PENGARUH VARIASI MEDIA DAN PELARUT TERHADAP RENDEMEN, AKTIVITAS BIOLOGIS, DAN PROFIL SENYAWA METABOLIT SEKUNDER *Streptomyces* sp. SG2A MELALUI PENDEKATAN OSMAC

TESIS

Sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Pascasarjana Sains
dari Universitas Tanjungpura

Oleh

MUHAMMAD HANAPI

H2061241006

PROGRAM STUDI S2 KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Pengaruh Variasi Media dan Pelarut Terhadap Rendemen, Aktivitas Biologis, dan Profil Senyawa Metabolit Sekunder *Streptomyces* sp. SG2A Melalui Pendekatan OSMAC
Nama Mahasiswa	:	Muhammad Hanapi
NIM	:	H2061241006
Jurusan/Program Studi	:	Kimia/S-2 Kimia
Tanggal Lulus	:	05 Juni 2026
SK Pembimbing	:	Nomor 1333/UN22.8/TD.06/2025/05 Mei 2025
SK Penguji	:	Nomor 2879/DST/UN.22.8/DT.00/2026/08 Juni 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Prof. Hj. Risa Nofiani, S.Si., M.Si., Ph.D.	Prof. Rudiyansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197411152000122001	NIP. 197201242000121001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si., M.Si	Dr. Anthoni Batahan Aritonang, S.Si., M.Si.
NIP. 197109202000121001	NIP. 196803082000031001

Pimpinan Sidang (Merangkap Anggota Penguji)	Sekretaris Sidang (Merangkap Anggota Penguji)
Prof. Hj. Risa Nofiani, S.Si., M.Si., Ph.D.	Prof. Rudiyansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197411152000122001	NIP. 197201242000121001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Muhammad Hanapi
NIM	:	H2061241006
Program Studi/ Jurusan	:	S-2 / Kimia
Fakultas	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 22 Juni 2026



Muhammad Hanapi

NIM. H2061241006

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI MEDIA DAN PELARUT TERHADAP RENDEMEN, AKTIVITAS BIOLOGIS, DAN PROFIL SENYAWA METABOLIT SEKUNDER *Streptomyces* sp. SG2A MELALUI PENDEKATAN OSMAC

Oleh
Muhammad Hanapi
H2061241006
(Program Studi S2 Kimia)

Streptomyces merupakan genus *Actinobacteria* yang berperan sebagai sumber penghasil senyawa metabolit sekunder (SMS) bioaktif. Produksi SMS oleh *Streptomyces* dipengaruhi oleh kondisi kultivasi termasuk variasi media dan pelarut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi media dan pelarut terhadap rendemen ekstrak, aktivitas biologis, serta profil SMS isolat *Streptomyces* sp. SG2A melalui pendekatan *One Strain Many Compounds* (OSMAC). Produksi SMS dilakukan menggunakan tujuh jenis media (ISP1, ISP2, ISP4, A1, PDB, PC-1, dan SCB) dengan tiga pelarut berbeda, yaitu: akuades, NaCl 2,5%, dan *artificial seawater* (ASW). Aktivitas biologis diuji menggunakan metode difusi sumur terhadap mikroba uji dan uji toksisitas menggunakan *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT), sedangkan profil SMS dianalisis menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT), KLT bioautografi, dan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Hasil menunjukkan variasi media dan pelarut menghasilkan massa ekstrak berkisar 15,4-37,6 mg sebagai parameter rendemen, dengan massa tertinggi pada media PC-1 pelarut akuades sebesar 37,6 mg. Sebanyak tiga belas dari dua puluh satu ekstrak menunjukkan aktivitas antibakteri, dengan ekstrak PC-1 menunjukkan aktivitas tertinggi terhadap *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9721 dengan diameter zona hambat sebesar 7,3 mm, lebih rendah dibandingkan kontrol positif streptomisin 23,5 mm, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan aktivitas. Uji toksisitas menggunakan metode BSLT terhadap seluruh ekstrak menunjukkan nilai LC_{50} berkisar antara 48-798 µg/mL, dengan ekstrak PC-1 menunjukkan toksisitas tertinggi 48 µg/mL, namun lebih rendah dibandingkan kontrol positif $K_2Cr_2O_7$ sebesar 10 µg/mL. Analisis KLT dan KLT bioautografi menunjukkan perbedaan profil SMS pada seluruh ekstrak. Sedangkan GC-MS pada ekstrak terpilih ISP2 dan PC-1 mengidentifikasi golongan asam lemak dan turunannya, aldehid alifatik, terpen, dan diketopiperazin. Hasil ini menunjukkan keterlibatan jalur FAS, isoprenoid (MEP), dan NRPS.

