



ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PEREDUKSI BESI DARI LUKISAN PRASEJARAH KAWASAN KARST MAROS-PANGKEP



SARWAN
H041 20 1046



PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PEREDUKSI BESI
DARI LUKISAN PRASEJARAH KAWASAN KARST MAROS-PANGKEP**

**SARWAN
H041 20 1046**



Optimization Software:
www.balesio.com

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PEREDUKSI BESI
DARI LUKISAN PRASEJARAH KAWASAN KARST MAROS-PANGKEP**

**SARWAN
H041 20 1046**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Biologi

pada

PROGRAM STUDI BIOLOGI

DEPARTEMEN BIOLOGI

MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024



SKRIPSI
ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PEREDUKSI BESI
DARI LUKISAN PRASEJARAH KAWASAN KARST MAROS-PANGKEP

SARWAN
H041 20 1046

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sidang Sarjana Biologi pada tanggal
12 Juni 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

Program Studi Biologi
Departemen Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing utama,



Dr. Nur Haedar, M.Si.
NIP. 196801291997022001

Pembimbing pertama,



Prof. Dr. Fahrudin, M.Si.
NIP. 196509151991031002

Mengetahui:

Ketua Program Studi,




Dr. Magdalena Litaay, M.Sc.
NIP. 196409291989032002



Optimization Software:
www.balesio.com

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pereduksi Besi dari Lukisan Prasejarah Kawasan Karst Maros-Pangkep" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Dr. Nur Haedar, M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. Fahrudin, M.Si. sebagai Pembimbing Pertama. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.



H041 20 1046



UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan nikmat rahmat, karunia serta hidayahnya sehingga penulis pada akhirnya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul **“Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pereduksi Besi dari Lukisan Prasejarah Kawasan Karst Maros-Pangkep”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana di Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Selama proses perwujudan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih tak terhingga kepada keluarga khususnya kedua orang tua Bapak Larawang dan Ibu Sanra serta Saudara Dimas atas dukungan yang telah diberikan kepada penulis baik berupa moril maupun material serta kiriman doa yang selalu dihanturkan kepada penulis. Terima kasih karena telah menjadi motivator terkuat serta alasan utama dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga ini dapat menjadi salah satu pembuktian terindah dari penulis untuk keluarga.

Terima kasih sebesar-besarnya kepada Dr. Nur Haedar, M.Si. selaku pembimbing utama dan Prof. Dr. Fahrudin, M.Si. selaku pembimbing pertama atas bimbingan, arahan, waktu, pikiran, kritik, kesabaran, serta ilmu yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini, atas segala motivasi yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studi di perguruan tinggi dengan baik dan lancar.

Penulis juga mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc. selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta jajarannya.
2. Bapak Dr. Eng. Amiruddin, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin beserta seluruh staff yang telah membantu penulis dalam hal akademik dan administrasi.
3. Ibu Dr. Magdalena Litaay, M.Sc. selaku Ketua Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, terima kasih atas ilmu, masukan, saran dan dukungannya.
4. Ibu Dr. Syahribulan, M.Si. selaku dosen Penasehat Akademik (PA) sekaligus dosen penguji skripsi, yang telah memberikan segala ilmu, motivasi dan bimbingan serta masukan kepada penulis dari awal perkuliahan hingga pada tahap penyusunan skripsi ini.



M.Si dan Ibu Dr. Mustika Tuwo, S.Si., S.Pd., M.Sc selaku pembimbing kedua atas bimbingan, arahan, waktu, pikiran, kritik, kesabaran, serta ilmu, yang telah memberikan segala ilmu, saran, dan masukan kepada penulis hingga penyusunan skripsi saat ini.

terima kasih kepada staf Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin yang telah membimbing dan membantu penulis dengan tulus dan sabar kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih kepada seluruh staff pegawai Departemen Biologi yang telah banyak membantu

penulis baik dalam menyelesaikan administrasi maupun memberikan dukungan kepada penulis selama ini.

