

**OPTIMASI SUMBER KARBON DAN NITROGEN ORGANIK UNTUK
PERTUMBUHAN BAKTERI ENDOFIT TUMBUHAN ANDALAS (*Morus
macroura* Miq.) ISOLAT ATB 10^{-6} DAN PRODUKSI SENYAWA
ANTIJAMUR**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains



OLEH

VIKA AMELIA

17032043/2017

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2021

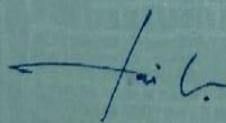
PERSETUJUAN SKRIPSI

OPTIMASI SUMBER KARBON DAN NITROGEN ORGANIK UNTUK
PERTUMBUHAN BAKTERI ENDOFIT TUMBUHAN ANDALAS (*Morus
macroura* Miq.) ISOLAT ATB 10^{-6} DAN PRODUKSI SENYAWA ANTIJAMUR

Nama : Vika Amelia
Nim/TM : 17032043/2017
Program Studi : Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam

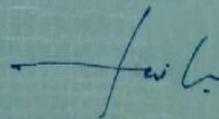
Padang, 15 Februari 2021

Diketahui oleh:
Ketua Jurusan Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M. Biomed.
NIP. 19750815 2006042 001

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M. Biomed.
NIP. 19750815 2006042 001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

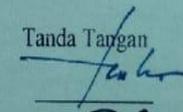
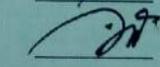
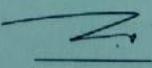
Nama : Vika Amelia
NIM/TM : 17032043/2017
Program Studi : Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**OPTIMASI SUMBER KARBON DAN NITROGEN ORGANIK UNTUK
PERTUMBUHAN BAKTERI ENDOFIT TUMBUHAN ANDALAS (*Morus
macroura* Miq.) ISOLAT ATB 10⁻⁶ DAN PRODUKSI SENYAWA ANTIJAMUR**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Padang, 15 Februari 2021

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M. Biomed.	
2. Anggota	: Dr. Irdawati, M.Si	
3. Anggota	: Dezi Handayani, M.Si	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

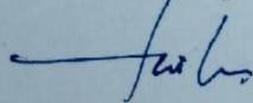
Nama : Vika Amelia
NIM/TM : 17032043/2017
Program Studi : Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul “Optimasi Sumber Karbon dan Nitrogen Organik untuk Pertumbuhan Bakteri Endofit Tumbuhan Andalus (*morus macroura miq.*) Isolat ATB 10^{-6} dan Produksi Senyawa Antijamur” adalah benar merupakan karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis atau 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, 15 Februari 2021

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed.
NIP. 19750815 2006042 001

Saya yang menyatakan,



Vika Amelia
NIM. 17032043

**Optimasi Sumber Karbon dan Nitrogen Organik untuk Pertumbuhan
Bakteri Endofit Tumbuhan Andalas (*morus macroura* Miq.) Isolat
ATB 10⁻⁶ dan Produksi Senyawa Antijamur**

Vika Amelia

ABSTRAK

Isolat ATB 10⁻⁶ merupakan bakteri endofit tumbuhan Andalas yang diketahui mampu menghasilkan senyawa aktif antijamur. Produksi senyawa aktif oleh bakteri endofit dapat dilakukan melalui proses fermentasi. Salah satu faktor yang mempengaruhi fermentasi adalah medium, khususnya sumber nitrogen dan karbon. Setiap bakteri memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda-beda. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sumber karbon dan nitrogen organik terhadap pertumbuhan bakteri endofit tumbuhan Andalas isolat ATB 10⁻⁶ dan produksi senyawa antijamur.

