasi, dan besar *oil content*.
5. Analisis karakteristik minyak daun cengkeh sebelum dan sesudah proses enkapsulasi dilakukan menggunakan instrumen GC-FID dan Spektrofotometer UV-Vis.
6. Pengujian antibakteri minyak daun cengkeh terenkapsulasi terhadap bakteri *Streptococcus mutans* menggunakan metode difusi cakram.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik minyak daun cengkeh terenkapsulasi menggunakan metode koaservasi kompleks dengan perbandingan penyalut gelatin dan maltodekstrin (1:1; 1:3; dan 3:1) dilihat dari efisiensi enkapsulasi, rendemen, dan *oil content* serta stabilitas variasi terbaik

dibandingkan minyak daun cengkeh murni berdasarkan analisis *Gas Chromatography*?

2. Bagaimana aktivitas antibakteri minyak daun cengkeh terenkapsulasi terhadap bakteri *Streptococcus mutans* menggunakan metode difusi cakram?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik minyak daun cengkeh terenkapsulasi dilihat dari rendemen enkapsul, *oil content* dan efisiensi enkapsulasi serta menentukan perbandingan bahan penyalut optimal dan stabilitas bahan aktif dari karakteristik produk terbaik.
2. Menganalisis aktivitas antibakteri minyak daun cengkeh terhadap bakteri *Streptococcus mutans* menggunakan metode difusi cakram.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini, yaitu memberikan informasi pada khalayak bahwa gelatin dan maltodekstrin mampu menyalut minyak daun cengkeh serta memberikan wawasan tentang aktivitas antibakteri minyak daun cengkeh terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dengan metode difusi cakram. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi tentang enkapsulasi minyak daun cengkeh dengan gelatin dan maltodekstrin menggunakan metode koaservasi kompleks serta aktivitas antibakteri minyak daun cengkeh terenkapsulasi

terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Karakteristik produk enkapsulasi terbaik ditunjukkan pada formulasi EA, rasio gelatin dan maltodekstrin 1:1 dengan hasil rendemen 54,81%, oil content sebesar 63,21%, dan efisiensi enkapsulasi 62,36%. Kadar eugenol minyak murni pada penyimpanan hari ke-6 pada suhu ruang adalah 88,72% sedangkan minyak daun cengkeh teren kapsulasi sebesar 90,99%. Hal ini menunjukkan minyak daun cengkeh teren kapsulasi mampu menjaga kestabilan eugenol lebih baik daripada bentuk murninya, karena eugenol yang menguap lebih sedikit.
2. Aktivitas antibakteri dari hasil enkapsulasi minyak daun cengkeh terhadap bakteri *Streptococcus mutans* menunjukkan zona penghambatan yang cukup kuat.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Perlu dilakukan variasi bahan peyalut untuk mengoptimalkan enkapsulasi dan meminilansir kebocoran bahan inti produk enkapsulasi.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengembangkan sistem emulsi menjadi nanoemulsi untuk memperoleh stabilitas yang lebih baik serta

ukuran partikel yang lebih kecil. Analisis morfologi, uji degradasi oksidatif, uji pelepasan terkontrol dan uji stabilitas dalam jangka waktu panjang dan suhu yang bervariasi perlu dilakukan.