7. Laboran Departemen Biologi Kakak Fuad Gani, S.Si., Kakak Heriadi, S.Si., M.Si., Kakak Nenis Sardiani, S.Si., dan Kakak Syafrian Nur Muhammad, S.Si. yang telah memberi bantuan, arahan, saran, serta dukungan kepada peneliti selama proses penelitian.
8. Kakak Faisal, S.Si. dan Kakak Nur Afifah Zhafirah, S.Si., M.Si. yang telah memberi arahan dan saran selama penelitian
9. Teman-teman GALAPAGOS, Doni, Andi Alfhito Ardiansyah, Ahmad Nurfakhry Salim, Muhammad Risal Udin, dan Dzulkifli, yang senantiasa saling mendukung satu sama lain selama penelitian.
10. Teman-teman Biologi 2020, terkhusus Annisa, Ainun Saputri, Anisa Iriani, Corezy Filadelfi A.S, Intan Ramadhani, Siti Rofiqoh Athiyah, Siti Aulia Adila yang senantiasa kebersamai selama perkuliahan, dan juga bantuannya selama proses perkuliahan.
11. Seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Pada akhirnya penulis berterima kasih kepada semua pihak yang telah senantiasa berkontribusi hingga penyusunan skripsi ini, semoga Tuhan senantiasa melimpahkan nikmat rahmat dan lindungan-Nya kepada kita semua, Aamiin.

Makassar, 12 Juni 2024

Penulis



ABSTRAK

SARWAN. **Isolasi dan karakterisasi bakteri pereduksi besi dari lukisan prasejarah Kawasan Karst Maros-Pangkep** (dibimbing oleh Nur Haedar dan Fahrudin).

Latar Belakang. Kerusakan lukisan prasejarah di Kawasan Karst Maros-Pangkep disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah faktor biologis, salah satunya yakni adanya bakteri pereduksi besi yang dapat mereduksi besi yang merupakan komponen penyusun warna lukisan sehingga lukisan mengalami perubahan warna atau pemudaran warna. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan adalah untuk memperoleh dan mengetahui karakteristik bakteri pereduksi besi yang berada di lukisan prasejarah Kawasan Karst Maros-Pangkep. **Metode.** Penelitian ini terdiri dari tiga tahapan yakni: (1) isolasi bakteri pereduksi besi dilakukan dengan menggunakan medium *Nutrient Agar* (NA); (2) uji sifat biokimia bakteri menggunakan beberapa medium pengujian; dan (3) uji reduksi besi dilakukan dengan menggunakan medium *Nutrient Broth* (NB) yang diperkaya $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. **Hasil.** Dua belas isolat bakteri yang diperoleh dari hasil sampel swab di Gua Sumpang Bitu, Gua Leang Timpuseng dan Gua Leang Pettae. Hasil uji reduksi besi diperoleh satu isolat yang memiliki kemampuan paling tinggi dalam mereduksi besi yakni isolat LPE-5a dengan kadar besi yang sisa sebanyak 15.2745 ppm dari kadar awal yakni 50 ppm (69.451%). **Kesimpulan.** Keberadaan bakteri yang memiliki kemampuan dalam mereduksi besi yang terdapat pada lukisan prasejarah menjadi salah satu faktor penyebab kerusakan lukisan, yakni terjadinya pemudaran warna.

Kata Kunci: Bakteri, Pereduksi Besi, Lukisan Prasejarah, Karst Maros-Pangkep, Kerusakan Lukisan



ABSTRACT

SARWAN. **Isolation and characterization of iron-reducing bacteria from prehistoric paintings of Maros-Pangkep Karst Area** (supervised by Nur Haedar and Fahrudin).

