

**SKRINING AKTIVITAS ANTI-QUORUM SENSING *Yeast* yang
DIISOLASI dari MAKANAN TRADISIONAL TERHADAP
BAKTERI PATOGEN *Pseudomonas aeruginosa***



Oleh:

**BAGINDA MULYA
NIM.22032116/2022**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2026

**SKRINING AKTIVITAS ANTI-QUORUM SENSING *Yeast* yang
DIISOLASI dari MAKANAN TRADISIONAL TERHADAP
BAKTERI PATOGEN *Pseudomonas aeruginosa***



**BAGINDA MULYA
NIM.22032116/2022**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2026

**SKRINING AKTIVITAS ANTI-QUORUM SENSING *Yeast* yang
DIISOLASI dari MAKANAN TRADISIONAL TERHADAP
BAKTERI PATOGEN *Pseudomonas aeruginosa***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Sains



Oleh:

**BAGINDA MULYA
NIM.22032116/2022**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

PERSETUJUAN SKRIPSI

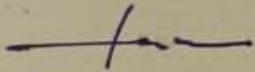
SKRINING AKTIVITAS ANTI-QUORUM SENSING *Yeast* yang DIISOLASI dari MAKANAN TRADISIONAL TERHADAP BAKTERI PATOGEN *Pseudomonas aeruginosa*

Nama : Baginda Mulya
NIM/TM : 22032116/2022
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 26 Januari 2026

Mengetahui:

Kepala Departemen Biologi

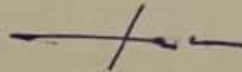


Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed

NIP. 197508152006042001

Disetujui Oleh:

Pembimbing



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed

NIP. 197508152006042001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

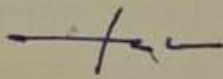
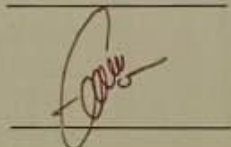
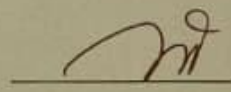
Nama : Baginda Mulya
NIM/TM : 22032116/2022
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

SKRINING AKTIVITAS ANTI-QUORUM SENSING *Yeast* yang DIISOLASI dari MAKANAN TRADISIONAL TERHADAP BAKTERI PATOGEN *Pseudomonas aeruginosa*

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi Departemen
Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 02 Februari 2026

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Dwi Hilda Putri, S. Si., M. Biomed	
2. Anggota	: Siska Alicia Farma, S. Pd., M. Biomed	
3. Anggota	: Dr. Irdawati, S. Si., M. Si	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

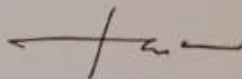
Nama : Baginda Mulya
NIM/TM : 22032116/2022
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul "**Skrining Aktivitas Anti-Quorum Sensing Yeast yang Diisolasi dari Makanan Tradisional Terhadap Bakteri Patogen *Pseudomonas aeruginosa***" adalah benar merupakan karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis dan diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 26 Januari 2026

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed
NIP. 197508152006042001

Saya yang menyatakan,



Baginda Mulya
NIM. 22032116

**SKRINING AKTIVITAS ANTI-QUORUM SENSING *Yeast* yang
DIISOLASI dari MAKANAN TRADISIONAL TERHADAP
BAKTERI PATOGEN *Pseudomonas aeruginosa***

Baginda Mulya

ABSTRAK

Resistensi antimikroba merupakan ancaman serius terhadap kesehatan global, terutama pada infeksi yang disebabkan oleh *Pseudomonas aeruginosa*, bakteri patogen oportunistik dengan tingkat resistensi antibiotik tinggi dan kemampuan membentuk biofilm. Patogenesis *P. aeruginosa* dikendalikan oleh sistem komunikasi sel yang dikenal sebagai *quorum sensing* (QS), sehingga penghambatan mekanisme ini menjadi pendekatan alternatif yang menjanjikan dalam pengendalian infeksi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan skrining aktivitas anti-quorum sensing *yeast* yang diisolasi dari berbagai makanan tradisional terhadap *P. aeruginosa*, serta mengidentifikasi senyawa aktif yang berpotensi berperan sebagai inhibitor QS.