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) Faktorial. Jenis karbon yang digunakan pada proses optimasi karbon adalah maltosa, glukosa, laktosa, amilum dan sukrosa. Selanjutnya, jenis nitrogen organik yang digunakan adalah *Yeast Extract*, *Malt Extract*, *Beef Extract*, dan *Pepton Water*. Konsentrasi sumber karbon yang digunakan 0,5% dan konsentrasi sumber nitrogen organik 1%. Pertumbuhan bakteri diamati dengan mengukur *Optical Density* (OD), sedangkan aktivitas antijamur dilakukan dengan metode difusi kertas cakram.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk pertumbuhan bakteri endofit Andalas, amilum adalah sumber karbon terbaik dan *Yeast Extract* sebagai sumber nitrogen organik terbaik. Tidak ada interaksi antara sumber karbon dan nitrogen organik dalam pertumbuhan bakteri. Selanjutnya, untuk produksi senyawa antijamur oleh bakteri endofit Andalas isolat ATB 10⁻⁶, maltosa dan amilum adalah sumber karbon terbaik dan *Yeast Extract* sebagai sumber nitrogen organik terbaik. Interaksi kedua nutrisi ini menunjukkan bahwa, amilum dan *Yeast Extract* adalah sumber nutrisi terbaik untuk produksi senyawa antijamur.

Kata kunci: bakteri endofit tumbuhan Andalas isolat ATB 10⁻⁶, optimasi, sumber karbon, sumber nitrogen, antijamur.

**Optimization of Carbon Source and Organic Nitrogen for the the growth of
Andalas Plant Endophytic Bacteria (*Morus macroura* Miq.) Isolate
ATB 10⁻⁶ and Production of Antifungal Compounds**

Vika Amelia

ABSTRACT

Isolate ATB 10⁻⁶ is an endophytic bacteria of Andalas plant which is known to be able to produce active antifungal compounds, especially against fungi from the genus *Candida*. The production of active compounds by endophytic bacteria can be done through a fermentation process. One of the factors that influence fermentation is the medium. Every bacteria has different nutritional needs. The purpose of this study was to determine the growth of endophytic bacteria in Andalas plant isolate ATB 10⁻⁶ and the production of antifungal compounds.

The design used in this study was a factorial completely randomized design. The types of carbon used in the optimization process are maltose, glucose, lactose, starch and sucrose. Furthermore, the types of organic nitrogen used are yeast extract, malt extract, beef extract and pepton water. The concentration of the carbon source used was 0,5% and the concentration of the organic nitrogen source was 1%. Bacterial growth was observed by measuring optical density (OD) while the antifungal activity was carried out by diffusion method.

The result showed that for the growth of endophytic bacteria Andalas starch was the best carbon source and yeast extract as the best source of organic nitrogen. Furthermore, for the production of antifungal compounds by endophytic bacteria Andalas maltose and starch are the best sources of carbon and yeast extract as the best sources of organic nitrogen. The interaction of these two nutrients show that starch and yeast extract are the best sources of nutrients for the production of antifungal compounds by the endophytic bacteria Andalas.

Key words: Andalas plant endophytic bacteria isolate ATB 10⁻⁶, optimization, carbon source, nitrogen source, antifungal

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Optimasi Sumber Karbon dan Nitrogen Organik untuk Pertumbuhan Bakteri Endofit Tumbuhan Andalas (*morus macroura* Miq.) Isolat ATB 10⁻⁶ dan Produksi Senyawa Antijamur**”. Shalawat beriring salam untuk Nabi Muhammad SAW sebagai junjungan umat seluruh alam.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M. Biomed. Sebagai ketua jurusan biologi serta sebagai pembimbing yang telah memberikan pikiran, waktu dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Ibu Dr. Irdawati, M.Si dan ibu Dezi Handayani, M.Si., sebagai tim dosen penguji yang telah memberikan arahan serta saran dalam penulisan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Moralita Chatri, M sebagai pembimbing akademik (PA) yang telah membimbing dan memberi masukan selama perkuliahan.
4. Bapak/Ibu dosen staf jurusan biologi yang telah membantu untuk kelancaran penulisan skripsi ini.

