



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**ISOLASI ENZIM ALGINAT LIASE BAKTERI ASOSIASI
NUDIBRANCHIA DARI PERAIRAN KAPOPOSAN,
SULAWESI UTARA SEBAGAI KANDIDAT ANTI
BIOFILM UNTUK Mendukung KESEHATAN
NASIONAL**

INDAH KUSUMA WARDANI

320200301014

**Skripsi yang Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER
PROGRAM STUDI BIOLOGI**

BOGOR 2024

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

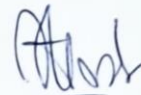
Nama : Indah Kusuma Wardani
NIM : 320200301014
Program Studi : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Isolasi Enzim Alginat Liase Bakteri Asosiasi Nudibranchia dari Perairan Kapoposan, Sulawesi Utara Sebagai Kandidat Anti Biofilm Untuk Mendukung Kesehatan Nasional

Dosen Pembimbing 1



Dr. Nastiti Intan P.S, S.Si, M.Ked Trop
Penata III/c NIP. 199306202024032001
Tanggal : 15 Juli 2024

Dosen Pembimbing 2



Rike Rachmayati M.Si
Penata III/b NIP. 197909212010122001
Tanggal : 18 Juli 2024

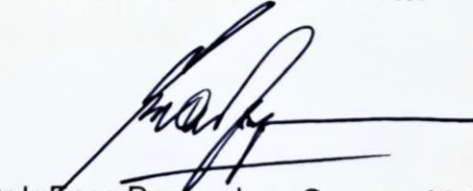
Mengetahui

Ketua Program Studi Biologi



Nurhadiyanta S.Si., M.Si
Kolonel CKM NRP 32987
Tanggal : 16 Juli 2024

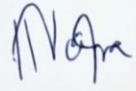
Dekan Fakultas MIPA Militer



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal : 22 Juli 2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Indah Kusuma Wardani
 NIM : 320200301014
 Program Studi : Biologi
 Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
 Judul Skripsi : Isolasi Enzim Alginat Liase Bakteri Asosiasi
 Nudibranchia dari Perairan Kapoposan,
 Sulawesi Utara Sebagai Kandidat Anti Biofilm
 Untuk Mendukung Kesehatan Nasional

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing 1 : Dr. Nastiti Intan Permata Sari, S.Si M. Ked Trop Penata III/c NIP.199306202024032001		15/07 24
2	Dosen Pembimbing 2 : Rike Rachmayati, M.Si Penda Tk. I III/b NIP 197909212010122001		18/07 24
3	Dosen Penguji 1: Dr. Nadya Farah, S.Si., M.Si PPPK NIP. 198111062023212020		17/07 24
4	Dosen Penguji 2: Nabila Swarna Puspa Hermana, S.Si., M. Si Penda Tk. I III/b NIP. 199404272022032003		22/07 24

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 22 Juli 2024



Indah Kusuma Wardani
NIM. 320200301014

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indah Kusuma Wardani
NIM : 320200301014
Program Studi : Sarjana Biologi
Fakultas : MIPA Militer
Jenis Karya : Skripsi

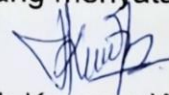
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Isolasi Enzim Alginat Liase Bakteri Asosiasi Nudibranchia dari Perairan Kapoposan, Sulawesi Utara Sebagai Kandidat Anti Biofilm Untuk Mendukung Kesehatan Nasional

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor
Pada tanggal : 24 Juli 2024
Yang menyatakan



Indah Kusuma Wardani
NIM. 320200301014

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul Isolasi Enzim Alginat Liase Bakteri Asosiasi Nudibranchia dari Perairan Kapoposan, Sulawesi Utara Sebagai Kandidat Anti Biofilm Untuk Mendukung Kesehatan Nasional" dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer Universitas Pertahanan RI. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini Kadet Mahasiswa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Militer Universitas Pertahanan RI;
2. Kolonel CKM Nurhadiyanta S.Si., M.Si. selaku Kepala Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Militer Universitas Pertahanan RI;
3. Dr. Nastiti Intan Permata Sari, S.Si M. Ked Trop selaku pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Rike Rachmayati, M.Si selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Dewan penguji yang telah memberikan masukan kepada peneliti, baik pada saat seminar proposal, seminar hasil dan sidang akhir skripsi;
6. Seluruh Dosen Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Militer yang telah berjasa memberikan ilmu, wawasan, pengalaman, dan keterampilan di bidang biologi, serta para staf yang banyak membantu peneliti sampai dengan akhir;
7. Orang tua saya, ayahanda Wibisono dan ibunda Linah serta saudara

saya Hadi Saputro yang tidak pernah berhenti memberikan semangat dan motivasi selama penyusunan skripsi ini;