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode uji in vitro terhadap 13 isolat *yeast*. Aktivitas anti-QS dievaluasi melalui pengujian penghambatan produksi pigmen *pyocyanin*, pembentukan biofilm, serta motilitas *swarming* dan *swimming* *P. aeruginosa*. Identifikasi senyawa bioaktif dilakukan menggunakan analisis GC-MS, dan interaksi molekuler senyawa potensial terhadap protein target QS dianalisis melalui *molecular docking*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar isolat *yeast* memiliki kemampuan tinggi dalam menghambat produksi *pyocyanin* dengan persentase inhibisi mencapai 97–100%. Beberapa isolat juga menunjukkan aktivitas penghambatan biofilm dan penurunan motilitas bakteri yang signifikan. Analisis GC-MS mengidentifikasi berbagai senyawa bioaktif, termasuk asam organik, ester, dan senyawa aromatik yang diduga berperan dalam aktivitas anti-QS. Hasil *molecular docking* menunjukkan adanya afinitas ikatan yang baik antara senyawa terpilih dengan protein target QS *P. aeruginosa*. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa *yeast* yang diisolasi dari makanan tradisional berpotensi sebagai agen anti-quorum sensing yang efektif dalam menekan faktor virulensi *P. aeruginosa* tanpa bersifat bakterisidal. Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan strategi terapi alternatif berbasis anti-virulensi dan pemanfaatan *yeast* sebagai sumber senyawa bioaktif non-antibiotik.

Kata kunci: anti-quorum sensing, *Pseudomonas aeruginosa*, *yeast*, biofilm, *pyocyanin*.

**SCREENING of ANTI-QUORUM SENSING ACTIVITY of Yeast
ISOLATED from TRADITIONAL FOODS AGAINST THE
PATHOGENIC BACTERIA *Pseudomonas aeruginosa***

Baginda Mulya

ABSTRACT

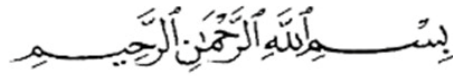
*Antimicrobial resistance poses a serious threat to global health, particularly in infections caused by *Pseudomonas aeruginosa*, an opportunistic pathogenic bacterium with a high antibiotic resistance rate and the ability to form biofilms. The pathogenicity of *P. aeruginosa* is controlled by a cell communication system known as quorum sensing (QS), making inhibition of this mechanism a promising alternative approach to infection control. This study aimed to screen the anti-quorum sensing activity of yeast isolated from various traditional foods against *P. aeruginosa* and to identify active compounds with the potential to act as QS inhibitors.*

*This study used a quantitative descriptive approach with an in vitro assay method on 13 yeast isolates. Anti-QS activity was evaluated by inhibiting pyocyanin pigment production, biofilm formation, and swarming and swimming motility of *P. aeruginosa*. Identification of bioactive compounds was performed using GC-MS analysis, and the molecular interactions of potential compounds with QS target proteins were analyzed through molecular docking.*

*The results showed that most yeast isolates had a high ability to inhibit pyocyanin production, with inhibition rates reaching 97–100%. Some isolates also exhibited biofilm inhibitory activity and a significant reduction in bacterial motility. GC-MS analysis identified various bioactive compounds, including organic acids, esters, and aromatic compounds, suspected to play a role in anti-QS activity. Molecular docking results indicated good binding affinity between the selected compounds and the *P. aeruginosa* QS target protein. Based on these results, it can be concluded that yeast isolated from traditional foods has the potential to be an effective anti-quorum sensing agent in suppressing *P. aeruginosa* virulence factors without being bactericidal. This research contributes scientifically to the development of alternative anti-virulence-based therapeutic strategies and the utilization of yeast as a source of non-antibiotic bioactive compounds.*

Keywords: *anti-quorum sensing, *Pseudomonas aeruginosa*, yeast, biofilm, pyocyanin.*

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Skrining Aktivitas Anti-Quorum Sensing *Yeast* yang Diisolasi dari Makanan Tradisional Terhadap Bakteri Patogen *Pseudomonas aeruginosa*”. Sholawat beriring salam kepada Nabi Muhammad SAW sebagai uswatun hasanah junjungan umat seluruh alam.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si, M.Biomed selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Dr. Apon Zaenal Mustopa, M.Si sebagai Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing penelitian dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Ibu Siska Alicia Farma, S. Pd., M. Biomed dan Ibu Dr. Irdawati, M. Si selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritikan dan saran untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini.

4. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si, M.Biomed selaku Kepala Departemen Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Bapak dan Ibu staf Departemen Biologi yang telah membantu untuk kelancaran penulisan skripsi ini.
6. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberi doa, dukungan dan motivasi dalam penulisan skripsi ini.
7. Kak Muhammad Fiqriansyah Wahab, S.Si., M.Si yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan membantu selama penelitian.
8. Erman Raja Gukguk yang telah membantu untuk kelancaran penulisan skripsi ini.
9. Sahabat seperjuangan, Abil Pratama Putra, Gabriella Jessica Agatha, Aulia Devani Putri, Nadila Safitri, Anggraini, dan seluruh keluarga besar Sains E2022.
10. Rekan-rekan Biologi FMIPA UNP 2022, rekan-rekan BRIN dan sahabat-sahabat yang senantiasa membantu serta memberikan kritik dan saran selama penelitian dan penulisan skripsi.