5. Kepada kedua orangtua tercinta, Ibunda Risnawati dan Ayahanda Musrizal untuk doa dan dukungan yang selalu mengiringi setiap perjalanan penulis.
6. Kepada nenek tercinta, Rosmanidar untuk doa dan dukungan yang selalu mengiringi setiap perjalanan penulis.
7. Keluarga yang senantiasa memberikan doa serta dukungan.
8. Semua teman-teman tim penelitian udin, terima kasih atas semua bantuan dukungan dan kerjasamanya.
9. Kepada teman-teman (Helmi, Diana, Intan, Kawai, Wawa, Hasri, Noni, Sherly, Habib, Nurul dan Oswal) yang sudah menemani penulis selama perkuliahan.
10. Keluarga besar Biologi 2017 yang selalu memberikan dukungan serta doanya.

Semoga bantuan yang Bapak/Ibu serta rekan-rekan berikan bernilai ibadah dan mendapatkan pahala dari Allah SWT. Penulis berharap skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi semua orang yang membacanya.

Padang, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
SURAT PERNYATAAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	8
D. Hipotesis Penelitian	8
E. Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
1. Senyawa Antijamur	10
2. Bakteri Endofit Andalas Sebagai Penghasil Senyawa Antijamur ...	12
3. Optimasi Medium Fermentasi	15
a. Optimasi Sumber Karbon	15
b. Optimasi Sumber Nitrogen	18
c. Uji Enumerasi Sel Bakteri	21
d. Uji Aktivitas Antijamur	22
a. Metode difusi	22
b. Metode dilusi	23
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian	24
B. Waktu dan Tempat Penelitian	24
C. Rancangan Penelitian	24
D. Alat dan Bahan	25
E. Prosedur	26
1. Persiapan Penelitian	26
2. Pelaksanaan Penelitian	29
3. Pengamatan Penelitian	30
F. Analisis Data	31
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	32
B. Pembahasan	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	42
B. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Pola Umum resistensi Beberapa Jenis <i>Candida</i> Terhadap Senyawa Antijamur.....	11
2.	Bakteri Endofit Penghasil Senyawa Antijamur.....	12
3.	Isolat Bakteri Endofit Andalas yang Berpotensi Menghasilkan Senyawa Antijamur.....	14
4.	Sumber Karbon Terbaik dalam Memproduksi Antibiotik oleh Mikroorganisme.....	17
5.	Komposisi Sumber Nitrogen Organik.....	19
6.	Sumber Nitrogen Organik Terbaik dalam Memproduksi Antibiotik oleh Mikroorganisme yang berbeda.....	20
7.	Perlakuan Kombinasi Jenis Sumber Karbon dan Nitrogen Organik Medium Fermentasi Bakteri Endofit Andalas Isolat ATB 10 ⁻⁶	24
8.	Rata-Rata <i>Optical Density</i> (OD) Optimasi Sumber Karbon dan Nitrogen Organik dalam Meningkatkan Pertumbuhan Bakteri Endofit Tumbuhan Andalas (<i>Morus macroura</i> Miq.) Isolat ATB 10 ⁻⁶	32
9.	Rata-Rata Diameter Zona Hambat Optimasi Sumber Karbon dan Nitrogen Organik Untuk Produksi Senyawa Antijamur Oleh Bakteri Endofit Tumbuhan Andalas (<i>Morus macroura</i> Miq.) Isolat ATB 10 ⁻⁶	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabel Optical Density (OD) pada Optimasi Sumber Karbon dan Nitrogen Organik Bakteri Endofit Andalas Isolat ATB 10^{-6}	52
2. Foto Medium Fermentasi Optimasi Sumber Karbon dan Nitrogen Organik.....	53
3. Analisis Data Statistik Optimasi Karbon dan Nitrogen Organik.....	55
4. Tabel diameter zona hambat pada Optimasi Sumber Karbon dan Nitrogen Organik Bakteri Endofit Andalas Isolat ATB 10^{-5}	58
5. Diameter Zona Hambat Optimasi Sumber Karbon dan Nitrogen Organik Bakteri Endofit Andalas Isolat ATB 10^{-6} yang ditransformasi dengan Transformasi Akar.....	59
6. Foto Diameter Zona Hambat pada Optimasi Sumber Karbon dan Nitrogen Organik Bakteri Endofit Andalas Isolat ATB 10^{-6}	60
7. Analisis Data Statistik Optimasi Karbon dan Nitrogen Organik.....	63
8. Hasil uji lanjut BNJ taraf 5% interaksi antara sumber Karbon dan Nitrogen organik.....	68

