

**SINTESIS 2'-HIDROKSI-4-DIMETILAMINO KALKON DENGAN
METODE IRADIASI GELOMBANG MIKRO DAN UJI AKTIVITASNYA
SEBAGAI SENYAWA ANTIBAKTERI SECARA *IN VITRO* DAN *IN
SILICO***

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat sarjana S-1
Program Studi Kimia**



Oleh:
Alfina Qurrotu'aini
21106030059

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

2025

PENGESAHAN TUGAS AKHIR



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-1930/Un.02/DST/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : Sintesis 20-Hidroksi-4-Dimetilamino Kalkon dengan Metode Iradiasi Gelombang Mikro dan Uji Aktivitasnya Sebagai Senyawa Antibakteri Secara In Vitro dan In Silico

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ALFINA QURROTU'AINI
Nomor Induk Mahasiswa : 21106030059
Telah diujikan pada : Selasa, 19 Agustus 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Priyagung Dhemii Widiakongko, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 68a86bcae67d1



Penguji I

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

Valid ID: 68a825c65352e



Penguji II

Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
SIGNED

Valid ID: 68a82985d235c



Yogyakarta, 19 Agustus 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 68a8a9579efa9

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



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 : Alfina Qurrotu'aini
NIM : 21106030059
Judul Skripsi : Sintesis 2'-Hidroksi-4-Dimetilamino Kalkon dengan Metode Iradiasi Gelombang Mikro dan Uji Aktivitasnya Sebagai Senyawa Antibakteri Secara *In Vitro* dan *In Silico*

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 dimunagasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 12 Agustus 2025
Pembimbing

Priyagung Dhemi Widiakongko
NIP. 19903302019031008

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Alfina Qurrotu'aini
NIM : 21106030059
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Sintesis 2’-Hidroksi-4-Dimetilamino Kalkon dengan Metode Iradiasi Gelombang Mikro dan Uji Aktivitasnya Sebagai Senyawa Antibakteri Secara *In Vitro* dan *In Silico*”** 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, 12 Agustus 2025



Alfina Qurrotu'aini
NIM. 21106030059

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Sintesis 2’-Hidroksi-4-Dimetilamino Kalkon Dengan Metode Iradiasi Gelombang Mikro Dan Uji Aktivitasnya Sebagai Senyawa Antibakteri Secara *In Vitro* Dan *In Silico*.” Penulisan skripsi ini menjadi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa semua proses yang telah dilalui tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan kerendahan dan ketulusan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang kepada:

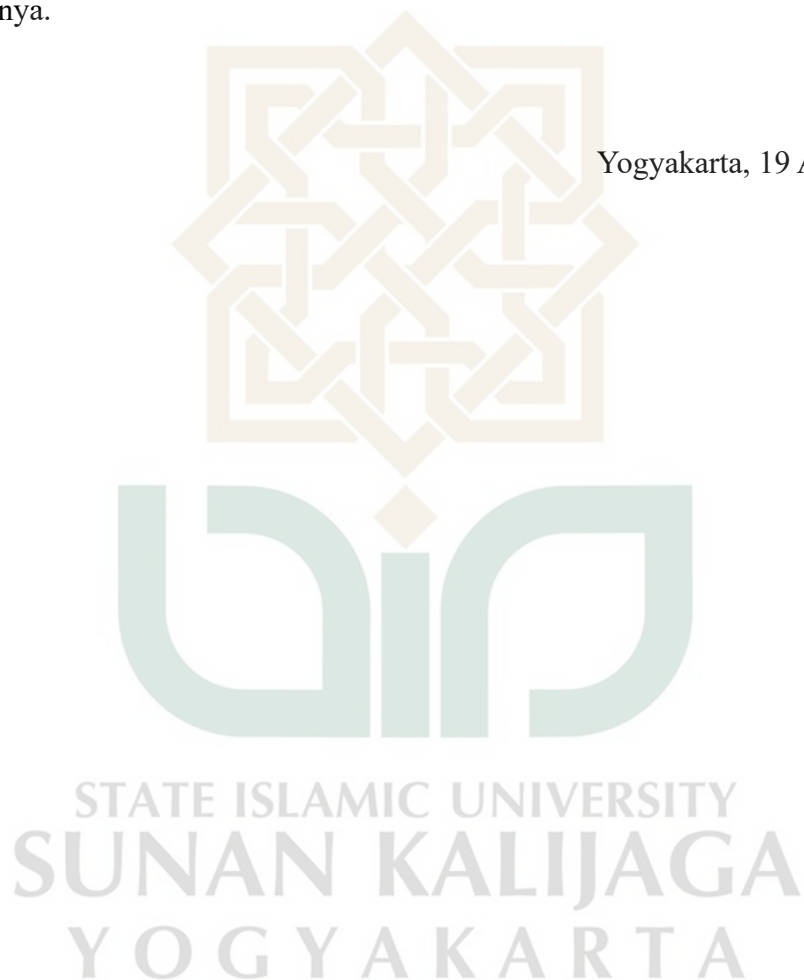
1. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga.
2. Ibu Prof. Dr. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
3. Ibu Prof. Dr. Maya Rahmayanti, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia atas segala dukungan dan fasilitas yang telah diberikan.
4. Bapak Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk memberikan arahan, bimbingan, serta dukungan yang sangat berharga bagi penulis.
5. Bapak Karmanto, S.Si., M.Sc. selaku dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan arahan, nasihat, dan bimbingan selama saya menempuh studi.
6. Segenap Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) Laboratorium Kimia yang telah membimbing, mengarahkan, mendampingi, dan membantu selama pelaksanaan penelitian.
7. Segenap Bapak/Ibu Dosen Program Studi Kimia yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat selama penulis menempuh pendidikan.
8. Kedua orang tua tercinta, Bapak Sutriyadi dan Ibu Winarsih, yang telah memberikan dan mengorbankan banyak hal untuk penulis berupa doa, apresiasi, kasih sayang, cinta, serta dukungan moril dan materiil yang tak pernah putus.
9. Kakak perempuan penulis, Novita Ayu Pramesti yang juga telah memberikan banyak bantuan moril maupun materiil dan selalu mendukung secara tulus demi keberhasilan penulis.
10. Adik laki-laki penulis, Rifki Ahmad Nur Hafidz yang selalu mengandalkan penulis dalam berbagai hal, yang secara tidak langsung telah berperan dalam memupuk rasa cinta penulis terhadap diri sendiri.
11. Teman seperjuangan dalam penyusunan skripsi, yaitu Hesti Kurniawati yang telah banyak membantu dan menjadi teman diskusi dalam penelitian sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar.
12. Teman yang sudah penulis anggap sebagai kakak sendiri, Mbak Siti Khoirunnisa yang telah banyak memberikan bantuan, saran, ilmu, dan motivasi selama menjalankan studi di perguruan tinggi hingga penyusunan skripsi.

13. Kepada segenap keluarga besar yang telah memberikan doa dan dukungan.
14. Kepada teman-teman SMA, khususnya Lily, Ajeng, Lia, Fafa, dan Arie yang selalu mendukung dan meyakinkan penulis untuk bisa berhasil menuntaskan penyusunan skripsi.
15. Serta kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah turut berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya, dan bagi pembaca serta perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya.

Yogyakarta, 19 Agustus 2025

Penulis



HALAMAN MOTTO

"When human plans falter, Allah's plan stands flawless."