Semoga bantuan yang telah Bapak/Ibu serta rekan-rekan berikan menjadi amal ibadah dan mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis berharap penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi semua orang yang membacanya.

Padang, Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	7
B. <i>Quorum Sensing</i>	8
C. Anti-Quorum Sensing	9
D. <i>Yeast</i>	11
BAB III METODE PENELITIAN	13
A. Jenis Penelitian.....	13
B. Waktu dan Tempat.....	13
C. Alat dan Bahan.....	13
D. Prosedur Penelitian.....	14
E. Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
A. Hasil	26
B. Pembahasan.....	38
BAB V PENUTUP.....	44
A. Kesimpulan	44
B. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Isolat <i>Yeast</i>	17
2. Jenis Isolat <i>Yeast</i> dan Fase Stasionernya.....	19
3. Hasil Identifikasi Semyawa Aktif Anti-Quorum Sensing dari Metabolit <i>Yeast</i> Menggunakan GC-MS	30
4. Data Sampel Uji <i>Molekular Docking</i> (4JVD).....	32
5. Visualisasi Hasil <i>Molekular Docking</i> (4JVD).....	33
6. Interaksi Asam Amino (4JVD).....	34
7. Hasil Uji <i>Molekular Docking</i> (2UV0)	35
8. Visualisasi Hasil <i>Molekular Docking</i> (2UV0)	36
9. Interaksi Asam Amino (2UV0)	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mekanisme <i>Quorum Sensing</i> (Juszczuk-Kubiak, 2024)	9
2. Mekanisme anti-quorum sensing (dokumen pribadi)	11
3. Kurva Pertumbuhan <i>Yeast</i> (600nm)	26
4. Hasil Uji Anti-Pyocyanin (520nm)	27
5. Hasil Uji Anti-Biofilm (590nm).....	28
6. Hasil Uji <i>Swarming</i> dan <i>Swimming</i>	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Isolat Agar <i>Yeast</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	50
2. Uji Deskriptif Anti-Pyocyanin	50
3. Hasil Uji Kuantitatif Anti-Pyocyanin.....	51
4. Uji Deskriptif Anti-Biofilm.....	51
5. Hasil Uji Kuantitatif Anti-Biofilm	52
6. Uji <i>Swarming</i>	53
7. Uji <i>Swimming</i>	53
8. Hasil Uji GC-MS	54
9 Dokumentasi Penelitian	55

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Resistensi antimikroba menjadi salah satu ancaman kesehatan global yang paling serius. Peningkatan kasus resistensi bakteri terhadap antibiotik tidak hanya mengurangi efektivitas terapi yang ada, tetapi juga mengancam keselamatan pasien dengan menimbulkan morbiditas dan mortalitas tinggi di seluruh dunia (Apriani *et al.*, 2025). Tahun 2019, lebih dari 4,95 juta kematian disebabkan oleh bakteri yang resisten terhadap antibiotik. Hal ini terjadi karena penggunaan antibiotik yang tidak terkontrol, baik di sektor medis, pertanian dan peternakan (Cathartica *et al.*, 2025; Ikrar, 2024). Diperkirakan pada tahun 2050, resistensi antimikroba dapat menyebabkan sekitar 10 juta kematian per tahun, dengan kerugian ekonomi global mencapai US\$ 100–210 triliun, terutama membebani negara berpenghasilan rendah (Apriani *et al.*, 2025). Kondisi ini menuntut adanya pengembangan strategi terapeutik inovatif diluar pendekatan antibiotik konvensional menjadi imperatif untuk mengatasi tantangan resistensi antimikroba.

Salah satu bakteri patogen yang menjadi perhatian utama adalah *Pseudomonas aeruginosa*. Bakteri ini dikenal sebagai patogen oportunistik yang sering menimbulkan infeksi nosokomial pada pasien. Patogenisitas *P. aeruginosa* terutama disebabkan oleh kemampuannya membentuk biofilm, resistensi terhadap berbagai antibiotik, serta regulasi faktor virulensi melalui mekanisme komunikasi sel yang disebut *quorum sensing* (QS) (Gozali and Tjampakasari, 2023; Devita *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2023; Moradali *et al.*, 2021). Terdapat 4 jenis reseptor utama QS pada *P. aeruginosa* diantaranya *LasR* dan *RhlR*. *lasR* merupakan reseptor yang mengatur ekspresi gen terkait pembentukan biofilm dan produksi enzim