Kata kunci: *Streptomyces*, OSMAC, senyawa metabolit sekunder, aktivitas antimikroba, BSLT.

ABSTRACT
THE EFFECT OF MEDIA AND SOLVENT VARIATIONS ON THE YIELD BIOLOGICAL ACTIVITY, AND SECONDARY METABOLITE PROFILE *OF Streptomyces* sp. SG2A USING THE OSMAC APPROACH

By
Muhammad Hanapi
H2061241006
(*Master's Program in Chemistry*)

Streptomyces is a genus of Actinobacteria that plays a role as a source of bioactive secondary metabolites (SMs). The production of SMs by Streptomyces is influenced by cultivation conditions, including variations in media and solvents. This study aimed to evaluate the effect of variations in media and solvents on extract yield, biological activity, and SM profiles of Streptomyces sp. SG2A using the One Strain Many Compounds (OSMAC) approach. SM production was carried out using seven types of media (ISP1, ISP2, ISP4, A1, PDB, PC-1, and SCB) with three different solvents, namely distilled water, 2.5% NaCl, and artificial seawater (ASW). Biological activity was tested using the agar well diffusion method against test microorganisms, and toxicity was evaluated using the Brine Shrimp Lethality Test (BSLT), while SM profiles were analyzed using thin-layer chromatography (TLC), TLC-bioautography, and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). The results showed that variations in media and solvents produced extract masses ranging from 15.4 to 37.6 mg as a parameter of yield, with the highest mass obtained from PC-1 medium with distilled water (37.6 mg). Thirteen out of twenty-one extracts showed antibacterial activity, with the PC-1 extract showing the highest activity against Pseudomonas aeruginosa ATCC 9721 with an inhibition zone diameter of 7.3 mm, lower than the positive control streptomycin (23.5 mm), while the negative control showed no activity. Toxicity testing using the BSLT method on all extracts showed LC_{50} values ranging from 48 to 798 µg/mL, with the PC-1 extract showing the highest toxicity (48 µg/mL), but still lower than the positive control $K_2Cr_2O_7$ (10 µg/mL). TLC and TLC-bioautography analyses showed differences in SM profiles in all extracts, while GC-MS analysis of selected extracts (ISP2 and PC-1) identified fatty acids and their derivatives, aliphatic aldehydes, terpenes, and diketopiperazines. These results indicate the involvement of FAS, isoprenoid (MEP), and NRPS pathways.

Keywords: Streptomyces, OSMAC, secondary metabolites, antimicrobial activity, BSLT.