8. Ibu Dr.rer.nat Ira Handayani, M.Si yang telah banyak memberikan wawasan, dukungan, serta bantuan dalam proses penyelesaian skripsi;
9. Sahabat dan rekan seperjuangan prodi Biologi Cohort.1 yang sangat luar biasa kebersamaan dan keluarganya, serta telah berjuang dari awal masuk perkuliahan hingga saat ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas bantuannya.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu pertahanan dan bermanfaat bagi *stakeholders* terkait dalam upaya mendukung kesehatan nasional.

Bogor, 21 Juli 2024



Indah Kusuma Wardani

ABSTRAK

ISOLASI ENZIM ALGINAT LIASE BAKTERI ASOSIASI NUDIBRANCHIA DARI PERAIRAN KAPOPOSAN, SULAWESI UTARA SEBAGAI KANDIDAT ANTI BIOFILM UNTUK MENDUKUNG KESEHATAN NASIONAL

Penyakit infeksi merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di dunia. Adanya resistensi mikroba terhadap antibiotik menyebabkan penyakit infeksi akan lebih parah. Salah satu penyakit yang sulit diobati akibat adanya biofilm adalah *cystic fibrosis*. *Cystic fibrosis* merupakan penyakit genetik autosomal yang rentan terhadap infeksi bakteri patogen. Bakteri patogen yang ditemukan pada paru-paru penderita *cystic fibrosis* bervariasi sesuai dengan usia penderita, paling sering dijumpai yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa enzim alginat liase memiliki kemampuan mendegradasi biofilm dan meningkatkan efektivitas antibiotik. Pencarian sumber alginat liase baru diperlukan untuk mencukupi kebutuhan agen antibiofilm. Beberapa asosiasi bakteri nudibranchia seperti *Bacillus* sp, *Staphylococcus* sp, dan spesies lainnya diperkirakan mampu menghasilkan enzim alginat liase, sehingga berpotensi sebagai kandidat senyawa anti biofilm yang dapat mengatasi penyakit infeksi bakteri dalam memperkuat ketahanan di bidang kesehatan nasional. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui bakteri asosiasi nudibranchia yang dapat menghasilkan enzim alginat liase, mengetahui aktivitas enzim alginat liase dalam mendegradasi biofilm, dan mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk produksi enzim yang menghasilkan aktivitas enzim alginat liase tertinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat KNE 3 Koloni 5C (7C) memiliki aktivitas enzim alginat liase yang ditandai dengan adanya zona bening disekitar enzim. Enzim alginat liase yang dihasilkan oleh isolat KNE 3 Koloni 5C (7C) memiliki kemampuan untuk mendegradasi dan menghambat pembentukan biofilm pada bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*. Hasil molekuler menunjukkan bahwa isolat KNE 3 Koloni 5C (7C) memiliki kemiripan dengan *Bacillus tequilensis*. Sehingga isolat KNE 3 Koloni 5C dijadikan sebagai kandidat senyawa antibiofilm.

Kata kunci : Antibiofilm, Bakteri asosiasi, Enzim alginat liase

ABSTRACT

ISOLATION OF ALGINATE LYASE ENZYME OF NUDIBRANCHIA- ASSOCIATED BACTERIA FROM KAPOPOSAN WATERS, NORTH SULAWESI AS AN ANTI-BIOFILM CANDIDATE TO SUPPORT NATIONAL HEALTH