3. Pengujian aktivitas antibakteri menggunakan produk enkapsulasi diuji dengan konsentrasi yang lebih rendah dan dibandingkan dengan bentuk murninya.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam aplikasi produk enkapsulasi minyak daun cengkeh, khususnya terhadap produk farmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R., Rachmadi, P., Nurdiyana, T., & Widodo. (2018). *Karies Gigi di Masyarakat Lahan Basah*. Lambung Mangkurat University Press.
- Agustin, D. A., & Wibowo, A. A. (2021). Teknologi Enkapsulasi: Teknik dan Aplikasinya. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 202–209.
- Aisyah, Y., Maulina, D., & Asmawati. (2022). Enkapsulasi Minyak Nilam (*Pogostemon cablin* Benth), Pala (*Myristica fragrans* Houtt) Dan Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) Menggunakan Kitosan Dengan Metode Gelasi Ionik. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 26(2), 151–162.
- Ali, D. Y., Darmadji, P., & Pranoto, Y. (2014). Optimasi Nanoenkapsulasi Asap Cair Tempurung Kelapa Dengan Response Surface Methodology Dan Karakterisasi Nanokapsul. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 25(1). <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.1.23>
- Aminah, S., & Hersoelistyorini, W. (2021). Review Artikel: Enkapsulasi Meningkatkan Kualitas Komponen Bioaktif Minuman Instan. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, 1869–1882.
- Badan Standarisasi Nasional. (2006). *SNI 06-2387-2006 tentang Minyak Daun Cengkih*.
- Bakry, A. M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M. Y., Mousa, A., & Liang, L. (2016). Microencapsulation of Oils: A Comprehensive Review of Benefits , Techniques , and Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 143–182. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12179>
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibensouda, S. K. (2016). Methods For In Vitro Evaluating Antimicrobial Activity: A Review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Bempa, S. L. P., Fatimawali, & Parengkuan, W. G. (2016). Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Sukun (*Artocarpus altilis*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans*. *Pharmakon Jurnal Ilmiah Farmasi*, 5(4), 1–9.
- de Souza, V. B., Thomazini, M., Barrientos, M. A. E., Nalin, C. M., Ferro-Furtado, R., Genovese, M. I., & Favaro-Trindade, C. S. (2018). Functional Properties And Encapsulation Of A Proanthocyanidin-rich Cinnamon extract (*Cinnamomum zeylanicum*) By Complex Coacervation Using Gelatin And Different Polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 77, 297–306. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.09.040>
- Dhifi, W., Bellili, S., Jazi, S., Bahloul, N., & Mnif, W. (2016). Essential Oils' Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: A Critical Review. *Medicines (Basel)*, 3(4). <https://doi.org/10.3390/medicines3040025>
- Disperta Pasuruan. (2021). *Upaya Stabilitas Produksi Tanaman Cengkeh Di*

Kabupaten Pasuruan. disperta.pasuruankab.go.id.

- Dwinta, E., Estiningsih, D., Emelda, Nurinda, E., Kusumawardani, N., Fauzi, R., Fatmawati, A., & Wulandari, A. S. (2021). Peningkatan Pengetahuan Dan Kepedulian Kesehatan Masyarakat Terhadap Resistensi Antimikroba Dengan Media Komunikasi Radio. *Edukasi Dan Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 25–32. <https://doi.org/10.61179/epmas.v1i1.218>
- Efliani, Handayani, D., Irdawati, & Hilda Putri, D. (2023). Pengaruh Aktivitas Antimikroba Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Serambi Biologi*, 8(1), 15–21.
- Febriana, L. G., Stannia P.H, N. A. S., Fitriani, A. N., & Putriana, N. A. (2021). Potensi Gelatin dari Tulang Ikan sebagai Alternatif Cangkang Kapsul Berbahan Halal: Karakteristik dan Pra Formulasi. *Majalah Farmasetika*, 6(3), 223–233. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i3.33183>
- Febrianty, R., Sugito, S., & Suwandi, E. (2021). Perbedaan Pertumbuhan Jumlah Koloni Bakteri *Shigella dysenteriae* Pada Media Alami Kacang Hijau Dan Kacang Merah. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 5(1), 24. <https://doi.org/10.30602/jlk.v5i1.950>
- Fitriyani, E., Damayanti, A. D., Ruwaidah, L. A., Nabila, S. A., & Fadilah. (2023). Microencapsulation of Garlic Oil with Gelatin and Maltodextrin Encapsulant Using the Coacervation Method. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, 7(1), 47–53. <https://doi.org/doi.org/10.20961/equilibrium.v7i1.64248>
- Haris, R., Eri, A., & Sriwidodo, S. (2025). Review: Penggunaan Maltodekstrin pada Enkapsulasi Ekstrak Bahan Alam dan Stabilitasnya Terhadap Ph dan Suhu. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*, 5(6), 2557–2571. <https://doi.org/10.33024/mahesa.v5i6.18572>
- Hariyadi, P. (2013). *Freeze Drying Technology for Better Quality Flavor of Dried Products*. FOODREVIEW INDONESIA. https://www.researchgate.net/profile/Purwiyatno-Hariyadi/publication/259239462_Freeze_Drying_Technology_for_better_quality_flavor_of_dried_products/links/0deec52a921bfdd316000000/Freeze-Drying-Technology-for-better-quality-flavor-of-dried-products
- Haro-González, J. N., Castillo-Herrera, G. A., Martínez-Velázquez, M., & Espinosa-Andrews, H. (2021). Clove Essential Oil (*Syzygium aromaticum* l. myrtaceae): Extraction, Chemical Composition, Food Applications, And Essential Bioactivity For Human Health. *Molecules*, 26(21). <https://doi.org/10.3390/molecules26216387>
- Haryani, H. W., Hidayat, N., & Rahmah, L. (2014). Pemurnian Eugenol Dari Minyak Daun Cengkeh Dan Konsentrasi Asam Monoprotik (Kajian Jenis Dan Konsentrasi Asam). *Industria*, 3(2), 83–92.
- Hasanuddin, A. R. P., & Salnus, S. (2020). Uji Bioaktivitas Minyak Cengkeh