*"Not every soul is meant to dazzle the world; some are meant to quietly keep it
turning."*



HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini didedikasikan
untuk almamater Program Studi Kimia
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta



DAFTAR ISI

PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
A. Tinjauan Pustaka	6
B. Landasan Teori	11
1. Senyawa Kalkon	11
2. Reaksi Kondensasi <i>Claisen-Schmidt</i>	12
3. Senyawa 2'-hidroksi-4-dimetilamino kalkon	14
4. Metode Iradiasi Gelombang Mikro	15
5. Antibakteri	17
6. Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	19
7. Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	20
8. Metode Difusi Cakram	21
9. Penambatan Molekuler (<i>Molecular Docking</i>)	22
C. Kerangka Berpikir dan Hipotesis	25
BAB III	29
METODE PENELITIAN.....	29
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
B. Alat-Alat Penelitian.....	29
C. Bahan-Bahan Penelitian	30
D. Cara Kerja Penelitian	30
BAB IV	35
HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. Hasil Sintesis Senyawa 2'-hidroksi-4-dimetilamino kalkon.....	35
B. Isolasi Senyawa Hasil Sintesis	38
C. Karakterisasi Senyawa Kalkon dengan Spektrometer FTIR.....	41
D. Karakterisasi Senyawa Kalkon dengan Kromatografi Lapis Tipis	44
E. Karakterisasi Senyawa Kalkon dengan Spektroskopi ¹ H-NMR	45

F. Karakterisasi Senyawa Kalkon dengan GC-MS	47
G. Uji Aktivitas Antibakteri	50
H. Penambatan Senyawa Uji terhadap Reseptor 6I1E dan 1HSK	56
BAB V	67
A. Kesimpulan	67
B. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN.....	80
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur umum kalkon.....	12
Gambar 2.2 Mekanisme reaksi sintesis kalkon.....	13
Gambar 2.3 Struktur 2’hidroksi-4-dimetilamino kalkon	14
Gambar 2.4 Reaksi pembentukan 2’hidroksi-4-dimetilamino kalkon	14
Gambar 2.5 Pemanasan konvensional vs pemanasan microwave	16
Gambar 2.6 Skema uji difusi cakram.....	22
Gambar 2.7 Skema proses penambatan molekuler	23
Gambar 2.8 Struktur protein E. coli (PDB:6I1E).....	24
Gambar 2.9 Struktur protein <i>S. aureus</i> (PDB:1HSK)	25
Gambar 4.1 Mekanisme reaksi pembentukan senyawa target	35
Gambar 4.2 Resonansi ion enolat 2-hidroksi asetofenon.....	36
Gambar 4.3 Reaksi pembentukan ion alkoksida	37
Gambar 4.4 Reaksi protonasi	37
Gambar 4.5 Reaksi dehidrasi aldol	38
Gambar 4.6 Spektra FTIR senyawa hasil sintesis.....	42
Gambar 4.7 Spektrum ¹ H-NMR senyawa hasil sintesis	46
Gambar 4.8 Kromatogram hasil uji menggunakan GC.....	48
Gambar 4.9 Tautomerisasi bentuk keto-enol.....	48
Gambar 4.10 Spektra massa senyawa hasil sintesis.....	49
Gambar 4.11 Prediksi pola fragmentasi senyawa hasil sintesis	50
Gambar 4.12 Hasil uji antibakteri terhadap <i>P. aeruginosa</i>	52
Gambar 4.13 Hasil uji antibakteri terhadap bakteri <i>S. aureus</i>	53
Gambar 4.14 Konformasi ligan asli sebelum dan sesudah redocking.	58
Gambar 4.15 Penambatan ulang PBP3 dengan Amoksisilin	58
Gambar 4.16 Visualisasi penambatan ulang MurB dengan FAD.....	59
Gambar 4.17 Visualisasi penambatan ligan uji dengan PBP3	61
Gambar 4.18 Visualisasi penambatan ligan uji dengan MurB.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Serapan karakteristik gugus fungsi reaktan dan produk.....	44
Tabel 4.2 Interpretasi hasil KLT.....	45
Tabel 4.3 Interpretasi spektrum $^1\text{H-NMR}$	47
Tabel 4.4 Aktivitas antibakteri terhadap bakteri <i>P. aeruginosa</i> dan <i>S. aureus</i>	51
Tabel 4.5 Hasil penambatan molekuler terhadap PDB: 6I1E dan PDB: 1HSK....	63



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 (Perhitungan Rendemen)	80
Lampiran 2 (Foto Produk).....	80
Lampiran 3 (Hasil KLT).....	81
Lampiran 4 (Kromatogram Hasil GC)	81
Lampiran 5 (Data Hasil Pengulangan Uji Antibakteri).....	81



ABSTRAK**SINTESIS 2'-HIDROKSI-4-DIMETILAMINO KALKON DENGAN
METODE IRADIASI GELOMBANG MIKRO DAN UJI AKTIVITASNYA
SEBAGAI SENYAWA ANTIBAKTERI SECARA *IN VITRO* DAN *IN
SILICO*****Oleh:****Alfina Qurrotu'aini
21106030059****Dosen Pembimbing:
Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.**

Kalkon merupakan diketahui memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk antibakteri. Modifikasi struktur dengan penambahan gugus tertentu diperkirakan dapat meningkatkan aktivitas antibakterinya. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis senyawa 2-hidroksi-4-dimetilamino kalkon, menguji aktivitas antibakterinya terhadap *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*, serta mengetahui interaksi molekul tersebut dengan target protein melalui pendekatan molecular docking. Sintesis dilakukan melui reaksi kondensasi *Claisen-Schmidt* antara 2-hidroksi asetofenon dan 4 dimetilaminobenzaldehid menggunakan katalis basa dengan metode iradiasi gelombang mikro, menghasilkan rendemen sebesar 10,99%. Senyawa hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan KLT, FTIR, ¹H-NMR, dan GC-MS. Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi cakram terhadap bakteri uji, sedangkan molecular *docking* dilakukan menggunakan PyRx terhadap protein target PBP3 (PDB ID: 6I1E) dan MurB (PDB ID: 1HSK). Hasil sintesis menunjukkan kemurnian senyawa yang sesuai dengan struktur target. Uji antibakteri menunjukkan zona hambat sebesar 6 mm (kategori sedang) terhadap *P. aeruginosa* dan 4,3 mm (kategori lemah) terhadap *S. aureus*. Hasil *docking* terhadap protein PBP3 menunjukkan nilai energi bebas ikatan (ΔG) sebesar -7,4 kkal/mol, dengan interaksi berupa ikatan hidrogen dan ikatan π -alkil. Sementara hasil *docking* terhadap protein MurB menunjukkan nilai energi bebas ikatan (ΔG) sebesar -9,1 kkal/mol, dengan interaksi berupa ikatan hidrogen, π - π stacking, amida- π stacking, dan π -alkil. Berdasarkan hasil tersebut, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan aktivitas antibakteri senyawa 2-hidroksi-4-dimetilamino kalkon.

Kata Kunci: *Kalkon, Gelombang Mikro, Antibakteri, Penambatan Molekuler*

ABSTRACT**SYNTHESIS OF 2'-HYDROXY-4-DIMETHYLAMINO CHALCONE
USING MICROWAVE IRRADIATION METHOD AND EVALUATION OF
ITS ANTIBACTERIAL ACTIVITY IN VITRO AND IN SILICO****By:****Alfina Qurrotu'aini**
21106030059**Advisor:****Privagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.**

Chalcones are known to have various biological activities, including antibacterial effects. Structural modification by adding specific substituents is expected to enhance its antibacterial activity. This study aimed to synthesize 2-hydroxy-4-dimethylaminochalcone, evaluate its antibacterial activity against *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*, and investigate its molecular interactions with target proteins through a molecular docking approach. The synthesis was carried through a *Claisen-Schmidt* condensation reaction between 2-hydroxyacetophenone and 4-dimethylaminobenzaldehyde using a base catalyst under microwave irradiation, with a yield of 10.99%. The synthesized compound was characterized by TLC, FTIR, ¹H-NMR, and GC-MS analyses. Antibacterial activity was evaluated using the disc diffusion method, while molecular docking was performed using PyRx against the target proteins PBP3 (PDB ID: 6I1E) and MurB (PDB ID: 1HSK). The synthesis results confirmed the purity and structure of the target compound. Antibacterial test showed an inhibition zone of 6 mm (moderate category) against *P. aeruginosa* and 4.3 mm (weak category) against *S. aureus*. The docking results against the PBP3 protein showed a bond free energy value (ΔG) of -7.4 kcal/mol, with interactions such as hydrogen bonds and π -alkyl bonds. Meanwhile, docking results against the MurB protein showed a bond free energy value (ΔG) of -9.1 kcal/mol, with interactions such as hydrogen bonds, π - π stacking, amide- π stacking, and π -alkyl bonds. Based on these results, further research is needed to enhance the antibacterial activity of the 2-hydroxy-4-dimethylamino chalcone compound.