PRAKATA

Bismillaahirrahmaanirrahiim, Alhamdulillaahirobbilaalamiin puji syukur atas kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya. Sholawat serta salam tercurahkan kepada junjungan kita Baginda Rasulullah SAW yang kita nantikan syafaatnya di hari kiamat kelak. Penulisan tesis yang berjudul "Pengaruh Variasi Media dan Pelarut Terhadap Rendemen, Aktivitas Biologis, dan Profil Senyawa Metabolit Sekunder *Streptomyces* sp. SG2A Melalui Pendekatan OSMAC" dapat selesai pada waktu yang tepat. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Magister (S2) Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Tanjungpura, Pontianak. Ucapan terima kasih penulis juga sampaikan kepada beberapa pihak yang ikut terlibat dalam membantu penyusunan tesis ini. Terima kasih penulis sampaikan kepada yang terhormat:

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tangjungpura.
2. Bapak Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si., M.Si. selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
3. Ibu Dr. Lia Destiarti, S.Si., M.Si. Ketua Program Studi S2 Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
4. Bapak Adhitiyawarman, S.Si., M.Si., Ph.D. dan Bapak Prof. Rudiyansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Kepala Laboratorium Kimia dan Kepala Laboratorium Bioteknologi dan Riset, Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Tanjungpura.
5. Ibu Prof. Hj. Risa Nofiani, S.Si., M.Si., Ph.D. dan Bapak Prof. Rudiyansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dan tesis ini.

6. Bapak Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si., M.Si. dan Bapak Dr. Anthoni Batahan Aritonang, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan motivasi, bimbingan, serta saran selama proses penyelesaian tesis.
7. Ibu Prof. Hj. Risa Nofiani, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan motivasi, nasehat, dan arahan serta selalu sabar membimbing penulis mulai dari awal perkuliahan hingga dapat menyelesaikan tesis ini.
8. Seluruh dosen, Staf Laboratorium, Karyawan, dan Staf Tata Usaha FMIPA atas ilmu, pengalaman, bantuan, dan kerjasamanya selama penyelesaian studi di FMIPA, Universitas Tanjungpura.
9. Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia (Kemendiktisaintek) yang telah memberikan dukungan pendanaan penelitian melalui Nomor Kontrak Induk 273/C3/DT.05.00/PL-BARU/2026 dan Nomor Kontrak Turunan 4966/DST/UN22.10/AL.04/2026 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.
10. Kedua orang tua Bapak Yanto dan Ibu Dahlia, kakak dan adik yang selalu memberikan dukungan baik secara moril dan materil, serta motivasi yang tak terhingga kepada penulis.
11. Teman-teman Magister Kimia angkatan 2024, mahasiswa di Laboratorium Bioteknologi Jurusan Kimia, Mahasiswa bimbingan penelitian dan tugas akhir Prof. Hj. Risa Nofiani, S.Si., M.Si., Ph.D. yang telah berbagi ilmu, pengalaman, motivasi, dan doa serta ketulusannya selama pengerjaan tesis ini.
12. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga penulisan tesis ini memiliki manfaat serta menambah pengetahuan dan ilmu yang bermanfaat bagi pembacanya. Kritik dan saran yang membangun penulis butuhkan dalam perbaikan tesis ini kedepannya.

Pontianak, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR LAMPIRANx
DAFTAR GAMBARxi
DAFTAR TABELxiii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANGxiv
BAB I PENDAHULUAN1
1.1 Latar Belakang....1
1.2 Perumusan Masalah....2
1.3 Hipotesis Penelitian....3
1.4 Tujuan Penelitian....3
1.5 Manfaat Penelitian....3
1.6 Keaslian Penelitian....4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA5
2.1 *Streptomyces*....5
2.2 *One Strains Many Compounds* (OSMAC)....7
2.3 Klaster Gens Biosintetik (KGB) pada *Streptomyces*....8
2.4 Senyawa Metabolit dan Aktivitas Biologis dari *Streptomyces*....10
2.5 *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT)....12
2.6 Kromatografi Lapis Tipis (KLT)....13
2.7 Kromatografi Lapis Tipis Bioautografi....14
2.8 *Gas Chromatography-Mass Spectometry* (GC-MS)....15
BAB III METODE PENELITIAN17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian....17
3.2 Alat dan Bahan....17
3.3 Prosedur Kerja....18