- (*Syzgium aromaticum*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans* Penyebab Karier Gigi. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 5(2), 241–250.
- Hasna, T., Anandhito, R. B. K., Khasanah, L. U., Utami, R., & Manuhara, G. J. (2018). Effect of Maltodextrin and Whey Combination as Wall Material on The Characteristics of Cinnamon (*Cinnamomum burmanii*) Oleoresin Microencapsule. *Agritech*, 38(3), 259–264.
- Herawati, M., Indrati, O., Romadhonsyah, F., Purbaningtias, T. E., Dini, S. K., Rahmadani, Y., & Mardatillah, W. (2024). Stabilitas Fisik dan Efektivitas Antibakteri Pada Puyer Eritromisin Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 20(1), 80–89. <https://doi.org/10.20885/jif.vol20.iss1.art6>
- Intan, K., Diani, A., & Nurul, A. S. R. (2021). Aktivitas Antibakteri Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Perintis's Health Journal*, 8(2), 121–127. <https://doi.org/10.33653/jkp.v8i2.679>
- Isailovic, B., Kalusevic, A., Zursul, N., Coelho, M. T., Dordevic, V., Alves, V. D., Sousa, I., Moldao-Martins, M., Bugarski, B., & Nedovic, V. A. (2012). Microencapsulation Of Natural Antioxidants From *Pterospartum tridentatum* In Different Alginate And Inulin Systems. *6th Central European Congress on Food*, 1075–1081.
- Jayanudin, Rochmadi, Renaldi, M. K., & Pangihutan. (2017). Pengaruh Bahan Penyalut Terhadap Efisiensi Enkapsulasi Oleoresin Jahe Merah. *Al Chemy*, 13(2), 275–287. <https://doi.org/10.20961/alchemy.v13i2.5406>
- Julaeha, E., Puspita, S., Wahyudi, T., Nugraha, J., & Eddy, D. R. (2020). Mikroenkapsulasi Minyak Asiri Jeruk Nipis Dengan Koaservasi Kompleks Yang Beraktivitas Antibakteri Untuk Aplikasi Pada Bahan Tekstil. *Arena Tekstil*, 35(2), 67–76.
- Jyothi, N. V. N., Prasanna, P. M., Sakarkar, S. N., Prabha, K. S., Ramaiah, P. S., & Srawan, G. Y. (2010). Microencapsulation Techniques, Factors Influencing Encapsulation Efficiency. *Journal of Microencapsulation*, 27(3), 187–197. <https://doi.org/10.3109/02652040903131301>
- Kabakoran, J. F., Niwele, A., & Yuyun, M. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Turi (*Sesbania grandiflora* L) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Dengan Metode Cakram. *Jurnal Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan*, 1(2), 126–141. <https://doi.org/10.55606/klinik.v1i2.1162>
- Kalalo, M. J., Gratia, B., Bidulang, C. B., Djafar, F., & Edy, H. J. (2020). Potensi Antimikroba Cengkeh : Review Literatur. *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, 3(2), 53. <https://doi.org/10.35799/pmj.3.2.2020.32882>
- Kamila, E. A., Abidin, Z., Arief, I. I., & Trivadila. (2023). Synthesis, Characterization, Antibacterial Activity, and Potential Water Filter Application of Copper Oxide/Zelite Composite. *Makara Journal of Science*,