Keywords: *Chalcone, Microwave, Antibacterial, Molecular Docking*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kalkon merupakan senyawa kategori flavonoid dengan struktur kimia sederhana yang membentuk tulang punggung banyak produk alami dan didistribusikan secara luas dalam sayuran, buah-buahan, teh, dan tanaman lainnya (Rashid *et al.*, 2019). Sebagai metabolit sekunder, kalkon termasuk dalam kategori obat alami dengan isomer trans dan cis yang dimiliki (Dan & Dai, 2020). Struktur kalkon yang istimewa, membuat senyawa ini relatif mudah untuk diproduksi dan dimodifikasi (Jasim *et al.*, 2021). Modifikasi struktur kalkon dapat menghasilkan turunan senyawa kalkon yang dapat dirancang untuk menghasilkan senyawa kalkon dengan potensi aktivitas biologis yang lebih baik, termasuk aktivitas antimikroba. Modifikasi struktur kalkon dapat dilakukan dengan mengubah substituen pada cincin aromatik A maupun B.

Salah satu substituen yang diketahui dapat meningkatkan aktivitas antibakteri pada kalkon adalah gugus hidroksil ($-OH$) yang terikat pada cincin aromatik (Patel & Patel, 2012). Penelitian menunjukkan bahwa senyawa kalkon dengan jumlah substituen $-OH$ terbanyak memberikan efek penghambatan paling kuat terhadap *Bacillus subtilis* (Rosa *et al.*, 2019). Lebih lanjut, keberadaan gugus hidroksil pada posisi C2 (ortho) juga dilaporkan berkontribusi signifikan terhadap peningkatan aktivitas antibakteri (Alvarez *et al.*, 2004; Thebti *et al.*, 2023). Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa aktivitas antibakteri kalkon tidak hanya dipengaruhi oleh jenis substituen, tetapi juga oleh posisi ikatannya. Dengan demikian, sintesis

turunan kalkon dengan substituen hidroksil pada posisi ortho berpotensi menghasilkan senyawa dengan aktivitas antibakteri yang lebih baik.

Senyawa turunan kalkon tersubstitusi -OH, seperti 2'-hidroksi-4-dimetilamino kalkon, menunjukkan potensi yang menjanjikan dengan tambahan substituen lain berupa gugus dimetilamino. Senyawa tersebut dapat disintesis melalui reaksi kondensasi *Claisen-Schmidt* antara 2'-hidroksi asetofenon dengan 4-dimetilamino benzaldehid. Metode konvensional yang umum digunakan, yaitu refluks, hanya dapat menghasilkan senyawa tersebut dengan rendemen yang rendah sebesar 4,19% (Eryanti et al., 2012). Untuk meningkatkan efisiensi, metode iradiasi gelombang mikro mulai dikembangkan sebagai alternatif sintesis non-konvensional, yang bekerja dengan memanfaatkan pergerakan muatan listrik dalam cairan atau ion penghantar dalam zat padat untuk mengubah energi elektromagnetik menjadi panas (Grewal *et al.*, 2013). Mekanisme tersebut membuat metode ini mampu memberikan %rendemen yang tinggi dengan waktu yang cepat, energi yang lebih rendah, limbah yang lebih sedikit, dan proses kimia yang ekonomis (Ahmad et al., 2016; Awasthi & Dikshit, 2021). Keunggulan tersebut bersifat lebih ramah lingkungan yang mendukung penerapan prinsip *green chemistry* pada penelitian bidang kimia (Makwana & Kumari, 2023).

Urgensi penelitian kalkon juga berkaitan dengan meningkatnya infeksi akibat bakteri. Salah satu bakteri patogen penting adalah *Pseudomonas aeruginosa*, penyebab infeksi nosokomial serius pada pasien dengan imunitas lemah, luka bakar, atau penyakit paru-paru (Alhazmi, 2015; Qin et al., 2022). Kondisi mendorong eksplorasi kandidat senyawa antibakteri baru yang ditinjau dari jenis substituen

serta posisinya pada kerangka kalkon. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mensintesis senyawa 2'-hidroksi-4-dimetilamino kalkon melalui bantuan iradiasi gelombang mikro serta mengetahui spektrum aktivitas antibakterinya melalui uji *in vitro* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (Gram positif) dan *Pseudomonas aeruginosa* (Gram negatif), serta uji *in silico* dengan metode *molecular docking*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan turunan kalkon sebagai agen antibakteri melalui modifikasi struktur dan metode sintesisnya.

B. Batasan Masalah

1. Sintesis senyawa 2'-hidroksi-4-dimetilamino kalkon dari 4-ditemilamino benzaldehid dan 2-hidroksi asetofenon melalui reaksi *Claisen-Schmidt* sebagai senyawa antibakteri.
2. Teknik yang digunakan untuk sintesis senyawa tersebut ialah iradiasi gelombang mikro.
3. Karakterisasi senyawa 2'-hidroksi-4-dimetilamino kalkon menggunakan spektrofotometer FTIR, KLT, ¹H-NMR, dan GC-MS.
4. Uji aktivitas antibakteri senyawa 2'-hidroksi-4-dimetilamino kalkon dilakukan pada bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* dan bakteri gram negatif *Pseudomonas aeruginosa* dengan metode difusi cakram.
5. Senyawa 2'-hidroksi-4-dimetilamino kalkon sebagai ligan uji.
6. Enzim PBP3 dari bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus* dan enzim MurB dari bakteri Gram negatif *Pseudomonas aeruginosa* sebagai reseptor target.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil sintesis senyawa 2-hidroksi-4-dimetilamino kalkon dengan mereaksikan 4-dimetilamino benzaldehida dan 2-hidroksi asetofenon menggunakan bantuan radiasi gelombang mikro dan hasil karakterisasinya dengan KLT, FTIR, ¹HNMR, dan GC-MS?
2. Bagaimana aktivitas antibakteri senyawa 2-hidroksi-4-dimetilamino kalkon terhadap bakteri Gram-positif *Staphylococcus aureus* dan bakteri Gram-negatif *Pseudomonas aeruginosa*?
3. Bagaimana interaksi molekuler senyawa 2'-hidroksi-4-dimetilamino kalkon terhadap reseptor target pada bakteri Gram-positif *Staphylococcus aureus* dan bakteri Gram-negatif *Pseudomonas aeruginosa* melalui studi komputasi?

D. Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui hasil sintesis senyawa 2-hidroksi-4-dimetilamino kalkon dengan mereaksikan 4-dimetilamino benzaldehid dan 2-hidroksi asetofenon menggunakan bantuan radiasi gelombang mikro dan hasil karakterisasinya menggunakan KLT, FTIR, ¹HNMR, dan GC-MS.
- b. Mengetahui aktivitas antibakteri senyawa senyawa 2-hidroksi-4-dimetilamino kalkon terhadap bakteri Gram-positif *Staphylococcus aureus* dan bakteri Gram-negatif *Pseudomonas aeruginosa*.
- c. Mengetahui interaksi penghambatan senyawa 2'-hidroksi-4-dimetilamino kalkon terhadap reseptor target pada bakteri Gram-positif *Staphylococcus aureus* dan bakteri Gram-negatif *Pseudomonas aeruginosa* melalui studi komputasi.

E. Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan informasi kepada pembaca mengenai hasil sintesis senyawa 2-hidroksi-4-dimetilamino kalkon dengan bantaun radiasi gelombang mikro serta aktivitasnya sebagai senyawa antibakteri.
2. Memberikan informasi kepada pembaca terkait interaksi antara senyawa dengan protein target berupa jenis ikatan yang terbentuk melalui simulasi penambatan molekuler.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Reaksi antara 4-dimetilamino benzaldehida dan 2-hidroksi asetofenon berhasil dilakukan berhasil dilakukan melalui reaksi *Claisen-Schmidt* dengan metode iradiasi gelombang mikro, menghasilkan senyawa 2-hidroksi-4-dimetilamino kalkon. Sintesis menghasilkan produk murni berupa kristal padat merah dengan rendemen 10,99% dengan hasil karakterisasi yang mengonfirmasi terbentuknya senyawa target.
2. Senyawa hasil reaksi antara 4-dimetilamino benzaldehida dan 2-hidroksi asetofenon memiliki aktivitas antibakteri yang lemah terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan zona hambat sebesar 4,3 mm serta kategori sedang terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan diameter zona hambat sebesar 6 mm.
3. Hasil penambatan molekuler senyawa 2-hidroksi-4-dimetilamino kalkon terhadap enzim PBP3 bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (PDB ID: 6I1E) menghasilkan energi bebas ikatan sebesar -7,4 kkal/mol dan interaksi dengan residu kunci Thr487, Ser294, dan Ser349 berupa ikatan hidrogen. Sementara itu, penambatan molekuler terhadap enzim MurB bakteri *Staphylococcus aureus* (PDB ID: 1HSK) menghasilkan energi bebas ikatan sebesar -9,1 kkal/mol dan interaksi dengan residu kunci Ser82 dan Ser143 berupa ikatan hidrogen,

interaksi dengan residu Gly146 berupa ikatan π -amida stacking, dan interaksi dengan residu Ala152 berupa ikatan π -alkil.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai optimasi kondisi reaksi pada sintesis senyawa 2-hidroksi-4-dimetilamino kalkon dengan metode iradiasi gelombang mikro seperti penggunaan jenis *microwave* yang tepat serta pengaturan waktu, suhu, dan daya yang presisi sehingga didapatkan persen rendemen yang lebih besar.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai konsentrasi optimal senyawa 2-hidroksi-4-dimetilamino kalkon dalam menghambat pertumbuhan bakteri Gram-positif dan bakteri Gram-negatif.
3. Perlu dilakukan eksplorasi lebih lanjut melalui studi penambatan molekuler terhadap variasi substituen dan posisinya pada kerangka senyawa kalkon untuk mengetahui kombinasi yang paling efektif dalam meningkatkan aktivitas antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abass, A. A., Abdulridha, W. M., Alaarage, W. K., Abdulrudha, N. H., & Haider, J. 2021. Evaluating the antibacterial effect of cobalt nanoparticles against multi-drug resistant pathogens. *Journal of Medicine and Life*, 14(6), 823–833. 10.25122/jml-2021-0270
- Ahmad, M. R., Sastry, V. G., Bano, N., & Anwar, S. 2016. Synthesis of novel chalcone derivatives by conventional and microwave irradiation methods and their pharmacological activities. *Arabian Journal of Chemistry*, 9, S931–S935. 10.1016/j.arabjc.2011.09.002
- Alhazmi, A. 2015. *Pseudomonas aeruginosa* – Pathogenesis and Pathogenic Mechanisms. *International Journal of Biology*, 7(2), 44–67. 10.5539/ijb.v7n2p44
- Alvarez, M. D. L. A., Zarelli, V. E. P., Pappano, N. B., & Debattista, N. B. 2004. Bacteriostatic action of synthetic polyhydroxylated chalcones against *Escherichia coli*. *Biocell*, 28(1), 31–34. 10.32604/biocell.2004.28.031
- Anggita, D., Nurisyah, S., & Wiriansya, E. P. 2022. Mekanisme Kerja Antibiotik: Review Article. *UMI Medical Journal*, 7(1), 46–58. 10.33096/umj.v7i1.149
- Anggraeni, A., & Triajie, H. 2021. Uji Kemampuan Bakteri (*Pseudomonas Aeruginosa*) Dalam Proses Biodegradasi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), Di Perairan Timur Kamal Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(3), 176–185. 10.21107/juvenil.v2i3.11754
- Araujo de Oliveira, A. P., Wegermann, C. A., & Ferreira, A. M. D. C. 2024. Keto-enol tautomerism in the development of new drugs. *Frontiers in Chemical Biology*, 3(May), 1–7. 10.3389/fchbi.2024.1400642
- Arslan, T., Çelik, G., Çelik, H., Şentürk, M., Yaylı, N., & Ekinçi, D. 2016. Synthesis and Biological Evaluation of Novel Bischalcone Derivatives as Carbonic Anhydrase Inhibitors. *Archiv Der Pharmazie*, 741–748. 10.1002/ardp.201600122
- Arumugam, G., Hariharan, P., & Paul-Satyaseela, M. 2018. *Staphylococcus aureus* : Overview of Bacteriology, *Staphylococcus aureus* : Overview of Bacteriology, Clinical Diseases, Epidemiology, Antibiotic Resistance Clinical Diseases, Approach Epidemiology, Antibiotic Resistance and Therapeutic and Therapeuti. *Journal of Global Infectious Diseases*, 3, 1–26.
- Ávila, H. P., Smânia, E. de F. A., Monache, F. D., & Smânia, A. 2008. Structure–activity relationship of antibacterial chalcones. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 16(22), 9790–9794. 10.1016/j.bmc.2008.09.064
- Awasthi, A., & Dikshit, D. 2021. *Microwave assisted organic synthesis (MAOS) : Green alternatives to existing laboratory methods involving toxic chemicals and solvents*. 5(3), 35–42.
- Bagley, M. C., Jenkins, R. L., Lubinu, M. C., Mason, C., & Wood, R. 2005. A simple continuous flow microwave reactor. *Journal of Organic Chemistry*, 70(17), 7003–7006. 10.1021/jo0510235
- Bajracharya, G. B., Paudel, M., K. C., R., & Shyaula, S. L. 2020. Structure-activity relationship and MM2 energy minimized conformational analysis of quercetin and its derivatives in the DPPH• radical scavenging capacity. *Bibechana*, 17,

- 20–27. 10.3126/bibechana.v17i0.25208
- 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. 10.1016/j.jpha.2015.11.005
- Bano, S., Javed, K., Ahmad, S., Rathish, I. G., Singh, S., Chaitanya, M., Arunasree, K. M., & Alam, M. S. 2013. Synthesis of some novel chalcones, flavanones and flavones and evaluation of their anti-inflammatory activity. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 65, 51–59. 10.1016/j.ejmech.2013.04.056
- Basic, J., Kalinic, M., Ivkovic, B., Eric, S., Milenkovic, M., Vladimirov, S., & Vujic, Z. 2014. Synthesis, QSAR analysis and mechanism of antibacterial activity of simple 2'-hydroxy chalcones. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 9(4), 1537–1546.
- Beiler, J. M., & Martin, G. J. 1951. The inhibition of xanthine oxidase by flavonoids and related compounds. *The Journal of Biological Chemistry*, 192(2), 831–834. 10.1016/s0021-9258(19)77805-3
- Bootsma, A. N., & Wheeler, S. E. 2018. Stacking Interactions of Heterocyclic Drug Fragments with Protein Amide Backbones. *ChemMedChem*, 13(8), 835–841. 10.1002/cmdc.201700721
- Bourély, C., Cazeau, G., Jarrige, N., Leblond, A., Madec, J. Y., Haenni, M., & Gay, E. 2019. Antimicrobial resistance patterns of bacteria isolated from dogs with otitis. *Epidemiology and Infection*, 147. 10.1017/S0950268818003278
- Brooijmans, N. 2009. Structural Bioinformatics; Chapter: Docking Methods, Ligand Design, and Validating Data Sets in The Structural Genomics Era. *John Wiley & Sons, Inc, February*, 635–663.
- C Reygaert, W. 2018. An overview of the antimicrobial resistance mechanisms of bacteria. *AIMS Microbiology*, 4(3), 482–501. 10.3934/microbiol.2018.3.482
- Caesar, R. Y., Hapsari, I., & Dhiani, B. A. 2014. Formulasi dan Aktivitas Antibakteri Lotion Minyak Atsiri Buah Adas (*Foeniculum vulgare* Mill). *Media Farmasi: Jurnal Ilmu Farmasi*, 11(1). 10.12928/mf.v11i1.1396
- Chen, Y. C. 2015. Beware of docking! *Trends in Pharmacological Sciences*, 36(2), 78–95. 10.1016/j.tips.2014.12.001
- Dan, W., & Dai, J. 2020. Recent developments of chalcones as potential antibacterial agents in medicinal chemistry. In *European Journal of Medicinal Chemistry* (Vol. 187). Elsevier Masson SAS. 10.1016/j.ejmech.2019.111980
- Dawood, K. M., & El-Deftar, M. M. 2010. Microwave-assisted C-C cross-coupling reactions of aryl and heteroaryl halides in water. *Arkivoc*, 2010(9), 319–330. 10.3998/ark.5550190.0011.930
- de la Hoz, A., Díaz-Ortiz, À., & Moreno, A. 2005. Microwaves in organic synthesis. Thermal and non-thermal microwave effects. *Chemical Society Reviews*, 34(2), 164–178. 10.1039/b411438h
- de Oliveira, T. A., Medaglia, L. R., Maia, E. H. B., Assis, L. C., de Carvalho, P. B., da Silva, A. M., & Taranto, A. G. 2022. Evaluation of Docking Machine Learning and Molecular Dynamics Methodologies for DNA-Ligand Systems. *Pharmaceutics*, 15(2). 10.3390/ph15020132
- Dharmawan, A., & Layanto, N. 2022. Efektivitas Ceftazidime-Avibactam terhadap Bakteri Gram Negatif Penghasil Enzim Karbapenemase. *Jurnal MedScientiae*,