3.3.1 Peremajaan Isolat *Streptomyces* sp. SG2A 18
3.3.2 Identifikasi Molekuler Isolat *Streptomyces* sp. SG2A Berdasarkan Sekuens 16S Rdna 18
3.3.3 Produksi dan Ekstraksi Senyawa Metabolit Sekunder Isolat *Streptomyces* sp. SG2A 19
3.3.4 Preparasi Mikroba Uji 20
3.3.5 Uji Bioaktivitas Antimikroba Ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A 20
3.3.6 Uji Toksisitas Ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A Menggunakan Metode BSLT 21
3.3.7 Analisis Profil Ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A Menggunakan KLT 22
3.3.8 KLT Bioautografi Ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A 22
3.3.9 Analisis Profil Ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A Menggunakan GC-MS 22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 24
4.1 Identifikasi Molekuler Isolat *Streptomyces* sp. SG2A Berdasarkan Sekuens 16S rDNA 24
4.2 Produksi dan Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A 26
4.3 Uji Toksisitas Ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A Menggunakan Metode BSLT 29
4.4 Analisis Profil Ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A Menggunakan KLT 31
4.5 KLT Bioautografi Ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A 35
4.6 Analisis Profil Ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A Menggunakan GC-MS 38
BAB V PENUTUP 43
5.1 Simpulan 43
5.2 Saran 43
DAFTAR PUSTAKA 44
LAMPIRAN 53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Fragmen Sekuens 16S rDNA Isolat *Streptomyces* sp. SG2A.....53
Lampiran 2. Pengenceran Ekstrak dan Pembuatan Stok Antibiotik Streptomisin.54
Lampiran 3. Komposisi Reagen Penampak Noda Pada KLT.....55
Lampiran 4. Dokumentasi Ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A.....56
Lampiran 5. Dokumentasi Uji Aktivitas Antimikroba.....57
Lampiran 6. Data SPSS Uji toksisitas BSLT LC_{50} *Streptomyces* sp. SG2A.....59
Lampiran 7. Data GC-MS Ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A.....61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Morfologi *Streptomyces* sp. AC04842: (A) morfologi koloni permukaan di media ISP2; (B) struktur pembentuk spora (750×, mikroskop cahaya); (C) rantai spora panjang (mikroskop elektron SEM); (D) rantai spora berbentuk oval (SEM) (Basik et al., 2022).....5
Gambar 2.2 Kelas utama antibiotik dan struktur kimia umumnya (Pancu et al., 2021).....6
Gambar 2.3 Pendekatan dalam metode OSMAC: (A) penambahan chemical elicitors, (B) perubahan nutrisi, (C) pengaturan parameter fisik, dan (D) ko-kultur (Romano et al., 2018;Ngamcharungchit et al., 2023).....7
Gambar 2.4 Mekanisme reaksi yang terjadi dalam sistem PKS Tipe 1. ACP: acyl carrier protein; AT: asiltransferase; KS: ketosintase; KR: ketoreduktase; DH: dehidratase; ER: enoilreduktase. Gambar ini menunjukkan jalur biosintesis poliketida melalui tahap tahapan elongasi dan modifikasi rantai karbon yang dikatalisis oleh berbagai domain enzimatis (Vance et al., 2016).....9
Gambar 2.5 Struktur kimia beberapa metabolit sekunder hasil produksi *Streptomyces*, meliputi antibiotik (streptomisin, eritromisin), agen antikanker (doksorubisin), dan imunosupresan (takrolimus) (Alam et al., 2022).....10
Gambar 2.6 Struktur kimia poliketida hasil produksi *Streptomyces* meliputi rifampisin, daunorubisin, dan oksitetrasiklin yang berperan sebagai antibakteri, antijamur, dan antikanker (Risdian et al., 2019).....11
Gambar 2.7 Struktur terpenoid meliputi α-pinene dan squalene yang berperan sebagai agen antimikroba (Tarasova et al., 2023).....12
Gambar 2.8 Skema Kromatografi Lapis Tipis (KLT) untuk menentukan nilai Rf dengan membandingkan jarak migrasi senyawa terhadap jarak migrasi fase gerak (Cid-Hernández et al., 2018).....14
Gambar 2.9 Skema alat instrumen dari sistem GC-MS (Measurlabs, 2025).16
Gambar 4.1 Pohon filogenetik isolat *Streptomyces* sp. SG2A dan sekuens referensi genus Streptomyces berdasarkan 16S rDNA, disusun menggunakan metode *Neighbor-joining* dengan perhitungan jarak evolusi berdasarkan model *Maximum Composite Likehood*. Skala bar 0,01 menunjukkan jarak evolusi.....25