ekstraseluler. Sementara *RhlR* merupakan reseptor yang mengatur ekspresi gen terkait dengan produksi pigmen *pyocyanin*, rhamnolipid, motilitas, dan faktor virulensi lainnya. Pembentukan biofilm digunakan oleh *P. aeruginosa* untuk menciptakan lingkungan mikro yang ideal dalam pertumbuhan dengan menjebak nutrisi, melindungi bakteri dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan dan memicu infeksi kronis serta resistensi antibiotik (Al-Rabia *et al.*, 2024; Pang *et al.*, 2019; Maurice *et al.*, 2018). *Pyocyanin* adalah pigmen biru-hijau yang merupakan salah satu karakteristik penting dari *P. aeruginosa*, yang memiliki sifat biologis seperti aktivitas toksik hingga peran dalam patogenesis infeksi (Pang *et al.*, 2019; Maurice, 2018). *Pseudomonas aeruginosa* memiliki banyak mekanisme resistensi antibiotik dan beragam faktor virulensi yang secara kolektif menjelaskan spektrum luas infeksi yang ditimbulkannya dan semakin menantang upaya pengobatan untuk resistensi antimikroba yang diakibatkan. Beberapa mekanisme telah diidentifikasi untuk resistensi antibiotik *P. aeruginosa*, seperti resistensi antibiotik intrinsik, sistem efluks, dan enzim penonaktif antibiotik (Al-Rabia *et al.*, 2024).

Pendekatan terbaru dalam menangani infeksi bakteri bergeser dari strategi bakterisidal atau bakteriostatik menuju penghambatan patogenesis bakteri dan pembentukan biofilm tanpa membunuh sel bakteri. Strategi ini melibatkan penghambatan *quorum sensing*, yang juga dikenal sebagai *quorum quenching* (QQ). Pada patogen oportunistik seperti *P. aeruginosa*, QS mengendalikan lebih dari 6% gen yang berkaitan dengan faktor virulensi, termasuk produksi pigmen *pyocyanin*, elastase, rhamnolipid, dan hidrogen sianida (Li *et al.*, 2022). QS juga berperan penting dalam pembentukan biofilm, yang merupakan salah satu

mekanisme utama perlindungan bakteri dari antibiotik dan sistem imun inang (Liu *et al.*, 2025; Wang *et al.*, 2023).

Strategi anti-quorum sensing (anti-QS) bertujuan untuk mengganggu komunikasi QS, sehingga mengurangi kemampuan bakteri dalam mengkoordinasikan patogenisitasnya. Pendekatan ini dianggap efektif karena meminimalkan tekanan seleksi dan berpotensi mengurangi faktor virulensi serta pembentukan biofilm tanpa membunuh bakteri. Hal ini dapat mencegah munculnya resistensi baru (El-Kurdi *et al.*, 2020). Beberapa studi telah mengidentifikasi senyawa potensial yang dapat menghambat mekanisme QS, diantaranya senyawa yang dihasilkan dari metabolit sekunder mikroorganisme lain dan ekstrak tumbuhan seperti *Solanum torvum* (Kayeen *et al.*, 2024; Zhao *et al.*, 2021; Singh *et al.*, 2019).

Salah satu sumber potensial agen penghambat QS adalah *yeast* (khamir). Mikroorganisme ini dikenal menghasilkan beragam metabolit sekunder dan senyawa bioaktif yang dapat menginterferensi komunikasi antar bakteri. Beberapa studi melaporkan bahwa metabolit *yeast* mampu mengurangi produksi pigmen virulensi pada *P. aeruginosa*, menunjukkan adanya aktivitas anti-QS (Li *et al.*, 2022; Younis & Awad, 2020). Selain itu, penelitian terbaru juga mengindikasikan bahwa beberapa strain *yeast* menghasilkan enzim anti-QS seperti *lactonase* dan *acylase* yang berperan dalam degradasi molekul sinyal autoinduktor (Kumari *et al.*, 2022). Namun, penelitian mengenai potensi *yeast* dalam menghambat QS, terutama melalui skrining aktivitas biologis dan analisis *molekular* mendalam masih terbatas. Beberapa strain *yeast* yang telah dieksplorasi memiliki kemampuan probiotik diantaranya, *Pichia kudriavzevii* (SDR37), dan *Kluyveromyces lactis* (KDR30) diisolasi dari Danke, keju khas Sulawesi Selatan. Ada juga *Ogataea siamensis*

(OSK) dan *Ogataea polymorpha* (OPK) diisolasi dari minuman susu kuda liar, Sumbawa. *Pichia occidentalis* (GBT30), *Pichia kudriavzevii* (GBT37), *Cyberlindnera jadinii* (KBT37), *Cyberlindnera jadinii* (KBT30) dan *Ogataea polymorpha* (LTD37) disolasi dari Dadih, Sumatera Barat (Chihombori *et al.*, 2025).