- I*(1), 40–46. 10.36452/jmedscientiae.vi.2453
- Dickson, H., Kittredge, K. W., & Sarquis, A. M. 2004. Thin-layer chromatography: The “eyes” of the organic chemist. *Journal of Chemical Education*, 81(7), 1023–1025. 10.1021/ed081p1023
- Diyah, N. W. & Siswandono. 2014. Docking Molekul Dan Sintesis Turunan Asam Benzoil Salisilat. *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi*, 3(1), 7–15.
- Donaire-Arias, A., Poulsen, M. L., Ramón-Costa, J., Montagut, A. M., Estrada-Tejedor, R., & Borrell, J. I. 2023. Synthesis of Chalcones: An Improved High-Yield and Substituent-Independent Protocol for an Old Structure. *Molecules*, 28(22). 10.3390/molecules28227576
- Dziągwa-Becker, M., Oleszek, M., Zielińska, S., & Oleszek, W. 2024. Chalcones—Features, Identification Techniques, Attributes, and Application in Agriculture. *Molecules*, 29(10), 1–11. 10.3390/molecules29102247
- Effendy, S., Aswan, A., Ridwan, K., Ramadhania, N., & Junica Amanda, T. 2020. Pengaruh Daya Microwave Dalam Proses Pengolahan Minyak Mawar (*Rosa Hybrida*) Dan Minyak Ylang-Ylang (*Cananga Odorata* Genuine) Dengan Metode Microwave Hydrodistillation Effect Of Power Microwave In The Processing Of Rose Oil (*Rosa Hybrida*) And Ylang-Ylang O. *Jurnal Kinetika*, 11(03), 20–27. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Elfita, L., Apriadi, A., Supandi, S., & Dianmurdedi, S. 2023. Studi Penambatan Molekuler dan Simulasi Dinamika Molekuler Senyawa Turunan Furanokumarin terhadap Reseptor Estrogen Alfa (ER- α) Sebagai Anti Kanker Payudara. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 9(3), 255. 10.25077/jsfk.9.3.255-264.2022
- Elkanzi, N. A. A., Hrichi, H., Alolayan, R. A., Derafa, W., Zahou, F. M., & Bakr, R. B. 2022. Synthesis of Chalcones Derivatives and Their Biological Activities: A Review. *ACS Omega*, 7(32), 27769–27786. 10.1021/acsomega.2c01779
- Emelda, Safitri, E. A., & Fatmawati, A. 2021. Aktivitas Inhibisi Ekstrak Etanolik *Ulva lactuca* terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 7(1), 43–48.
- Eryanti, Y., Zamri, A., Jasril, J., & Rahmita, R. 2012. Sintesis Turunan 2'-hidroksi Kalkon melalui Kondensasi Claisen-Schmidt dan Uji Aktivitasnya sebagai Antimikroba. *Jurnal Natur Indonesia*, 12(2), 223. 10.31258/jnat.12.2.223-227
- Ferenczy, G. G., & Kellermayer, M. 2022. Contribution of hydrophobic interactions to protein mechanical stability. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 20, 1946–1956. 10.1016/j.csbj.2022.04.025.
- Fessenden, R. J. & Fessenden, J. S. 1986. *Kimia Organik Dasar Jilid 2 Edisi Ketiga*. Terjemahan: Aloysius Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta: Erlangga.
- Galema, S. A. 1997. Microwave chemistry. *Chemical Society Reviews*, 26(3), 233. 10.1039/cs9972600233
- Gaonkar, S. L., & Vignesh, U. N. 2017. Synthesis and pharmacological properties of chalcones: a review. *Research on Chemical Intermediates*, 43(11), 6043–6077. 10.1007/s11164-017-2977-5
- Gellatly, S. L., & Hancock, R. E. W. 2013. *Pseudomonas aeruginosa*: New insights into pathogenesis and host defenses. *Pathogens and Disease*, 67(3), 159–173.

- 10.1111/2049-632X.12033
- Gherardi, G. 2023. Staphylococcus aureus Infection: Pathogenesis and Antimicrobial Resistance. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9). 10.3390/ijms24098182
- Gould, D., & Chamberlaine, A. 1995. Staphylococcus aureus: A review of the literature. *Journal of Clinical Nursing*, 4(1), 5–12.
- Goyal, K., Kaur, R., Goyal, A., & Awasthi, R. 2021. Chalcones: A review on synthesis and pharmacological activities. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 11(Supplement 1), 1–14. 10.7324/JAPS.2021.11s101
- Handayani, S., Budimarwanti, C., & Haryadi, W. 2017. Microwave-assisted organic reactions: Eco-friendly synthesis of dibenzylidenecyclohexanone derivatives via crossed aldol condensation. *Indonesian Journal of Chemistry*, 17(2), 336–341. 10.22146/ijc.25460
- Hasanain Abdulhameed Odhar, Hashim, A. F., & Humad, S. S. 2022. Molecular docking analysis and dynamics simulation of salbutamol with the monoamine oxidase B (MAO-B) enzyme. *Bioinformation*, 18(3), 304–309. 10.6026/97320630018304
- Hayes, M. V., & Orr, D. C. 1983. Mode of action of ceftazidime: Affinity for the penicillin-binding proteins of escherichia coli K12, pseudomonas aeruginosa and staphylococcus aureus. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 12(2), 119–126. 10.1093/jac/12.2.119
- Hossain, T. J. 2024. Methods for screening and evaluation of antimicrobial activity: A review of protocols, advantages, and limitations. *European Journal of Microbiology and Immunology*, 14(2), 97–115. 10.1556/1886.2024.00035
- Hoyt, J. C., & Robbins, R. A. 2001. Macrolide antibiotics and pulmonary inflammation. *FEMS Microbiology Letters*, 205(1), 1–7. 10.1016/S0378-1097(01)00443-8
- Hu, D. L., Li, S., Fang, R., & Ono, H. K. 2021. Update on molecular diversity and multipathogenicity of staphylococcal superantigen toxins. *Animal Diseases*, 1(1), 1–15. 10.1186/s44149-021-00007-7
- Jasim, H. A., Nahar, L., Jasim, M. A., Moore, S. A., Ritchie, K. J., & Sarker, S. D. 2021. Chalcones: Synthetic chemistry follows where nature leads. *Biomolecules*, 11(8). 10.3390/biom11081203
- Jayapal, M. R., & Sreedhar, N. Y. 2010. Anhydrous K₂CO₃ as catalyst for the synthesis of chalcones under Microwave Irradiation. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*.
- Jordan, S. 2018. Farmakologi Kebidanan. In *Egc*.
- Jorgensen, J. H., & Ferraro, M. J. 2009. Antimicrobial susceptibility testing: A review of general principles and contemporary practices. *Clinical Infectious Diseases*, 49(11), 1749–1755. 10.1086/647952
- Kamble, V. M., Hatnapure, G. D., Keche, A. P., Birajdar, S., Patil, S. G., Tale, R. H., Rodge, A. H., Turkar, S. S., & Gour, K. 2011. Synthesis and biological evaluation of a novel series of methoxylated chalcones as antioxidant and antimicrobial agents. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 3(6), 639–648.
- Kappe, C. O. 2006. The Use of Microwave Irradiation in Organic Synthesis. From