Gambar 4.2 Profil SMS ekstrak *Streptomyces* sp. SG2A yang dianalisis menggunakan KLT, fase gerak DCM:MeOH (20:3; v/v). (A) UV 254 nm; (B) UV 366 nm; dan (C) Visualisasi menggunakan reagen Vanillin asam sulfat. 32
Gambar 4.3 Profil KLT Bioautografi ekstrak *Streptomyces* sp. SG2A pada media ISP2 (I) dan PC-1 (II) dengan variasi Pelarut: (1) akuades; (2) NaCl; (3) ASW (dosis 500 µg; fase gerak DCM:MeOH (20:4)). Visualisasi dilakukan menggunakan (a) bioautografi (MTT) bakteri *P. aeruginosa* ATCC 9721; (b) bioautografi (MTT) terhadap bakteri *S. aureus* ATCC 12600; (c) UV 254 nm; (d) UV 366 nm; (e) reagen vanillin-asam sulfat; (f) reagen Kalium permanganat; (g) reagen Liebermann-Burchard; (h) reagen $FeCl_3$; dan (i) reagen Dragendorff..... 35

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Persentase identitas sekuens 16S rDNA isolat SG2A dan referensi *Streptomyces* berdasarkan *multiple sequence alignment* menggunakan *Clustal Omega* 2.1. 24
Tabel 4.2 Produksi dan Aktivitas Antimikroba Ekstrak SMS Streptomyces sp. SG2A pada Variasi Media dan Pelarut. 26
Tabel 4.3 Nilai LC_{50} Ekstrak SMS Streptomyces sp. SG2A pada Variasi Media dan Pelarut. 29
Tabel 4.4 Prediksi Profil Ekstrak SMS Streptomyces sp. SG2A Hasil Analisis GC-MS pada Media ISP2 dan PC-1 38

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
ASW	*Artificial Seawater*	2
ATCC	*American Type Culture Collection*	18
BLASTn	*Nucleotide Basic Local Alignment Search Tool*	24
BSLT	*Brine Shrimp Lethality Test*	2
DSM	*Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen*	18
GC-MS	*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*	2
ISP	*International Streptomyces Project*	17
KLT	Kromatografi Lapis Tipis	2
LC_{50}	*Lethal Concentration* 50%	3
NIST	*National Institute of Standards* and *Technology*	38
OSMAC	*One Strain Many Compounds*	1
rDNA	*ribosomal DNA*	2
Rf	*Retention factor*	13
SMS	Senyawa metabolit sekunder	19
UV	Ultraviolet	32
LAMBANG		
L	Liter	17
mL	Mililiter	17
µg	Mikrogram	12
mg	Miligram	26

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Streptomyces merupakan salah satu genus dalam filum *Actinobacteria* yang berperan sebagai penghasil senyawa metabolit sekunder (SMS) dengan berbagai aktivitas biologis. *Streptomyces* tergolong bakteri Gram positif dengan kandungan Guanin+Cytosin (G+C) yang tinggi mencapai 51-70% (Chong *et al*., 2023). Genus *Streptomyces* telah banyak dilaporkan memiliki kelimpahan SMS bioaktif sekitar 10.000 dan 70-80% antibiotik yang diproduksi secara alami (Boukhatem *et al*., 2022). Jenis antibiotik yang dihasilkan oleh genus *Streptomyces* diantaranya neomisin, kanamisin, streptomisin, dan tobramisin (Alekseeva *et al*., 2025).