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Infeksi merupakan penyakit yang disebabkan oleh mikroba patogen, salah satunya oleh jamur dari genus *Candida*. Menurut Douglas (2003), *Candida* merupakan agen utama infeksi yang diperoleh dari rumah sakit. Penelitian Morrel (2000) melaporkan bahwa di Amerika Serikat angka mortalitas akibat infeksi *Candida* adalah sebesar 31,8%. Selanjutnya, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kalista (2017), sekitar 12,3% dari 91 pasien di rumah sakit Cipto Mangunkusumo Jakarta mengalami prevalensi kandidiasis invasif dengan mortalitas cukup tinggi, yaitu sebesar 64,8%..

Infeksi jamur biasanya diatasi dengan pemberian agen antijamur, seperti *flucytosin*, *azoel*, *echinocandin*, dan *polyene* (Candrasari, 2014). Namun, dengan meningkatnya penggunaan agen antijamur serta penggunaan dosis yang tidak tepat menyebabkan terjadinya peningkatan kasus resistensi terhadap jamur. Hasil penelitian Astuti (2013) melaporkan bahwa resistensi *C. albicans* terhadap *flukonazol* adalah sebesar 41,18%. Penelitian yang dilakukan oleh Dota (2011) menunjukkan bahwa 88 pasien Vulvovaginal Candidiasis (KVV) mengalami resistensi obat antijamur yang tinggi, yaitu *vorikokonazol* (84,1%), *flukonazol* (71,0%), dan *nistatin* (77,3%). Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Ervianti (2011) di Divisi IMS UR Kesehatan Kulit dan Kelamin RSUD Dr. Soetomo Surabaya juga menyatakan bahwa 16,7% *C. albicans* resisten terhadap *itrakonazol* dan 5,6% resisten terhadap *flusitosin* di instalasi ini.

Dengan meningkatnya kasus resistensi jamur terhadap agen antijamur mendorong peneliti untuk mengembangkan senyawa bioaktif baru. Salah satu sumber antijamur yang banyak dikembangkan adalah dengan memanfaatkan bakteri endofit. Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup dalam jaringan tumbuhan yang mampu tumbuh berkolonisasi tanpa mengganggu inangnya (Tan, 2001). Bakteri endofit yang hidup pada tanaman, mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang sama dengan yang dihasilkan inangnya. Kemampuan ini disebabkan karena adanya pertukaran genetik dan hubungan evolusi yang panjang antara bakteri endofit dengan tanaman inang. Keunggulan menggunakan bakteri endofit dalam eksplorasi senyawa antijamur baru adalah kemampuan bakteri endofit menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang sama dengan tumbuhan aslinya atau bahkan dalam jumlah yang tinggi tanpa merusak ekosistem (Radji, 2005).