- Laboratory Curiosity to Standard Practice in Twenty Years. *ChemInform*, 37(44), 308–312. 10.1002/chin.200644239
- Karsana, E., Teruna, H. Y., & Zamri, A. 2015. Sintesis Dan Uji Toksisitas Senyawa Analog Para Metil Kalkon. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 6(01), 41–44. 10.37859/jp.v6i01.456
- Katili, S. S., Wewengkang, D. S., & Rotinsulu, H. 2020. Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Organisme Laut Spons *Ianthella Basta* Terhadap Beberapa Mikroba Patogen. *Pharmacon*, 9(1), 100. 10.35799/pha.9.2020.27415
- Khopkar, M.S. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik Edisi Pertama*. Terjemahan: A. Saptorahardjo. Jakarta: UI Press.
- Konidala, S. K., Kotra, V., Danduga, R. C. S. R., Kola, P. K., Bhandare, R. R., & Shaik, A. B. 2021. Design, multistep synthesis and in-vitro antimicrobial and antioxidant screening of coumarin clubbed chalcone hybrids through molecular hybridization approach. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(6), 103154. 10.1016/j.arabjc.2021.103154
- Lalu Sanik Wahyu Fadil Amrulloh, Nuraini Harmastuti, Andri Prasetyo, & Rina Herowati. 2023. Analysis of Molecular Docking and Dynamics Simulation of Mahogany (*Swietenia macrophylla* King) Compounds Against the PLpro Enzyme SARS-COV-2. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 10(3), 347–359. 10.20473/jfiki.v10i32023.347-359
- Leal, A. L. A. B., Pinheiro, D. P., Barros-Nepomuceno, F. W. A., da Silva, P. T., Pessoa, C., Almeida-Neto, F. W. Q., Marinho, E. S., Barreto, A. C. H., Julião, M. S. S., de Paiva, A. S., Bandeira, P. N., de Lima-Neto, P., dos Santos, H. S., & Teixeira, A. M. R. 2021. Structural and spectroscopic analysis and evaluation of cytotoxic activity of 2-hydroxychalcones against human cancer cell lines. *Journal of Molecular Structure*, 1245, 131135. 10.1016/j.molstruc.2021.131135
- Li, Y., Sun, B., Zhai, J., Fu, L., Zhang, S., Zhang, J., Liu, H., Xie, W., Deng, H., Chen, Z., & Sang, F. 2019. Synthesis and antibacterial activity of four natural chalcones and their derivatives. *Tetrahedron Letters*, 60(43), 151165. 10.1016/j.tetlet.2019.151165
- Licitra, G. 2013. [Staff'ə-Lo Kok'əs]. *Emerging Infectious Diseases: Etymologia*, 19(9), 1553.
- Lister, I. N. E. 2021. Perbandingan Uji Efektivitas Ekstrak Bengkuang Terhadap Bakteri *Propionibacterium Acnes*. *Jurnal Keperawatan Priority*, 4(1), 60–68. <https://media.neliti.com/media/publications/468646-none-904c42d1.pdf>
- Liu, Z., Fang, Q., Yu, W., Xue, G., Cao, D., & Jiang, M. 2002. 2'-Hydroxy-4"-Dimethylamino-Chalcone. *Acta Crystallographica Section C: Crystal Structure Communications*, 58(8), 445–446. 10.1107/S0108270102010247
- Makwana, S., & Kumari, P. 2023. Microwave assisted synthesis: A green chemistry approach and future directions. *The Future of Green Synthesis*, May 2013, 1–60.
- Martin, E., & Kellen-Yuen, C. 2007. Microwave-assisted organic synthesis in the organic lab: A simple, greener Wittig reaction. *Journal of Chemical Education*, 84(12), 2004–2006. 10.1021/ed084p2004
- Meena, J., Archana, D., & Santhy, K. S. 2018. In silico analysis of *Cyclea peltata*

- (Lam.) Hook.f. & Thomson root extract for docking studies of the compound β -estradiol. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 17(1), 162–167.
- Meng, X.-Y., Zhang, H.-X., Mezei, M., & Mei, C. 2011. Over View on Molecular Docking: A Powerful Approach for Structure Based Drug Discovery. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 77(2), 146–157. 10.47583/ijpsrr.2022.v77i02.029
- Mengin-Lecreulx, D., Flouret, B., & Van Heijenoort, J. 1982. Cytoplasmic steps of peptidoglycan synthesis in *Escherichia coli*. *Journal of Bacteriology*, 151(3), 1109–1117. 10.1128/jb.151.3.1109-1117.1982
- Mondal, S.; 2018. Unit-V: Reactions of Synthetic Importance BP401T: Pharmaceutical Claisen – Schmidt Condensation Reaction. *Pharmaceutical Organic Chemistry –Iii*, 1(November), 1–14. 10.13140/RG.2.2.35212.16006
- Mora-Ochomogo, M., & Lohans, C. T. 2021. β -Lactam antibiotic targets and resistance mechanisms: From covalent inhibitors to substrates. *RSC Medicinal Chemistry*, 12(10), 1623–1639. 10.1039/d1md00200g
- Muhammed, M. T., & Aki-Yalcin, E. 2022. Molecular Docking: Principles, Advances, and Its Applications in Drug Discovery. *Letters in Drug Design & Discovery*, 21(3), 480–495. 10.2174/1570180819666220922103109
- Narwanti, I., & Hidayati, A. K. 2023. Sintesis Senyawa 4-(Dimetilamino)kalkon Menggunakan Microwave-Assisted Organic Synthesis (MAOS) dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Prediksi Profil Farmakokinetik. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 19(2), 130. 10.20961/alchemistry.19.2.66542.130-139
- Nawaz, T., Tajammal, A., Qurashi, A. W., Nisa, M. un, Binjawhar, D. N., & Iqbal, M. 2024. Synthesis, antibacterial, antibiofilm, and docking studies of chalcones against multidrug resistance pathogens. *Heliyon*, 10(13), e30618. 10.1016/j.heliyon.2024.e30618
- Newman, H., Krajnc, A., Bellini, D., Eyermann, C. J., Boyle, G. A., Paterson, N. G., Mcauley, K. E., Lesniak, R., Gangar, M., Delft, F. Von, Brem, J., Chibale, K., Scho, C. J., & Dowson, C. G. 2021. *High-Throughput Crystallography Reveals Boron-Containing Inhibitors of a Penicillin-Binding Protein with Di- and Tricovaleent Binding Modes*. 10.1021/acs.jmedchem.1c00717
- Nielsen, A. T., & Houlihan, W. J. 2011. *The Aldol Condensation In:Organic Reactions*. (pp. 1–438).
- Nurfajiah, N. 2019. *Sintesis senyawa kalkon, flavon, dan flavanon dari 4-dimetilaminobenzaldehida dan uji sitotoksisitas terhadap sel kanker serviks (HeLa), kolon (WiDr), serta sel kanker payudara (T47D dan MCF-7) secara in vitro* (Tesis Magister, Universitas Gadjah Mada).
- Nur Syaquila, C., Pebralia, J., & Restianingsih, T. 2024. Molecular Docking Senyawa (8)-Shogaol Sebagai Obat Antikanker. *Journal Online of Physics*, 9(3), 72–76. 10.22437/jop.v9i3.36116
- Okolo, E. N., Ugwu, D. I., Ezema, B. E., Ndefo, J. C., Eze, F. U., Ezema, C. G., Ezugwu, J. A., & Ujam, O. T. 2021. New chalcone derivatives as potential antimicrobial and antioxidant agent. *Scientific Reports*, 11(1), 1–13. 10.1038/s41598-021-01292-5
- Paray, A. A., Singh, M., & Amin Mir, M. 2023. Gram Staining: A Brief Review. *International Journal of Research and Review*, 10(9), 336–341.