Meskipun *Streptomyces* memiliki kemampuan sebagai sumber utama penghasil SMS bioaktif, eksplorasi senyawa bioaktif yang dihasilkan menghadapi tantangan besar. Salah satu hambatan utama antara lain pada kondisi kultur standar, hanya 10% klaster gen biosintetik (KGB) yang dapat terekspresi, sehingga sekitar 90% KGB lainnya tidak aktif (Liu *et al*., 2021 ; Rutledge *and* Challis, 2015). Analisis genomik *Streptomyces* menunjukkan bahwa setiap Strain *Streptomyces* memiliki 25-50 KGB (Liu *et al*., 2021). Oleh karena itu, pendekatan genomik dan biologi sintetik dapat digunakan untuk mengaktifkan KGB yang tidak terekspresikan pada *Streptomyces* (Li *et al*., 2024 ; Zhou *et al*., 2024).

One Strain many compounds (OSMAC) merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk menginduksi atau meningkatkan titer SMS pada mikroorganisme. Pendekatan OSMAC didasarkan pada kemampuan satu *Strain* mikroorganisme untuk menghasilkan berbagai SMS dengan memodifikasi kondisi kultivasi, diantaranya penambahan prekursor, komposisi media, pH, dan suhu (Li *et al*., 2024; Pinedo-Rivilla *et al*., 2022). Penambahan karbon dan nitrogen serta ion logam dalam media dapat menginduksi ekspresi jalur biosintesis tertentu sehingga mempengaruhi jenis dan jumlah SMS yang dihasilkan (Ścigaczewska *et*

al., 2024). Media cair MC1 yang mengandung nutrisi tinggi (pati terlarut, glukosa, pasta daging sapi, kasein terhidrolisis asam, ekstrak ragi, bungkil kedelai, $CaCO_3$) terbukti mampu mengaktivasi jalur biosintesis SMS dan menjaga keseimbangan metabolik, sehingga meningkatkan rendemen metabolit sekunder oleh *Streptomyces* sp. MNP-1 (Wu *et al*., 2025). *Streptomyces* sp. KN37 dikultur pada media komposisi millet, ekstrak ragi, dan K_2HPO_4 sebagai faktor kunci mempengaruhi aktivitas antijamur (X. Yang *et al*., 2025). Fermentasi *Streptomyces* sp. VITGV156 selama 21 hari dalam media ISP-2 menghasilkan beragam SMS antara lain squalene, 2,5-piperazinedione, N-acetyltyramine, turunan ftalat, termasuk di-sec-butyl phthalate dan dibutyl phthalate. Keberadaan senyawa-senyawa ini menunjukkan potensi biosintetik dalam menghasilkan senyawa bioaktif (Pattapulavar *et al*., 2025).

Eksplorasi ekstrak SMS dari *Streptomyces* telah menjadi fokus utama penelitian karena menghasilkan berbagai aktivitas biologis. Salah satu isolat yang dikaji diantaranya *Streptomyces* sp. SG2A (Sampel Gambut Koloni Kedua Ampar) yang telah diisolasi dari tanah gambut kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat (Hanapi, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini akan mengkaji pengaruh variasi media dan pelarut terhadap rendemen, aktivitas biologis dan profil ekstrak SMS yang dihasilkan melalui pendekatan OSMAC, dengan menggunakan tujuh jenis media kultur (ISP1, ISP2, ISP4, A1, PDB, PC-1, dan SCB) dan tiga jenis pelarut (akuades, larutan NaCl 2,5%, dan *artificial sea water* /ASW pada pH 7). Ekstrak yang dihasilkan selanjutnya akan diuji aktivitas antimikroba dan uji toksisitas dengan menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). Selain itu, profil ekstrak metabolit sekunder yang dihasilkan akan dianalisis menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT), KLT Bioautografi, dan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS), sedangkan identifikasi taksonomi isolat dilakukan melalui analisis 16S rDNA untuk mengkonfirmasi kekerabatan filogenetik isolat.