- 27(3), 186–193. <https://doi.org/10.7454/mss.v27i3.1555>
- Kemenparekraf RI. (2021). *Rempah-Rempah Khas Indonesia yang Banyak Diekspor*. Kemenparekraf.go.id.
- Ketaren, S. (1986). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI Press.
- Khumaini, M. A. (2017). *Mikroenkapsulasi Ekstrak Jintan Hitam (Nigella sativa L.) Dengan Metode Koaservasi Kompleks [Skripsi]*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Kousar, M. U., Jabeen, A., Fatima, T., Hussain, S. Z., Zargar, I. A., Amin, T., & Yaseen, M. (2023). Optimization Of Ultrasonic Aassisted Extraction Of Eugenol-rich Fraction From Basil Leaves: Characterization Of Extract For Phenols, Flavonoids And Antioxidant Activity. *Food Chemistry Advances*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100374>
- Kuriakose, S., Sundaresan, C., Mathai, V., Khosla, E., & Gaffoor, F. M. A. (2013). A Comparative Study of Salivary Buffering Capacity, Flow Rate, Resting pH, and Salivary Immunoglobulin A in Children With Rampant Caries and Caries-Resistant Children. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 31(2), 69–73. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.115697>
- Lemos, J. A., Palmer, S. R., Zeng, L., Wen, Z. T., Kajfasz, J. K., Freires, I. A., Abranches, J., & Brady, L. J. (2019). The biology of streptococcus mutans. *Gram-Positive Pathogens*, 1(2), 435–448. <https://doi.org/10.1128/9781683670131.ch27>
- Loppies, J. E., Wahyudi, R., Ardiansyah, Rejeki, S. E., & Winaldi, A. (2021). Kualitas Minyak Atsiri Daun Cengkih Yang Dihasilkan Dari Berbagai Waktu Penyulingan. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 16(2), 89–96.
- Manaf, M. A., Subuki, I., Jai, J., Raslan, R., & Mustapa, A. N. (2018). Encapsulation of Volatile Citronella Essential Oil by Coacervation: Efficiency and Release Study. *Materials Science and Engineering*, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/358/1/012072>
- Mardikasari, S. A., Jufri, M., & Djajadisastra, J. (2016). Formulasi dan Uji Penetrasi In-Vitro Sediaan Topikal Nanoemulsi Genistein dari Tanaman *Sophora japonica* Linn. (Formulation and In-Vitro Penetration Study of Topical Dosage Form of Nanoemulsion from Genistein of *Sophora japonica* Linn.). *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 14(2), 190–198.
- Martín, Á., Varona, S., Navarrete, A., & Cocero, M. J. (2010). Encapsulation and Co-Precipitation Processes with Supercritical Fluids: Applications with Essential Oils. *The Open Chemical Engineering Journal*, 4, 31–41.
- Masrukan, & Santoso, U. (2019). Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Dengan Enkapsulan Gelatin Kerbau Menggunakan Metode Spray Drying. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(1), 45–52.
- Maulida, A. R. (2022). *Enkapsulasi Asap Cair Dengan Teknik Coacervation Menggunakan Variasi Bahan Penyalut Dan Jenis Pengering*. Unoversitas

PGRI Semarang.