10.52403/ijrr.20230934

- Parrish, R. M., Sitkoff, D. F., Cheney, D. L., & Sherrill, C. D. 2017. The Surprising Importance of Peptide Bond Contacts in Drug–Protein Interactions. *Chemistry - A European Journal*, 23(33), 7887–7890. 10.1002/chem.201701031
- Patel, R. N., & Patel, P. V. 2012. Synthesis on study of novel chalcone derivatives and their antimicrobial activity. *European Journal of Experimental Biology*, 2(5), 1492–1496.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., & Vyvyan, J. R. (2009). *Introduction to spectroscopy* (4th ed.). Brooks/Cole Cengage Learning.
- Pelczar, M. J., & chan, E. C. S. (1986). *Dasar-dasar Mikrobiologi*.
- Perreux, L., & Loupy, A. 2001. A tentative rationalization of microwave effects in organic synthesis according to the reaction medium, and mechanistic considerations. *Tetrahedron*, 57(45), 9199–9223. 10.1016/S0040-4020(01)00905-X
- Platon, V. M., Dragoi, B., & Marin, L. 2022. Erythromycin Formulations—A Journey to Advanced Drug Delivery. *Pharmaceutics*, 14(10). 10.3390/pharmaceutics14102180
- Pratama, A. B., Herowati, R., & Ansory, H. M. 2021. Studi Docking Molekuler Senyawa Dalam Minyak Atsiri Pala (*Myristica fragrans* H.) Dan Senyawa Turunan Miristisin Terhadap Target Terapi Kanker Kulit. *Majalah Farmaseutik*, 17(2), 233. 10.22146/farmaseutik.v17i2.59297
- Pratiwi, I., Kurniatuhadi, R., & Rahmawati. 2024. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Buah Asam Kalimbawan (*Sarcotheca diversifolia* (Miq) Hallier F) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Life Science*, 8(1), 18–24. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/LifeSci>
- Priecel, P., & Lopez-Sanchez, J. A. 2019. Advantages and Limitations of Microwave Reactors: From Chemical Synthesis to the Catalytic Valorization of Biobased Chemicals. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 7(1), 3–21. 10.1021/acssuschemeng.8b03286
- Qin, S., Xiao, W., Zhou, C., Pu, Q., Deng, X., Lan, L., Liang, H., Song, X., & Wu, M. 2022. *Pseudomonas aeruginosa*: pathogenesis, virulence factors, antibiotic resistance, interaction with host, technology advances and emerging therapeutics. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 7(1), 1–27. 10.1038/s41392-022-01056-1
- Ramprasad, J., Kumar Sthalam, V., Linga Murthy Thampunuri, R., Bhukya, S., Ummanni, R., Balasubramanian, S., & Pabbaraja, S. 2019. Synthesis and evaluation of a novel quinoline-triazole analogs for antitubercular properties via molecular hybridization approach. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 29(20), 126671. 10.1016/j.bmcl.2019.126671
- Rayar, A., Veitía, M. S. I., & Ferroud, C. 2015. An efficient and selective microwave-assisted Claisen-Schmidt reaction for the synthesis of functionalized benzalacetones. *SpringerPlus*, 4(1), 8–12. 10.1186/s40064-015-0985-8
- Rayees Ahmad, M., Girija Sastry, V., Bano, N., & Anwar, S. 2016. Synthesis of novel chalcone derivatives by conventional and microwave irradiation methods and their pharmacological activities. *Arabian Journal of Chemistry*,

- 9, S931–S935. 10.1016/j.arabjc.2011.09.002
- Rehana, R., Fahreza, M. S., & S, M. W. 2019. Sintesis 3,4,4'-Trimetoksikalkon dan Karakterisasinya. *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 15(2), 228. 10.20961/alchemy.15.2.24256.228-238
- Rizki, S. A., Latief, M., & Rahman, H. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak N-Heksan, Etil Asetat dan Etanol Daun Durian (*Durio zibethinus* Linn.) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Mahasiswa Farmasi*, 442–457.
- Rood, D. 1999. Gas chromatography Problem Solving and Troubleshooting. *Journal of Chromatographic Science*, 42(9), 506–507. 10.1093/chromsci/42.1.54
- Rosa, G. P., Seca, A. M. L., Barreto, M. do C., Silva, A. M. S., & Pinto, D. C. G. A. 2019. Chalcones and flavanones bearing hydroxyl and/or methoxyl groups: Synthesis and biological assessments. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(14). 10.3390/app9142846
- Rossino, G., Raimondi, M. V., Rui, M., Di Giacomo, M., Rossi, D., & Collina, S. 2018. PEG 400/cerium ammonium nitrate combined with microwave-assisted synthesis for rapid access to beta-amino ketones. an easy-to-use protocol for discovering new hit compounds. *Molecules*, 23(4), 1–12. 10.3390/molecules23040775
- Sachdeva, P., Patel, B. G., & Patel, B. K. 2009. Drug use in pregnancy; A point to ponder! In *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences* (Vol. 71, Issue 1). 10.4103/0250-474X.51941
- Sagitaras, I. B., Syahrani, A., & Ekowati, J. 2019. Optimasi Kondisi Sintesis Asam 4-Benzoiloksisinamat Menggunakan Iradiasi Gelombang Mikro. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 6(1), 37. 10.20473/jfiki.v6i12019.37-43
- Salonen, L. M., Holland, M. C., Kaib, P. S. J., Haap, W., Benz, J., Mary, J. L., Kuster, O., Schweizer, W. B., Banner, D. W., & Diederich, F. 2012. Molecular recognition at the active site of factor Xa: Cation- π Interactions, stacking on planar peptide surfaces, and replacement of structural water. *Chemistry - A European Journal*, 18(1), 213–222. 10.1002/chem.201102571
- Sari, D. P., Rahmawati, & Rusmiyanto P. W., E. 2019. Deteksi dan Identifikasi Genera Bakteri Coliform Hasil Isolasi dari Minuman Lidah Buaya. *Jurnal Labora Medika*, 3(1), 29–35. <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JLabMed>
- Sepvianti, W. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa 4 Dimetilaminokalkon Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Dan *Escherichia Coli* Atcc. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 2(4), 236–240. 10.31004/jkt.v2i4.3076
- Sepvianti, W., & Kusumaningrum, S. B. C. 2021. Sintesis Dan Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Kalkon (E)-3-(4-(Dimethylamino)Phenyl)-1-Phenylprop-2-En-1-One Terhadap Bakteri Kontaminan Produk Darah. *Journal of Health (JoH)*, 8(2), 75–84. 10.30590/joh.v8n2.p75-84.2021
- Shalaby, M. A., Rizk, S. A., & Fahim, A. M. 2023. Synthesis, reactions and application of chalcones: a systematic review. *Organic and Biomolecular Chemistry*, 21(26), 5317–5346. 10.1039/d3ob00792h.
- Sharma, B., Agrawal, S. C., & Gupta, K. C. 2008. Colour reactions of chalcones