Dengan demikian, penelitian ini penting untuk mengeksplorasi peran *yeast* sebagai agen penghambat QS terhadap patogen *P. aeruginosa*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan terapi alternatif berbasis mekanisme non-antibiotik, serta membuka peluang pemanfaatan *yeast* sebagai sumber bioaktif baru di bidang farmasi dan kesehatan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pola kurva pertumbuhan *yeast*?
2. Bagaimana kemampuan metabolit *yeast* dalam menghambat produksi pigmen *pyocyanin* pada *P. aeruginosa*?
3. Bagaimana kemampuan metabolit *yeast* dalam menghambat pembentukan biofilm oleh *P. aeruginosa*?
4. Bagaimana kemampuan metabolit *yeast* dalam menghambat motilitas *P. aeruginosa*?
5. Senyawa aktif apa yang terdapat pada isolat *yeast* yang berpotensi sebagai kandidat anti-QS berdasarkan analisis GC-MS?

6. Bagaimana interaksi molekuler antara senyawa potensial anti-QS dari hasil analisis GC-MS dengan protein target *P. aeruginosa* (*RhlR* (4JVD) dan *LasR* (2UV0))?
7. Strain *yeast* manakah yang menunjukkan potensi paling tinggi dalam menghambat sistem QS *P. aeruginosa*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui kurva pertumbuhan *yeast*
2. Mengetahui kemampuan metabolit *yeast* dalam menghambat produksi *pyocyanin* pada *P. aeruginosa*.
3. Mengetahui kemampuan metabolit *yeast* dalam menghambat pembentukan biofilm oleh *P. aeruginosa*.
4. Mengetahui kemampuan metabolit *yeast* dalam menghambat motilitas *P. aeruginosa*.
5. Mengidentifikasi senyawa aktif dari *yeast* yang berpotensi sebagai kandidat anti-QS.
6. Mengetahui interaksi molekuler antara senyawa potensial anti-QS dari hasil analisis GC-MS dengan protein target *P. aeruginosa* (*RhlR* (4JVD) dan *LasR* (2UV0)).
7. Memperoleh isolat *yeast* yang potensial sebagai agen anti-QS.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai potensi *yeast* dalam menghambat *quorum sensing* (QS) bakteri patogen.

2. Menambah pengetahuan mengenai strategi pengendalian infeksi berbasis mekanisme anti-QS/non-antibiotik.
3. Menjadi dasar pengembangan terapi tambahan dalam penanganan infeksi *P. aeruginosa* resisten antibiotik.
4. Membuka peluang pemanfaatan *yeast* sebagai sumber bioaktif baru dalam bidang farmasi dan kesehatan.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai skrining aktivitas anti-quorum sensing dari 13 isolat *yeast* yang diisolasi dari berbagai makanan tradisional terhadap *Pseudomonas aeruginosa*, maka diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Didapatkan waktu optimal fase stasioner dari isolat *yeast*
2. Rata-rata Isolat *yeast* menunjukkan aktivitas tertinggi dalam menghambat mekanisme *quorum sensing Pseudomonas aeruginosa* melalui penghambatan produksi pigmen *pyocyanin* dengan nilai inhibisi mencapai 97–100%.
3. Hasil uji biologis menunjukkan bahwa beberapa isolat *yeast* memiliki kemampuan sangat baik dalam menghambat pembentukan biofilm hingga 99%, mendekati efektivitas kontrol antibiotik. Hal ini menunjukkan aktivitas anti-QS yang kuat dalam menurunkan ekspresi faktor virulensi *P. aeruginosa*
4. Hasil uji *Swarming* dan *Swimming* menunjukkan kemampuan dari isolat *yeast* mampu menghambat motilitas *P. aeruginosa* dengan penghambatan terbesar oleh isolat LTD.37.2.
5. Hasil analisis GC-MS berhasil mengidentifikasi sejumlah senyawa aktif metabolit *yeast* yang berpotensi sebagai anti-QS, termasuk golongan gula anhidro, asam organik, ester, dan senyawa aromatik.
6. Uji *molecular docking* terhadap protein QS *P. aeruginosa* (2UV0 dan 4JVD) menunjukkan bahwa senyawa *2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl*; *13-Docosenamide, (Z)-*; *Decanoic acid, 3-methyl-*; *n-Hexadecanoic acid* dan *4H-Pyran-4-one, 3,5-dihydroxy-2-methyl-*, dan *phenol*, memiliki afinitas

ikatan terbaik dengan nilai binding affinity paling tinggi (lebih negatif), serta berinteraksi dengan residu kunci pada sisi aktif protein *LasR* dan *RhlR*, menandakan mekanisme penghambatan QS melalui kompetisi ligan.

7. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa isolat *yeast*, khususnya *Ogataea polymorpha* (LTD.37.2) memiliki potensi kuat sebagai kandidat agen anti-QS alami yang mampu menekan virulensi *P. aeruginosa* tanpa memicu resistensi antibiotik.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, maka disarankan:

1. Penelitian lanjutan disarankan untuk melakukan pemurnian dan karakterisasi lanjutan terhadap senyawa aktif hasil GC-MS agar diperoleh isolat murni yang dapat diuji secara farmakologis.
2. Penelitian lanjutan perlu menguji aktivitas anti-QS pada skala yang lebih luas, termasuk uji terhadap sistem QS lainnya seperti *las*, *rhl*, dan *pqs* menggunakan pendekatan molekuler (qPCR atau RNA-seq).
3. Uji sitotoksitas dan kompatibilitas biologi pada model sel mamalia diperlukan untuk menilai keamanan penggunaan senyawa aktif.
4. Disarankan untuk melakukan uji in vivo guna mengevaluasi efektivitas anti-virulensi metabolit *yeast* dalam kondisi biologis yang lebih kompleks.
5. Integrasi hasil ini ke dalam formulasi antimikroba kombinasi non-antibiotik berpotensi menjadi strategi inovatif dalam pengendalian infeksi akibat *P. aeruginosa* multiresisten.

DAFTAR PUSTAKA

- Abushaheen, M. A., 2020. Antimicrobial Resistance, Mechanisms and Its Clinical Significance. *DiseaseMonth*, 66(6).
- Ali, S., Ahmad, A., & Khan, R. 2023. A Review of Chemical Signaling Pathways in The Quorum Sensing Circuit of *Pseudomonas aeruginosa*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 254, 127861.
- Al-Rabia, Mohammed W., Hani Z. Asfour, Nabil A. Alhakamy, Wesam H. Abdulaal, Tarek S. Ibrahim, Hisham A. Abbas, Ibrahim M. Salem, Wael A.H. Hegazy, and Shaimaa I. Nazeih. 2024. "Thymoquinone Is a Natural Antibiofilm and Pathogenicity Attenuating Agent in *Pseudomonas aeruginosa*." *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 14.
- Alramadhan, Wael H., Anthony Ejiofor, and Terrance Johnson. 2023. "Degradation of -Acyl Homoserine Lactone Quorum Sensing Signals by *Bacillus Thuringiensis*; AHL Lactonase." *Advances in Microbiology* 13(11): 526–38.
- Alves, C. T., Mota, S., & Henriques, M. 2021. *Yeast As a Source of Quorum Sensing Interfering Molecules: Impact on Bacterial Communication and Virulence. Microorganisms*, 9(7), 1341.
- Ayadi, Ines, Sarra Akermi, Mariem Louati, Ali Gargouri, Lotfi Mellouli, and Mohamed Guerfali. 2025. "Microbial Bioactive Compounds from Oleaginous *Yeast* Culture: Insights into Molecular Docking Interactions and Toxicity Prediction." *Biomass Conversion and Biorefinery* 15(1): 923–41.
- Aziz, M., Ahmed, K., & Ravichandran, V. (2025). PqsR-specific quorum sensing inhibitors targeting *Pseudomonas aeruginosa*: current advances and future directions. *Journal of chemotherapy*, 1-18.
- Boakye, Aaron, Muntawakilu Padiga Seidu, Alice Adomako, Michael Konney Laryea, and Lawrence Sheringham Borquaye. 2024. "Marine-Derived Furanones Targeting Quorum-Sensing Receptors in *Pseudomonas aeruginosa*: Molecular Insights and Potential Mechanisms of Inhibition." *Bioinformatics and Biology Insights* 18.
- Cai, R., Li, Y., & Zhang, H. 2023. *Yeast Metabolites as Natural Quorum Sensing Inhibitors: Insights into Anti-Virulence Strategies Against Pseudomonas aeruginosa. International Journal of Biological Macromolecules*, 227, 1285–1296.
- Cathartica, Allamanda, Mirza Junando, Muhammad Fitra Wardhana Sayoeti, Nurma Suri, Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, et al. 2025. 3 *Narrative Review: Penggunaan Antibiotik Reserve Dalam Era Resistensi Antimikroba*.
- Chadha, S. 2022. Revisiting The Virulence Hallmarks of *Pseudomonas aeruginosa*: A Chronicle Through the Perspective of Quorum Sensing. *Environmental Microbiology*.