Penelitian yang dilakukan sebelumnya sudah berhasil mengisolasi bakteri endofit dari Tumbuhan Andalas (*Morus macroura*). Tumbuhan Andalas merupakan salah satu tumbuhan asli Sumatera Barat yang tergolong ke dalam salah satu tumbuhan langka endemik di Indonesia. Menurut Hakim (2006), Andalas merupakan tumbuhan yang memiliki beberapa jenis senyawa aktif antimikroba, seperti turunan stilben (*oksiresveratrol* dan *andalisin A*), turunan 2-*arilbenzouran*, *morasin M*, turunan kumarin (*umbeliferon* dan β -*resolsilaldehid*). Penelitian yang dilakukan oleh Yandila (2018) berhasil mengisolasi 16 isolat bakteri endofit dari akar tumbuhan Andalas, dimana isolat ATB 10^{-6} merupakan salah satu isolat yang memiliki aktivitas antijamur yang tinggi. Isolat ATB 10^{-6}

mampu menghambat pertumbuhan *C. albicans* dengan diameter zona hambatnya 3,50 cm.

Produksi senyawa aktif oleh bakteri endofit dilakukan melalui proses fermentasi. Kondisi fermentasi dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi proses fermentasi antara lain adalah jenis bakteri. Perbedaan jenis bakteri akan mempengaruhi jalur metabolisme dan jenis senyawa aktif yang dihasilkan. Selanjutnya, beberapa faktor eksternal juga dapat mempengaruhi kondisi fermentasi, diantaranya suhu, pH, konsentrasi starter, waktu fermentasi, dan komposisi medium (Hidayati, 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Anggiastanti (2019), sudah mengoptimasi waktu dan starter optimum untuk proses fermentasi bakteri endofit Andalas isolat ATB 10^{-6} . Hasil penelitian menunjukkan waktu terbaik bakteri endofit ini dalam menghasilkan senyawa antijamur adalah setelah fermentasi jam ke-7 sampai jam ke-48, dengan konsentrasi starter sebesar 10%.

Kondisi optimum medium fermentasi bakteri endofit Andalas isolat ATB 10^{-6} dalam menghasilkan senyawa antimikroba belum diketahui. Menurut Hidayat (2006), medium adalah nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri. Setiap bakteri memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda-beda. Medium kultur harus mengandung semua elemen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba. Berdasarkan kebutuhannya, secara garis besar, medium dapat dikelompokkan menjadi makronutrien dan mikronutrien.

Dua komponen penting makronutrien adalah sumber karbon dan nitrogen. Sumber karbon yang sering digunakan dalam fermentasi adalah glukosa, fruktosa, maltosa dan laktosa. Sedangkan sumber nitrogen yang biasa ditambahkan pada medium fermentasi, yaitu sumber nitrogen anorganik dan organik. Sumber nitrogen anorganik yang biasa digunakan dalam fermentasi adalah KNO_3 , NH_4Cl , NaNO_3 dan $(\text{NH})_4\text{SO}_4$. Selanjutnya sumber nitrogen organik yang umum digunakan adalah *Pepton Water*, *Yeast Extract*, dan *Malt Extract*.

Komposisi nutrisi, dalam hal ini karbon dan nitrogen akan mempengaruhi kemampuan pertumbuhan mikroba pada suatu medium fermentasi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Doresti *et al.*, (2018) menunjukkan bahwa, sumber karbon terbaik dalam pertumbuhan bakteri probiotik *Pseudomonas* sp. adalah glukosa. Penelitian juga dilakukan oleh Faizah (2017), dimana glukosa merupakan sumber karbon terbaik dalam pertumbuhan bakteri *Bacillus pumilus*. Lisdiyanti *et al.*, (2012) mengungkapkan bahwa glukosa pada media fermentasi berfungsi sebagai inisiasi untuk mempercepat pembelahan sel pada fase eksponensial.

Selain sumber karbon, sumber nitrogen juga dibutuhkan dalam pertumbuhan bakteri. Menurut Doresti *et al.*, (2018) ammonium nitrat adalah sumber nitrogen terbaik dalam pertumbuhan bakteri probiotik *Pseudomonas* sp. Namun, menurut Rahayu dan Susanti (2017), susu skim dan limbah cair tahu adalah sumber nitrogen terbaik dalam pertumbuhan bakteri isolat HtcUM6.2.2. Menurut Evi (2008) penggunaan sumber nitrogen yang berlebihan pada medium

fermentasi akan menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi pada medium, sehingga mempengaruhi pertumbuhan sel bakteri.