- Milicevic, Z., Krnjajic, S., Stevic, M., Cirkovic, J., Jelusic, A., Pucarevic, M., & Popovic, T. (2022). Encapsulated Clove Bud Essential Oil: A New Perspective as an Eco-Friendly Biopesticide. *Agriculture*, 12(3), 338. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agriculture12030338>
- Muhoza, B., & Uriho, A. (2025). Freeze-Dried Essential Oils Encapsulated in Biopolymeric Matrices: Design, Formulation, and Stability: A Comprehensive Review. *Food Biophysics*, 20(2), 80. <https://doi.org/10.1007/s11483-025-09974-7>
- Mulla, M., Ahmed, J., Al-attar, H., Castro-Aguirre, E., Ali, Y., & Auras, R. (2016). Antimicrobial Efficacy Of Clove Essential Oil Infused Into Chemically Modifies LLDPE Film For Chicken Meat Packaging. *Food Control*, 73, 663–671. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.09.018>
- Noman, A. M., Sultan, M. T., Mazhar, A., Khan, W. A., Imran, M., Hussain, M., Mostafa, E. M., El-Ghorab, A. H., Ghoneim, M. M., Selim, S., Abdelgawad, M. A., Al Jbawi, E., Alsagaby, S. A., & Al Abdulmonem, W. (2025). Eugenol: An Insight Into the Anticancer Perspective and Pharmacological Aspects. *Food Science and Nutrition*, 13(8), 1–17. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70727>
- Nuada, I. K. A., Wartini, N. M., & Suhendra, L. (2020). Karakteristik Enkapsulat Ekstrak Pewarna Bunga Kenikir (*Tagetes erecta* L.) pada Perlakuan Perbandingan Kasein dan Maltodekstrin. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(3), 435. <https://doi.org/10.24843/jrma.2020.v08.i03.p12>
- Nurhayani, M., Rohmawati, A., & Kurniasari, L. (2020). Mikroenkapsulasi Oleoresin Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) Metode Spray Drying Dengan Penyalut Maltodekstrin – Susu Skim. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 5(1), 12–16. <https://doi.org/10.31942/inteka.v5i1.3395>
- Nurlaili, F. A., P. Darmadji, & Pranoto, Y. (2014). Mikroenkapsulasi Oleoresin Ampas Jahe (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) Dengan Penyalut Maltodekstrin. *Agritech*, 34(1), 22–28. <https://doi.org/10.1111/tmi.12209>
- Paliling, A., Posangi, J., & Anindita, P. S. (2016). Uji Daya Hambat Ekstrak Bunga Cengkeh (*Syzygium Aromaticum*) terhadap Bakteri *Porphyromonas gingivalis*. *Jurnal e-GIGI*, 4(2), 229–234. <https://doi.org/10.35790/eg.4.2.2016.14159>
- Palimbong, S., Nugroho, P., & Pratiwi, A. A. (2023). Modifikasi Pati Suweg (*Amorphophallus paeoniifolius* var. *complanatus*) Dengan Menggunakan Sodium Tripolifosfat (STPP). *Jurnal Pengolahan Pangan*, 8(1), 47–54. <https://doi.org/10.31970/pangan.v8i1.104>
- Pandiangan, N. S., Pratiwi, L., Eddy, D. R., Wahyudi, T., Mulyawan, A. S., & Julaeha, E. (2021). Aktivitas Anti Nyamuk Mikrokapsul Minyak Asiri Citrus *aurantifolia* Terhadap *Aedes aegypti*. *Arena Tekstil*, 36(2), 73–82.
- Pradana, A., Santoso, D., & Sulaiman, T. N. S. (2023). Potensi Cengkeh (*Syzygium*