Infectious diseases are one of the main causes of morbidity and mortality in the world. The existence of microbial resistance to antibiotics causes infectious diseases to be more severe. One disease that is difficult to treat due to the presence of biofilm is cystic fibrosis. Cystic fibrosis is an autosomal genetic disease which is susceptible to infection by pathogenic bacteria. Pathogenic bacteria found in the lungs of cystic fibrosis sufferers vary according to the age of the sufferer, the most frequently appear are *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. Several studies have revealed that the alginate lyase enzyme has the ability to degrade biofilms and increase the effectiveness of antibiotics. The search for new sources of alginate lyase is necessary to meet the need for antibiofilm agents. Several nudibranchial bacterial associations such as *Bacillus* sp, *Staphylococcus* sp, and other species are thought to be capable of producing the alginate lyase enzyme, so they have the potential to be candidates for anti-biofilm compounds that can overcome bacterial infectious diseases and strengthen resilience in the national health sector. The aims of this research are to determine the nudibranchia-associated bacteria that can produce the alginate lyase enzyme, determine the activity of the alginate lyase enzyme in degrading biofilms, and determine the time required for the production of the enzyme that produces the highest alginate lyase enzyme activity. The results showed that the KNE 3 Colony 5C (7C) isolate had alginate lyase enzyme activity which was characterized by the presence of a clear zone around the enzyme. The alginate lyase enzyme produced by the KNE 3 Colony 5C (7C) isolate has the ability to degrade and inhibit biofilm formation in *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* bacteria. Molecular results showed that the KNE 3 Colonies 5C (7C) isolate had similarities to *Bacillus tequilensis*, so the KNE 3 Colonies 5C isolate was used as a candidate anti-biofilm compound.

Key words: Antibiofilm, associated bacteria, alginate lyase enzyme

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	II
LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI	III
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	IV
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	V
KATA PENGANTAR.....	VI
ABSTRAK (Bahasa Indonesia).....	VIII
ABSTRACT (Bahasa Inggris)	IX
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	XIII
DAFTAR SINGKATAN.....	XIV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1 Rumusan Masalah	5
1.2 Tujuan Penelitian	5
1.3 Manfaat penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori	6
2.2 Hasil Penelitian terdahulu	17
2.3 Kerangka Berpikir	20
2.4 Hipotesis	21
BAB III METODELOGI PENELITIAN	22
3.1 Metode dan Desain Penelitian	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.3 Alat dan Bahan	22
3.4 Variabel Penelitian	23
3.5 Populasi dan Sampe.....	23

3.6	Prosedur Penelitian	23
3.7	Metode Analisis.....	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Hasil	30
4.2	Pembahasan	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA		52
LAMPIRAN		64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Nudibranchia	6
Gambar 2.2	Struktur alginat	10
Gambar 2.3	Struktur alginat, fungsi enzim pengubah alginat, aktivitas fisiologis dan aplikasi produk pendegradasi alginat	11
Gambar 4.1	Indeks alginolitik isolat KNE 3 Koloni 5C	30
Grafik 4.1	Pertumbuhan bakteri di berbagai media produksi	33
Grafik 4.2	Uji aktivitas enzim di berbagai media produksi	34
Grafik 4.3	Pembentukan biofilm <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	35
Grafik 4.4	Pembentukan biofilm <i>Staphylococcus aureus</i>	36
Grafik 4.5	Hasil pembentukan pembentukan biofilm (MBIC) pada bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> oleh enzim alginat liase ..	36
Grafik 4.6	Hasil pembentukan pembentukan biofilm (MBIC) pada bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> oleh enzim alginat liase	37
Grafik 4.7	Hasil degradasi biofilm (MBEC) pada bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> oleh enzim alginat liase	38
Grafik 4.8	Hasil pembentukan pembentukan biofilm (MBEC) pada bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> oleh enzim alginat liase	39
Gambar 4.2	Hasil amplifikasi gen 16S rRNA dengan primer 8F dan 1429	40
Gambar 4.3	Pohon filogenetik isolat KNE 3 Koloni 5C	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan....	17
Tabel 4.1 Kategori indeks alginolitik.....	31
Tabel 4.2 Karakterisasi koloni bakteri yang terkoleksi.....	31



DAFTAR SINGKATAN

AOs : Oligosakarida alginat

DNA : *Deoxyribonucleic acid*

DNS : *Dinitrosalisilic acid*

EPS : Komponen ekstraseluler polimer

NaCl : Natrium klorida

WHO : *World Health Organization*