Selain mempengaruhi pertumbuhan, nutrisi juga mempengaruhi aktivitas metabolisme dan kemampuan mikroorganisme menghasilkan senyawa metabolitnya. Berdasarkan penelitian Rahma (2015), glukosa merupakan sumber karbon terbaik dalam menghasilkan senyawa antijamur. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Nand (2017), menunjukkan sumber karbon terbaik dalam memproduksi *amylase* adalah maltosa dengan konsentrasi 2%. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Kurniawan (2017), dimana maltosa juga merupakan sumber karbon terbaik dalam memproduksi *protease*.

Sumber karbon terbaik untuk pertumbuhan bakteri seperti yang disampaikan sebelumnya, adalah glukosa. Menurut Polak & Berecka (2010) glukosa adalah sumber karbon terbaik diantara monosakarida dan gula-gula lain. Namun menurut Rafieenia (2013), sumber karbon berupa glukosa mampu menurunkan pH larutan, sehingga pembentukan senyawa metabolit akan terganggu, dan menurunkan produksi antibiotik. Pada beberapa kasus tertentu, glukosa sebagai sumber karbon mampu menekan enzim yang terlibat dalam biosintesis antibiotik, seperti *phenoxazinone synthetas* dan *N-acetyl kanamycin*.

Seperti halnya sumber karbon, sumber nitrogen harus dipilih secara selektif dan hati-hati karena akan mempengaruhi kualitas produk metabolit. Ketidaktepatan dalam penggunaan sumber nitrogen organik juga mampu menurunkan nilai pH media dan dapat mempengaruhi hasil produk metabolit.

Penelitian yang dilakukan oleh Talluri (2017), menunjukkan bahwa pada medium fermentasi yang mengandung 0,5% *Tryptone* dan 2% *Beef Extract* menghasilkan produksi senyawa antimikroba terbaik oleh *Lactobacillus fermentum*. Penelitian lain juga dilakukan oleh (Rahma, 2015), dan hasil yang didapatkan adalah *Pepton Water* sebagai sumber nitrogen organik terbaik dalam menghasilkan senyawa antijamur. Selanjutnya, penelitian Febrina (2020) mengoptimasi sumber nitrogen organik untuk menghasilkan senyawa antibakteri pada bakteri endofit Andalas isolat B.J.T.A.2.1. menunjukkan hasil bahwa *Beef Extract* dengan konsentrasi 0,5% adalah sumber nitrogen organik terbaik.

Konsentrasi karbon dan nitrogen yang biasa digunakan pada medium fermentasi adalah 0,5%, 1%, 1,5% dan 2%. Menurut Febrina (2020), penggunaan konsentrasi karbon dan nitrogen yang berbeda akan mempengaruhi hasil fermentasi, dimana konsentrasi karbon dan nitrogen 0,5% dan 2% adalah konsentrasi terbaik dalam memproduksi senyawa antibakteri oleh bakteri endofit Andalas isolat B.J.T.A.2.1.

Interaksi antara sumber karbon dan nitrogen juga akan mempengaruhi hasil fermentasi, hal ini sering disebut dengan C/N. Menurut Pancapalaga (2011), rasio C/N merupakan perbandingan antara kadar karbon (C) dan kadar nitrogen (N) dalam suatu medium fermentasi. Menurut penelitian yang dilakukan Kurniawan (2017), penambahan sumber karbon maltosa 1,5% dan penambahan sumber nitrogen KNO_3 mampu memberikan hasil yang paling baik dalam memproduksi protease termostabil sebesar 1,481 U/mg.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bakteri endofit Andalas isolat ATB 10⁻⁶ diketahui memiliki kemampuan menghasilkan senyawa antijamur yang baik. Beberapa kondisi fermentasi sudah dioptimasi, namun belum diketahui jenis sumber karbon dan nitrogen organik optimum medium fermentasi dalam pertumbuhan bakteri dan aktivitas metabolisme dalam produksi senyawa antijamur. Berdasarkan uraian di atas maka telah dilakukan penelitian dengan judul optimasi sumber karbon dan nitrogen organik untuk pertumbuhan bakteri endofit tumbuhan Andalas (*moris macroura miq.*) isolat ATB 10⁻⁶ dan produksi senyawa antijamur.