- aromaticum (L .) Merr . & Perry) di Indonesia Sebagai Sumber Daya Alam dan Bahan Baku Obat Antibakteri dan Antijamur. *Farmaseutik*, 20(1), 70–78.
- Pratiwi, R. D., Murrukmiyadi, M., & Aisiyah, S. (2017). Pengaruh Gelatin Sebagai Bahan Pengikat Terhadap Sifat Fisik Tablet Kunyah Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) Dengan Granulasi Basah. *Pharmacy*, 14(01), 31–40.
- Priambodo, O. S., Cahyono, E., & Kusuma, S. B. W. (2017). Enkapsulasi Minyak Lemon (*Citrus limon*) Menggunakan Penyalut β -Siklodesktrin Terasetilasi. *Jurnal MIPA*, 40(2), 111–117.
- Purnamayati, L., Dewi, E. N., & Kurniasih, R. A. (2016). Karakteristik Fisik Mikrokapsul Fikosianin Spirulina Pada Konsentrasi Bahan Penyalut Yang Berbeda. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 9(1), 1–8.
- Purwanti, T., Puspita, R., & Erawati, T. (2019). Pengaruh Matriks Kombinasi Alginat:Gelatin (2%:1%) terhadap Karakteristik dan Aktivitas Antibakteri Mikrosfer Probiotik *Lactobacillus acidophilus*. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 6(1), 44–50.
- Purwanto, & Irianto, I. D. K. (2021). *Senyawa Alam Sebagai Antibakteri Dan Mekanisme Aksinya*. Gadjah Mada University Press.
- Putri, A. E. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) dan Daun Kemuning (*Murraya paniculata* L. Jack) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Penyebab Diare Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 11(3), 276–283.
- Putri, A., Rusli, M. S., & Setyaningsih, D. (2020). Enkapsulasi Campuran Minyak Atsiri Sebagai Produk Sediaan Aromaterapi Dengan Teknik Koaservasi Kompleks. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(3), 299–307. <https://doi.org/doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.3.299>
- Quritum, S. M., Ali, A. M., Raouf, M. M., Omar, T. E. I., & Dowidar, K. M. L. (2022). Evaluation of salivary parameters and Streptococcus Mutans Count in Children With Cerebral Palsy in Egypt: a case control study. *BMC Oral Health*, 22(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02447-0>
- Radünz, M., da Trindade, M. L. M., Camargo, T. M., Radünz, A. L., Borges, C. D., Gandra, E. A., & Helbig, E. (2018). Antimicrobial And antioxidant Activity Of Unencapsulated And Encapsulated Clove (*Syzygium aromaticum*, L.) Essential Oil. *Food Chemistry*, 180–186. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.173>
- Raharjo, S., Purwandari, F. A., Hastuti, P., & Olsen, K. (2019). Stabilization of Black Rice (*Oryza Sativa*, L. Indica) Anthocyanins Using Plant Extracts for Copigmentation and Maltodextrin for Encapsulation. *Journal of Food Science*, 84(7), 1712–1720. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14688>
- Rahayu, A., Sukarjati, Kusuma, P. S. W., & Ambarwati, N. (2022). *Sistem Penghantaran Obat*. Gerbang Media Aksara.
- Rahayuningsih, Y. (2014). *Formulasi Mikroenkapsulan Minyak Cengkeh untuk*

Pestisida Nabati [Skripsi]. IPB University.

- Rahmah, A. F., Arma, U., Lestari, C., Edrizal, E., & Zia, H. K. (2024). Uji Zona Hambat Ekstrak Metanol Teripang Putih (*Holothuria scabra*) Mentawai Terhadap *Streptococcus sanguinis* Pada Stomatitis Aftosa Rekuren Secara In Vitro: Studi Eksperimental. *Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students*, 8(1), 71–79. <https://doi.org/10.24198/pjdrs.v8i1.52551>
- Rahmawati, D. (2013). *Mikrobiologi Farmasi: Dasar-Dasar Mikrobiologi Untuk Mahasiswa Farmasi*. Pustaka Baru Press.
- Rahmawati, F. (2011). Kajian Potensi “Wedang Uwuh” Sebagai Minuman Fungsional. *Wonderful Indonesia*, 1–14.
- Rarassari, M. A., Darius, & Kartikaningsih, H. (2016). Daya Hambat Ekstrak *Euclia spinosum* Dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap *Bacillus cereus*. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 7(1), 5–11. <http://www.samakia.aperiki.ac.id/index.php/JSAPI/article/view/92>
- Redhita, L. A., Beandrade, M. U., Putri, I. K., & Anindita, R. (2022). Formulasi dan Evaluasi Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Dengan Variasi Konsentrasi Tween 80. *Jurnal Mitra Kesehatan*, 4(2), 80–91. <https://doi.org/10.47522/jmk.v4i2.134>
- Ropiqa, M., Rahman, I. R., Kurniawan, H., & Kurnianto, E. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Kulit Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* Lour. var. *microcarpa*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus mutans*. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 5(1), 7–12. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v5i1.18170>
- Sadih, I., Indarto, R., & Cahyana, Y. (2022). Karakteristik Dan Senyawa Fenolik Mikrokapsul Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Dengan Kombinasi Maltodekstrin Dan Whey Protein Isolat. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 32(3), 273–282. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2022.32.3.273>
- Sakeenabi, B., & Hiremath, S. S. (2011). Dental Caries Experience and Salivary *Streptococcus mutans*, Lactobacilli Scores, Salivary Flow Rate, and Salivary Buffering Capacity Among 6-year-old Indian School Children. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 1(2), 45–51. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.97697>
- Santoso, H. B. (2021). *Seri Mengenal Tanaman Obat: Cengkeh*. Penerbit Pohon Cahaya Semesta.
- Saputri, N. E., & Ngatirah. (2019). Mikroenkapsulasi Minyak Sawit Merah Dengan Variasi Suhu Pengeringan dan Jenis Bahan Penyalut Dengan Metode Foam-Mat Drying. *FoodTech: Jurnal Teknologi Pangan*, 2(2), 35–51.
- Sari, N. R. C., Wardana, P. W. A., & Indrayani, A. W. (2015). Uji Zona Hambat Ekstrak Daun Putri Malu (*Mimosa pudica*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) Secara In Vitro. *E-jurnal Medika Udayana*, 4(4), 1–9.