- and their mechanism (A review). *Oriental Journal of Chemistry*, 24(1), 289–294.
- Sitorus, Marham. 2010. *Kimia Organik Umum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Smith, A., & Hussey, M. 2016. Gram Stain Protocols. *American Society for Microbiology*, September 2020, 1–9.
- Suirta, I. W. 2016. Sintesis Senyawa Kalkon Serta Uji Aktivitas Sebagai Antioksidan. *Jurnal Kimia*, 75–80. 10.24843/jchem.2016.v10.i01.p10
- Suryanto, D., & Munir, E. 2014. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Scienc es. *October 2012*.
- Susanti, N. M. P., Laksmiani, N. P. L., Noviyanti, N. K. M., Arianti, K. M., & Duantara, I. K. 2019. Molecular Docking Terpinen-4-Ol Sebagai Antiinflamasi Pada Aterosklerosis Secara in Silico. *Jurnal Kimia*, 221. 10.24843/jchem.2019.v13.i02.p16
- Suwito, H., Nyoman, N., & Puspaningsih, T. 2015. Anticancer and antimicrobial activity of methoxy amino chalcone derivatives. *Der Pharma Chemia*, 7(3), 89–94.
- Tarannum, N., Hossain, T. J., Ali, F., Das, T., Dhar, K., & Nafiz, I. H. 2023. Antioxidant, antimicrobial and emulsification properties of exopolysaccharides from lactic acid bacteria of bovine milk: Insights from biochemical and genomic analysis. *Lwt*, 186(August), 115263. 10.1016/j.lwt.2023.115263
- Thapa, H. B., Bajracharya, N., Thapa, S., & Bajracharya, G. B. 2022. Synthesis, Structure-Activity Relationship and Antibacterial Activity of Some Simple (E)-Chalcones. *Asian Journal of Chemistry*, 34(11), 2935–2941. 10.14233/ajchem.2022.23930
- Thawabteh, A. M., Ghanem, A. W., Abumadi, S., Thaher, D., Jaghama, W., Karaman, R., Scrano, L., & Bufo, S. A. 2024. *Antibacterial Activity and Antifungal Activity of Monomeric Alkaloids*.
- Thebti, A., Meddeb, A., Ben Salem, I., Bakary, C., Ayari, S., Rezgui, F., Essafi-Benkhadir, K., Boudabous, A., & Ouzari, H. I. 2023. Antimicrobial Activities and Mode of Flavonoid Actions. *Antibiotics*, 12(2). 10.3390/antibiotics12020225
- Tople, M. S., Patel, N. B., & Patel, P. P. 2023. Microwave irradiation for the synthesis of quinoline scaffolds: a review. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 20(1), 1–28. 10.1007/s13738-022-02648-y
- Tran, T. D., Do, T. H., Tran, N. C., Ngo, T. Du, Huynh, T. N. P., Tran, C. D., & Thai, K. M. 2012. Synthesis and anti Methicillin resistant Staphylococcus aureus activity of substituted chalcones alone and in combination with non-beta-lactam antibiotics. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 22(14), 4555–4560. 10.1016/j.bmcl.2012.05.112
- Ullah, H., & Ali, S. 2017. Classification of Anti-Bacterial Agents and Their Functions. *Antibacterial Agents*, May. 10.5772/intechopen.68695
- Upadhyya R, K., Shenoy, L., & Venkateswaran, R. 2018. Effect of intravenous dexmedetomidine administered as bolus or as bolus-plus-infusion on subarachnoid anesthesia with hyperbaric bupivacaine. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*, 34(3), 46–50. 10.4103/joacp.

- ur Rashid, H., Xu, Y., Ahmad, N., Muhammad, Y., & Wang, L. 2019. Promising anti-inflammatory effects of chalcones via inhibition of cyclooxygenase, prostaglandin E₂, inducible NO synthase and nuclear factor κ B activities. *Bioorganic Chemistry*, 87(December 2018), 335–365. 10.1016/j.bioorg.2019.03.033
- Van Berkel, S. S., Nettleship, J. E., Leung, I. K. H., Brem, J., Choi, H., Stuart, D. I., Claridge, T. D. W., McDonough, M. A., Owens, R. J., Ren, J., & Schofield, C. J. 2013. Binding of (5 S)-penicilloic acid to penicillin binding protein 3. *ACS Chemical Biology*, 8(10), 2112–2116. 10.1021/cb400200h
- Vidaillac, C., & Chotirmall, S. H. 2021. Pseudomonas aeruginosa in bronchiectasis: infection, inflammation, and therapies. *Expert Review of Respiratory Medicine*, 15(5), 649–662. 10.1080/17476348.2021.1906225
- Vincent, J. L., Sakr, Y., Singer, M., Martin-Loeches, I., MacHado, F. R., Marshall, J. C., Finfer, S., Pelosi, P., Brazzi, L., Aditjaningsih, D., Timsit, J. F., Du, B., Wittebole, X., MacA, J., Kannan, S., Gorordo-Delsol, L. A., De Waele, J. J., Mehta, Y., Bonten, M. J. M., Angus, D. C. 2020. Prevalence and Outcomes of Infection among Patients in Intensive Care Units in 2017. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 323(15), 1478–1487. 10.1001/jama.2020.2717
- Wan, W. Y., & Milner-White, E. J. 1999. A recurring two-hydrogen-bond motif incorporating a serine or threonine residue is found both at α -helical N termini and in other situations. *Journal of Molecular Biology*, 286(5), 1651–1662. 10.1006/jmbi.1999.2551
- Wu, Q., & Huang, S. Y. 2023. HCoVDock: an efficient docking method for modeling covalent protein-ligand interactions. *Briefings in Bioinformatics*, 24(1), 1–12. 10.1093/bib/bbac559
- Wunga, H. W., & Arty, I. S. 2017. Optimasi Waktu Pengadukan Sintesis Senyawa Kalkon Basa Optimation Stirring Time of Chalcone Synthesis From. *Jurnal Kimia Dasar*, 6(3), 83–89.
- Xu, C., Chen, G., & Huang, X. 1995. Chalcones by the Wittig reaction of a stable ylide with aldehydes under microwave irradiation. *Organic Preparations and Procedures International*, 27(5), 559–561. 10.1080/00304949509458500
- Yang, Y., Severin, A., Chopra, R., Krishnamurthy, G., Singh, G., Hu, W., Keeney, D., Svenson, K., Petersen, P. J., Labthavikul, P., Shlaes, D. M., Rasmussen, B. A., Failli, A. A., Shumsky, J. S., Kutterer, K. M. K., Gilbert, A., & Mansour, T. S. 2006. 3,5-Dioxypyrazolidines, novel inhibitors of UDP-N-acetylenolpyruvylglucosamine reductase (MurB) with activity against gram-positive bacteria. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 50(2), 556–564. 10.1128/AAC.50.2.556-564.2006
- Yanti, N. A., Ambardini, S., Ardiansyah, A., Marlina, W. O. L., & Cahyanti, K. D. 2020. Aktivitas Antibakteri Kombucha Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Dengan Konsentrasi Gula Berbeda. *Berkala Sainstek*, 8(2), 35. 10.19184/bst.v8i2.15968
- Yuda, K.E. (2019). *Sintesis senyawa 4-dimetilamino-4-hidroksi kalkon dengan metode grinding sebagai zat antibakteri* (Skripsi, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta).

- Zahra, I. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Afrika (*Vernonia Amygdalina* Del.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 Secara In Vitro. *Medfarm: Jurnal Farmasi Dan Kesehatan*, 10(1), 28–34. 10.48191/medfarm.v10i1.52
- Zangade, S., & Mokle, S. 2011. An Efficient and Operationally Simple Synthesis of Some New Chalcones by Using Grinding Technique. *Chemical Sciences Journal*, 2, 1–6. 10.4172/2150-3494.1000011
- Zeeshan A. Khan, Mohd F. Siddiqui, and S. P. 2019. Susceptibility testing revisited. *Progress in Clinical Pathology*, 9, 49–66.
- Zhu, Z., Hu, Z., Li, S., Fang, R., Ono, H. K., & Hu, D. L. 2024. Molecular Characteristics and Pathogenicity of *Staphylococcus aureus* Exotoxins. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(1). 10.3390/ijms25010395
- Ziwar, J. B. 2023. Synthesis, antimicrobial evaluation, and docking studies of new series Pyrazolone, Pyrimidine, Thiazine, and Pyranone derivatives bearing a Sulfonamide moiety using ultrasound irradiation. *Results in Chemistry*, 6(October), 101150. 10.1016/j.rechem.2023.101150
- Zuo, H., Wu, D., & Fu, R. 2010. Synthesis of antibacterial polymers from 2-dimethylamino ethyl methacrylate quaternized by dimethyl sulfate. *Polymer Journal*, 42(9), 766–771. 10.1038/pj.2010.63