B. Rumusan Masalah

1. Apa sumber karbon terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri endofit Andalas isolat ATB 10⁻⁶?
2. Apa sumber nitrogen organik terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri endofit Andalas isolat ATB 10⁻⁶?
3. Apakah terdapat interaksi antara jenis sumber karbon dan jenis nitrogen dalam meningkatkan pertumbuhan bakteri endofit Andalas isolat ATB 10⁻⁶?
4. Apa sumber karbon terbaik untuk menghasilkan senyawa antijamur oleh bakteri endofit Andalas isolat ATB 10⁻⁶?
5. Apa sumber nitrogen organik terbaik untuk menghasilkan senyawa antijamur oleh bakteri endofit Andalas isolat ATB 10⁻⁶?
6. Apakah ada interaksi antara sumber karbon dengan sumber nitrogen organik dalam menghasilkan senyawa antijamur oleh bakteri endofit Andalas isolat ATB 10⁻⁶?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui sumber karbon terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan bakteri endofit Andalas isolat ATB 10^{-6} .
2. Untuk mengetahui sumber nitrogen organik terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan bakteri endofit Andalas isolat ATB 10^{-6} .
3. Untuk mengetahui interaksi antara jenis sumber karbon dan jenis nitrogen dalam meningkatkan pertumbuhan bakteri endofit Andalas isolat ATB 10^{-6} .
4. Untuk mengetahui sumber karbon terbaik dalam menghasilkan senyawa antijamur oleh bakteri endofit Andalas isolat ATB 10^{-6} .
5. Untuk mengetahui sumber nitrogen organik terbaik dalam menghasilkan senyawa antijamur oleh bakteri endofit Andalas isolat ATB 10^{-6} .
6. Untuk mengetahui interaksi antara sumber karbon dengan sumber nitrogen organik dalam menghasilkan senyawa antijamur oleh bakteri endofit Andalas isolat ATB 10^{-6} .

D. Hipotesis

1. Terdapat pengaruh sumber karbon terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan bakteri endofit Andalas isolat ATB 10^{-6} .
2. Terdapat pengaruh sumber nitrogen organik terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan bakteri endofit Andalas isolat ATB 10^{-6} .
3. Terdapat interaksi antara jenis sumber karbon dan jenis nitrogen dalam meningkatkan pertumbuhan bakteri endofit Andalas isolat ATB 10^{-6} .
4. Terdapat pengaruh sumber karbon dalam menghasilkan senyawa antijamur oleh bakteri endofit Andalas isolat ATB 10^{-6} .

5. Terdapat pengaruh sumber nitrogen organik dalam menghasilkan senyawa antijamur oleh bakteri endofit Andalas isolat ATB 10⁻⁶.
6. Terdapat interaksi antara sumber karbon dan nitrogen organik dalam menghasilkan senyawa antijamur oleh bakteri endofit Andalas isolat ATB 10⁻⁶.

E. Manfaat Penelitian

1. Acuan dalam mengembangkan bakteri endofit Andalas (*Morus macroura*) sebagai penghasil senyawa antijamur.
2. Untuk mendapatkan kondisi optimum fermentasi dalam menghasilkan senyawa antijamur.
3. Dapat dijadikan informasi bagi pembaca dalam penggunaan bakteri endofit Andalas (*Morus macroura*) sebagai solusi untuk mengatasi kasus resistensi terhadap agen antijamur.
4. Dapat digunakan dalam pengembangan penelitian lebih lanjut.