- Sarungallo, Z. L., Santoso, B., Murtiningrum, Roreng, M. K., & Murni, V. (2019). Karakteristik Mutu Mikroenkapsulat Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus*) Dengan Perbandingan Konsentrasi Bahan Pengemulsi dan Bahan Pelapis. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 5(2), 2443–3446.
- Sastrohamidjojo, H. (2018). *Kimia Minyak Atsiri*. Gadjah Mada University Press.
- Shao, X., Cao, B., Xu, F., Xie, S., Yu, D., & Wang, H. (2015). Effect Of Postharvest Application Of Chitosan Combined With Clove Oil Against Citrus Green Mold. *Postharvest Biology and Technology*, 99, 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.07.014>
- Shinsetsu S, A., Aditya M, V., & Fauziyah, S. (2015). Sintesis Eugenol Menjadi 2-Metoksi-4-(1-Propenil) Fenol Melalui Reaksi Isomerisasi Dan Aplikasinya Sebagai Bahan Suplemen Pada Mouthwash. *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi*, 13(2), 87–92.
- Shivaji Patil, J., kumar Yadav, S., Jagganathrao mokale, V., & Baliram Naik, J. (2013). Development of Surfactant Free Nanoparticles By A Single Emulsion High Pressure Homogenization Technique And Effect Of Formulation Parameters On the Drug Entrapment And Release. *International Journal Pharmacy*, 3(4), 843–852. www.pharmascholars.com
- Sumanti, D. M., Lanti, I., Hanidah, I.-I., Sukarminah, E., & Giovanni, A. (2016). Pengaruh Konsentrasi Susu Skim dan Maltodekstrin Sebagai Penyalut Terhadap Viabilitas dan Karakteristik Mikroenkapsulasi Suspensi Bakteri *Lactobacillus plantarum* menggunakan metode freeze drying. *Jurnal Penelitian Pangan (Indonesian Journal of Food Research)*, 1(1), 7–13. <https://doi.org/10.24198/jp2.2016.vol1.1.02>
- Supriyadi, & Rujita, A. S. (2013). Characteristics of Galangal Essential Oil Microencapsulation Using Maltodextrin Encapsulant. *Teknologi dan Industri Pangan*, 24(2), 201–208. <https://doi.org/10.6066/jtip.2013.24.2.201>
- Susanto, L. R. D., Nuryanti, A., & Wahyudi, I. A. (2013). The Effect Of An Essential Oils Basil Leaves (*Ocimum basilicum* L.) as an Inhibitor Agent For Formation Of Streptococcus mutans. *Insiva Dental Journal*, 2(1), 38–44.
- Tandra, T. A., Khairunissa, S., Sim, M., & Florenly, F. (2020). Efek Penambahan Nanokitosan 1% Kedalam Berbagai Konsentrasi Ekstrak Kulit Kelengkeng Streptococcus Mutans. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11(1), 403–412. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v11i1.313>
- Tao, Y., Tang, Z., Huang, Q., Xu, X., Cheng, X., Zhang, G., Jing, X., Li, X., Liang, J., Granato, D., & Sun, Y. (2024). Effects Of Spray Drying Temperature On Physicochemical Properties Of GrapeSeed Oil Microcapsules And The Encapsulation Efficiency Of Pterostilbene. *Food Science and Technology*, 193, 115779. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115779>
- Tarigan, I. L., & Muadifah, A. (2020). *Senyawa Antibakteri Bahan Alam*. Media Nusa Creative.