- Chihombori, Tatenda Calvin, Apon Zaenal Mustopa, Rika Indri Astuti, Ilma Mutiara, Redoyan Refli, Rifqiyah Nur Umami, Fatimah, et al. 2025. "Potential Probiotic *Yeasts* of the *Pichia* Genus Isolated from 'Dadih', a Traditional Fermented Food of West Sumatra, Indonesia." *HAYATI Journal of Biosciences* 32(2): 320–40.
- El-Kurdi, Najat, Hesham Abdulla, and Amro Hanora. 2020. "Anti-Quorum Sensing Activity of Some Marine Bacteria Isolated from Different Marine Resources in Egypt." *Article in Biotechnology Letters*.
- Esnaashari, Fatemeh, Dorna Rostamnejad, Hossein Zahmatkesh, and Hojjatollah Zamani. 2023. "In Vitro and in Silico Assessment of Anti-Quorum Sensing Activity of Naproxen against *Pseudomonas aeruginosa*." *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 39(9).
- Gould, Ty A., Herbert P. Schwelzer, and Mair E.A. Churchill. 2004. "Structure of the *Pseudomonas aeruginosa* Acyl-Homoserilactone Synthase LasI." *Molecular Microbiology* 53(4): 1135–46.
- Gozali, Cynthia, and Conny Riana Tjampakasari. 2023. *Pseudomonas aeruginosa* Biofilm Formation And Its Resistance To Beta-Lactam Antibiotics Pembentukan Biofilm Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Dan Sifat Resistensinya Terhadap Antibiotik Beta-Laktam. *Damianus Journal of Medicine* 22.
- Han, Xiangpeng, Qingying Chen, Xingguo Zhang, Xiaolan Chen, Dongsheng Luo, and Qingping Zhong. 2022. "Antibiofilm and Antiquorum Sensing Potential of *Lactiplantibacillus plantarum* Z057 against *Vibrio parahaemolyticus*." *Foods* 11(15).
- Hemmati, Fatemeh, Roya Salehi, Reza Ghotaslou, Hossein Samadi Kafil, Alka Hasani, Pourya Gholizadeh, Roghayeh Nouri, and Mohammad Ahangarzadeh Rezaee. 2020. "Quorum Quenching: A Potential Target for Antipseudomonal Therapy." *Infection and Drug Resistance* 13: 2989–3005.
- Ikrar, T. 2024. *Ancaman'Silent Pandemic'Akibat Resistensi Antimikroba*. PT. Revormasi Jangkar Philosophia.
- Ikrar, T. 2024. *Pengendalian Resistensi Antimikroba Di Indonesia*. PT. Revormasi Jangkar Philosophia.
- Jeong, Woo Soo, Ha Ram Kong, So Young Kim, and Soo Hwan Yeo. 2023. "Exploring the Health Benefits of *Yeast* Isolated from Traditional Fermented Foods in Korea: Anti-Inflammatory and Functional Properties of *Saccharomyces* and Non-*Saccharomyces* Strains." *Microorganisms* 11(6).
- Juszczuk-Kubiak, Edyta. 2024. "Molecular Aspects of the Functioning of Pathogenic Bacteria Biofilm Based on Quorum Sensing (QS) Signal-Response System and Innovative Non-Antibiotic Strategies for Their Elimination." *International Journal of Molecular Sciences* 25(5).
- Kayeen Vadakkan, Ajit Kumar Ngangbam, Kuppusamy Sathishkumar, Nelson Pynadathu Rumjit, Meena Kochappan Cheruvathur. 2024. A review of

chemical signaling pathways in the quorum sensing circuit of *Pseudomonas aeruginosa*. *Macromolecules* 254 (2).