1.2 Perumusan Masalah

Streptomyces sp. SG2A merupakan isolat tanah gambut yang berpotensi menghasilkan SMS bioaktif. Namun, belum diketahui pengaruh penggunaan media

ISP1, ISP2, ISP4, A1, PDB, PC-1, dan SCB serta pelarut akuades, larutan NaCl 2,5%, dan *artificial sea water* (ASW) pH 7 melalui pendekatan OSMAC terhadap rendemen ekstrak, aktivitas antimikroba, toksisitas berdasarkan nilai LC_{50} (*Lethal Concentration* 50) dan profil SMS *Streptomyces* sp. SG2A. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dievaluasi pengaruh variasi media dan pelarut terhadap rendemen ekstrak, aktivitas biologis, dan profil SMS *Streptomyces* sp. SG2A.

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini antara lain:

Variasi media dan pelarut melalui pendekatan OSMAC berpengaruh terhadap rendemen, aktivitas biologis, dan profil SMS *Streptomyces* sp. SG2A. Penggunaan media dan pelarut yang berbeda diprediksi menghasilkan perbedaan rendemen ekstrak, aktivitas antimikroba, nilai LC_{50} pada uji toksisitas BSLT, dan keragaman profil SMS *Streptomyces* sp. SG2A.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain :

1. Menentukan variasi media dan pelarut yang menghasilkan rendemen ekstrak SMS tertinggi dari *Streptomyces* sp. SG2A melalui pendekatan OSMAC.
2 Mengevaluasi aktivitas biologis ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A meliputi aktivitas antimikroba berdasarkan diameter zona hambat (mm) dan tingkat toksisitas berdasarkan nilai LC_{50} menggunakan metode BSLT.
3 Menganalisis profil ekstrak SMS *Streptomyces* sp. SG2A akibat pengaruh variasi media dan pelarut berdasarkan analisis KLT, aktivitas KLT bioautografi, dan kromatogram GC-MS.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memperkaya pemahaman ilmiah mengenai potensi isolat *Streptomyces* sp. SG2A sebagai produsen SMS. Secara teoritis, studi ini akan melakukan pendekatan *One Strain Many Compounds* (OSMAC) mengenai pengaruh variasi media dan pelarut terhadap aktivitas biologis dan profil SMS dengan menggunakan satu strain. Selain

itu, data taksonomi dan analisis molekuler 16S rDNA akan memberikan informasi tentang kekerabatan fiologenetik isolat *Streptomyces* sp. SG2A. Penelitian ini juga akan mendorong pemanfaatan sumber daya mikroba lokal dari ekosistem tanah gambut Kalimantan Barat, sekaligus menyediakan dasar data informasi bagi pengembangan industri farmasi dan strategi produksi SMS bioaktif di masa mendatang.

1.6 Keaslian Penelitian

Keaslian penelitian ini terletak pada isolat *Streptomyces* sp. SG2A yang berasal dari tanah gambut tropis di Batu Ampar, Kalimantan Barat, yaitu habitat bakteri yang hingga kini belum pernah dilaporkan dalam literatur ilmiah. Berbeda dari studi sebelumnya yang melaporkan isolasi *Streptomyces* dari tanah gambut Kalimantan Tengah (Nawan and Handayani, 2021) maupun dari Thailand (Lipun *et al*., 2020). Penelitian ini juga menerapkan pendekatan OSMAC terhadap variasi media dan pelarut sehingga berpotensi menghasilkan senyawa metabolit sekunder dan aktivitas biologis yang lebih beragam, serta memberikan kontribusi dalam penemuan SMS dari sumber wilayah lokal yang masih minim dieksplorasi.