- Tendeng, F. C. A., Longdong, I. A., & Tooy, D. (2021). Uji Teknis Alat Pembuatan Minyak Daun Cengkeh untuk Industri Kecil. *Journal Unsrat*, 3(6), 1–8.
- Timilsena, Y. P., Akanbi, T. O., Khalid, N., Adhikari, B., & Barrow, C. J. (2018). Complex Coacervation: Principles, Mechanisms and Applications In Microencapsulation. In *Biological Macromolecules*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.10.144>
- Trisnaputri, D. R., Isrul, M., Hazan, N., Ida Fitriah, W. O., Syafrie, F. A., & Alani, F. W. (2024). Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Rimpang Temu Hitam (*Curcuma aeruginosa* Roxb.) terhadap *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans*. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 10(2), 618–627. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v10i2.658>
- Ulumi, M. L. N. N., Wirandhani, D. S., Ardhani, R. F., Andhani, C. O., & Putri, D. N. (2021). Mikroenkapsulasi Pigmen Beta-Karoten Dengan Metode Foam Mat Drying Menggunakan Gelatin Tulang Ikan Kakap Merah Sebagai Bahan Penyalut. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(4), 1183–1195. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i4.11689>
- Utami, R. T., Dewi, S. S., & Darmawati, S. (2019). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Batang Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap Pertumbuhan Bakteri Methicillin-Resisten *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Prosiding Mahasiswa Seminar Nasional Unimus*, 2, 116–120. <http://prosiding.unimus.ac.id>
- Wanda, P., Wibowo, M. A., & Destiarti, L. (2017). Enkapsulasi Dan Uji Stabilitas Ekstrak Metanol Daun Pepaya (*Carica papaya* . Linn). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 6(1), 25–39.
- Wang, Y., Jia, J., Tian, Y., Shu, X., Ren, X., Guan, Y., & Yan, Z. (2018). Antifungal Effects Of Clove Oil Microcapsule On Meat Products. *Food Science and Technology*, 89, 604–609. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.042>
- Warsito, Norhamdani, Sukardi, Suratmo, & Susanti, R. D. (2017). Microencapsulation Of *Cytrus hystrix* Oil And Its Activity Test As An Antimicrobial Agent. *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology*, 04(02), 131–137.
- Waty, S., Lusiani, Y., & Hidayah, N. (2023). *Cegah Karies Gigi dengan Ekstrak Kulit Kayu Manis*. Deepublish Digital.
- Widianti, Darma, G. C. E., & Lestari, F. (2016). Enkapsulasi Minyak Serai Wangi (*Cymbopogon winterianus* Jowett) Inhalasi Uap Aromaterapi. *Prosiding Farmasi*, 585–591.
- Youlanda, H. (2016). *Ekstraksi dan Evaluasi Gelatin Dari Kulit Sapi Yang Telah Mengalami Proses Buang Bulu Menggunakan Hidrolisis Asam*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Yuliawaty, S. T., & Susanto, W. H. (2015). Pengaruh Lama Pengeringan Dan Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisik Kimia Dan Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Jurnal*

Pangan dan Agroindustri, 3(1), 41–51.

Yuliyati, T. B., Cahyono, E., & Wijayati, N. (2020). Enkapsulasi Minyak Kemangi (*Ocimum basilicum*) pada Maltodekstrin dan β - siklodekstrin. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 9(1).

Yunarto, N., Sulistyowati, I., Addiena Kurniatri, A., & Aini, N. (2017). Pengaruh Penyalutan terhadap Karakteristik Fisika Kimia dan Stabilitas Tablet Fraksi Etil Asetat Daun Gambir sebagai Agen Antidislipidemia. *Health Research and Development Media*, 27(2), 71–78.
<http://dx.doi.org/10.22435/mpk.v27i2.5873.71-78>

Zulfajri, Harun, N., & Johan, V. S. (2018). Perbedaan Konsentrasi Gelatin Terhadap Kualitas Permen Marshmallow Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Sagu*, 17(1), 10–18.