- Kayeen Vadakkan, Kuppusamy Sathishkumar , Viji Ouseph Mapranathukaran , Ajit Kumar Ngangbam , Bijayalakshmi Devi Nongmaithem , Janarthanam Hemapriya , Jyotsna B. Nair. 2024. Critical Review on Plant-derived Quorum Sensing Signaling Inhibitors in *Pseudomonas aeruginosa*. *Bioorganic Chemistry* 151.
- Kumari, A., Tripathi, P., & Yadav, M. 2022. Yeast-Derived Bioactive Metabolites: Potential Role in Microbial Antagonism and Human Health. *Frontiers In Microbiology*, 13, 945812.
- Kunyeit, Lohith, Nawneet K. Kurrey, K. A. Anu-Appaiah, and Reeta P. Rao. 2021. "Secondary Metabolites from Food-Derived *Yeasts* Inhibit Virulence of *Candida Albicans*." *mBio* 12(4).
- Li, Qiaoqiang, Shen Mao, Hong Wang, and Xinyi Ye. (2022). The Molecular Architecture of *Pseudomonas aeruginosa* Quorum-Sensing Inhibitors. *Marine Drugs* 20(8).
- Liu, J., Deng, Y., Wang, X., Luo, P., Ding, S.W., Zhang, W., Uddin, S., Li, H., & Li, Y. (2025). Novel PHL Derivatives Targeting Quorum Sensing: A Strategy To Combat *Pseudomonas aeruginosa* Infections. *Biofilm*, 10.
- Malka, Orit, Dorin Kalson, Karin Yaniv, Reut Shafir, Manikandan Rajendran, Oshrit Ben-David, Ariel Kushmaro, Michael M. Meijler, and Raz Jelinek. 2021. "Cross-Kingdom Inhibition of Bacterial Virulence and Communication by Probiotic *Yeast* Metabolites." *Microbiome* 9(1).
- Markus, Victor, Orr Share, Marilou Shagan, Barak Halpern, Tal Bar, Esti Kramarsky-Winter, Kerem Terali, et al. 2021. "Inhibitory Effects of Artificial Sweeteners on Bacterial Quorum Sensing." *International Journal of Molecular Sciences* 22(18).
- Matondang, Christina Oktora, Muklasin, and Loekas Soesanto. 2023. "Potensi Ekstrak Kasar Metabolit Sekunder Yang Dihasilkan *Trichoderma asperellum* Dan *Pseudomonas Fluorescens* Untuk Pengendalian Antraknosa Pada Buah Kakao." *E-Journal Menara Perkebunan* 91(1): 87–95.
- Miranda, Samantha Wellington, Kyle L. Asfahl, Ajai A. Dandekar, and E. P. Greenberg. 2022. "*Pseudomonas aeruginosa* Quorum Sensing." In *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Springer, 95–115.
- Mufida, D. C. (2025). BAB 4 Patogenesis Mikroba. *Mikrobiologi Kedokteran*, 59.
- Risa Apriani, Kadek, Ketut Widayani Astuti, Program S Studi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, and Penulis Korespondensi. "Dampak Resistensi Antibiotik Terhadap Kesehatan Masyarakat Di Negara Berkembang Dan Upaya Pencegahannya Untuk Meningkatkan Kualitas Kesehatan Global."
- Rodríguez-Urretavizcaya, Bárbara, Lluïsa Vilaplana, and M. Pilar Marco. 2024. "Strategies for Quorum Sensing Inhibition as a Tool for Controlling

Pseudomonas aeruginosa Infections.” *International Journal of Antimicrobial Agents* 64(5).

- Shariati, Aref, Milad Noei, Marzieh Askarinia, Amin Khoshbayan, Abbas Farahani, and Zahra Chegini. 2024. “Inhibitory Effect of Natural Compounds on Quorum Sensing System in *Pseudomonas aeruginosa*: A Helpful Promise for Managing Biofilm Community.” *Frontiers in Pharmacology* 15.
- Shatti, S. A., Alrubaie, H. H., Hasan, M. M., & Al-Fahad, D. (2025). A Comprehensive Review of The Pathogenic Mechanisms of *Pseudomonas aeruginosa*: Synergistic Effects of Virulence Factors, Quorum Sensing, And Biofilm Formation. *Frontiers In Microbiology*, 16.
- Tasmiah, Nur, Sirajuddin; Debie, Rizqoh; Rina, Hidayati Pratiwi; Kusuma, Handayani; Enny, Suswati; Nurhayati, Et Al. *Mikrobiologi Dasar: Struktur, Fungsi Dan Peran Mikroorganisme*. E-Book www.Azzia.Id.
- Wang S, Feng Y, Han X, Cai X, Yang L, Liu C, Shen L. (2021) Inhibition of Virulence Factors and Biofilm Formation by Wogonin Attenuates Pathogenicity of *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 via Targeting *pqs* Quorum-Sensing System. *Int J Mol Sci*. 24;22(23):12699.
- Wulandari, R. (2021). Khasiat Probiotik Strain Bakteri Dan Ragi Pada Pengobatan Anak Dengan Defisiensi Besi (Doctoral Dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Younis, G., & Awad, A. (2020). Yeast-derived Metabolites as Potential Quorum Sensing Inhibitors Against *Pseudomonas aeruginosa*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*.
- Zhang, Xindan, Duo Zhang, Di Zhou, Shuai Zheng, Shuang Li, Qinlong Hou, Gen Li, and Huiming Han. 2025. “A Comprehensive Review of the Pathogenic Mechanisms of *Pseudomonas aeruginosa*: Synergistic Effects of Virulence Factors, Quorum Sensing, and Biofilm Formation.” *Frontiers in Microbiology* 16.