Background. Damage to prehistoric paintings in the Maros-Pangkep Karst Area is caused by several factors including biological factors, one of which is the presence of iron-reducing bacteria that can reduce iron which is a constituent component of painting colors so that paintings experience color changes or color fading. **Aim.** This study aims to obtain and determine the characteristics of iron-reducing bacteria in prehistoric paintings in the Maros-Pangkep Karst Area. **Methods.** This research consists of three stages, namely: (1) isolation of iron-reducing bacteria using Nutrient Agar (NA) medium; (2) test of biochemical properties of bacteria using several medium testers; and (3) iron reduction test using Nutrient Broth (NB) medium enriched with $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. **Results.** Twelve bacterial isolates were obtained from swab samples in Sumpang Bitu Cave, Leang Timpuseng Cave and Leang Pettae Cave. The results of the iron reduction test obtained one isolate that has the highest ability to reduce iron, namely isolate LPE-5a with iron levels remaining as much as 15.2745 ppm from the initial level of 50 ppm (69.451%). **Conclusion.** The presence of bacteria that have the ability to reduce iron found in prehistoric paintings is one of the factors causing damage to paintings, namely color fading.

Keywords: Bacteria, Iron Reducer, Prehistoric Paintings, Maros-Pangkep Karst, Painting Damage



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKIRPSI.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
<i>ABTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
BAB II. METODE PENELITIAN	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Alat	4
2.3 Bahan.....	4
2.4 Prosedur Penelitian.....	4
2.4.1 Pengambilan Sampel.....	4
2.4.2 Sterilisasi Alat.....	5
2.4.3 Pembuatan Medium	5
2.4.4 Isolasi Bakteri Pereduksi Besi.....	6
2.4.5 Karakterisasi Bakteri	6
Isolasi oleh Bakteri.....	8
.....	8
PEMBAHASAN.....	9
..... dan Sampel	9
..... Pereduksi Besi.....	10



3.3 Karakterisasi Bakteri Pereduksi Besi	11
3.3.1 Pengamatan Morfologi.....	11
3.3.2 Uji Biokimia	14
3.4 Uji Reduksi Besi oleh Bakteri Pereduksi Besi	18
BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN	22
4.1 Kesimpulan	22
4.2 Saran.....	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN.....	27



DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1	Hasil Isolasi Bakteri.....10
2	Hasil Pengamatan Morfologi Koloni Isolat Bakteri Pereduksi Besi.....11
3	Hasil Pengamatan Morfologi Sel Isolat Bakteri Pereduksi Besi.....11
4	Hasil Uji Biokimia14



DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1	Lokasi pengambilan sampel9
2	Penampakan perubahan warna pada lukisan prasejarah10
3	Hasil pengamatan morfologi koloni isolat bakteri LPE-5a12
4	Hasil pengamatan morfologi sel bakteri isolat13
5	Hasil pengamatan endospora isolat SPB-2a13
6	Hasil uji SIM bakteri14
7	Hasil uji TSIA bakteri15
8	Hasil Uji <i>Methyl Red</i> (MR) Bakteri16
9	Hasil uji <i>Voges Proskauer</i> (VP) bakteri17
10	Hasil uji sitrat bakteri17
11	Hasil uji katalase bakteri18
12	Hasil pengukuran uji reduksi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis19
13	Hasil pengukuran uji reduksi menggunakan <i>Atomic Absorption Spectrofotometry</i>20



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1	Skema Kerja Penelitian27
2	Skema Kerja Pengambilan Sampel, Isolasi dan Uji Biokimia Bakteri Pereduksi Besi28
3	Skema Kerja Uji Reduksi Besi oleh Bakteri menggunakan Spektrofotometer UV-Vis29
4	Skema Kerja Uji Reduksi Besi oleh Bakteri menggunakan <i>Atomic Absorption Spectrofotometry</i>30
5	Pengambilan Sampel31
6	Hasil Pengamatan Morfologi Koloni32
7	Hasil Pengecatan Gram33
8	Hasil Pengecatan Endospora34
9	Hasil Uji <i>Sulfide Indole Motility</i> (SIM)35
10	Hasil Uji <i>Triple Sugar Iron Agar</i> (TSIA)35
11	Hasil Uji <i>Methyl Red</i> (MR)36
12	Hasil uji Voges Proskauer (VP)36
13	Hasil uji Sitrat37
14	Hasil uji Katalase37
15	Uji Reduksi Besi oleh Bakteri Pereduksi Besi Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis38
16	Uji Reduksi Besi oleh Bakteri Pereduksi Besi Menggunakan <i>Atomic Absorption Spectrofotometry</i>38
17	Hasil Karakterisasi Bakteri39
18	Hasil Perhitungan Analisa Reduksi Besi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis40
19	Hasil Perhitungan Analisa Reduksi Besi menggunakan <i>Atomic Absorption Spectrofotometry</i>40
	Perhitungan Hasil Uji menggunakan <i>Atomic Absorption Spectrofotometry</i>41
	Daftar Isi Prosedur Penelitian43



DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

Istilah/Singkatan	Arti dan Penjelasan
AAS	<i>Atomic Absorption Spectrofotometry</i>
Adaptif	Mudah menyesuaikan (diri) dengan keadaan
Antropogenik	Bersifat buatan manusia
<i>Bacilli</i>	Berbentuk batang
Biologis	Bersangkutan dengan biologi
Biotransformasi	Perubahan atau modifikasi senyawa kimia oleh enzim atau sel mikroob.
<i>Circular</i>	Berbentuk bulat
<i>Convex</i>	Bentuk cembung seperti tetesan air
Elektron	Satuan muatan listrik negatif
Elevasi	Ketinggian atau sudut tinggi suatu benda
Endospora	Struktur dinding tebal dan lapisan tambahan pada sel bakteri yang terbentuk di dalam membran sel
<i>Entire</i>	Tepian rata
Fermentasi	Penguraian metabolik senyawa organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan energi yang pada umumnya berlangsung dengan kondisi anaerobik dan dengan pembebasan gas
Fiksasi	Suatu cara atau teknik pemanasan yang dilakukan terhadap preparat
Flagel	Struktur mirip rambut mikroskopis yang terlibat dalam penggerak sel.
Genera	Peringkat taksonomi di atas spesies dan di bawah famili sebagaimana digunakan dalam klasifikasi biologis organisme hidup
Hidrolisis	Penguraian zat dalam reaksi kimia yang disebabkan oleh air
Inkubasi	Proses pemeliharaan dalam suhu dan kondisi lingkungan yang terkendali yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan atau perkembangan suatu mikroorganisme
Inokulasi	Memindahkan bakteri dari medium yang lama ke medium yang baru
<i>Irregular</i>	Berbentuk tidak beraturan
Isolasi	Memisahkan satu jenis mikroba dengan mikroba lainnya dari berbagai macam campuran mikroba dengan tujuan untuk mendapatkan biakan murni
Isolat	Hasil isolasi
Katalisator	Zat yang dapat mempercepat laju reaksi kimia yang pada akhir reaksi didapat dalam keadaan semula.
Koloni	Kumpulan bakteri yang berasal dari hasil pertumbuhan atau keturunan dari satu sel bakteri



Tepian berlekuk
 Leang Pettae
 Leang Timpuseng
 Setiap bentuk hasil metabolisme
 Kemampuan suatu organisme untuk bergerak secara
 independen
 manometer
 Zat yang diperlukan oleh makhluk hidup untuk hidup, tumbuh,

Oksidasi	dan berkembang
<i>ppm</i>	Pelepasan elektron dari suatu partikel (molekul)
Presipitasi	<i>Part per million</i>
<i>Quadran streak</i>	Proses pengendapan, baik dari dalam larutan maupun dari udara permukaan ke permukaan bumi
<i>Raised</i>	Metode inokulasi mikroba dengan empat goresan
Reduksi	Ketinggian nyata terlihat, namun rata pada seluruh permukaan
Resisten	Pengurangan
Sekunder	Kebal atau kebal terhadap sesuatu
<i>Shaker</i>	Berkenaan dengan yang kedua atau tingkatan kedua
Sintesis	Pengadukan
SPB	Reaksi kimia antara dua atau lebih zat membentuk satu zat baru
Sterilisasi	Sumpang Bita
	Perlakuan untuk menjadikan suatu bahan atau benda bebas dari mikroorganisme dengan cara pemanasan, penyinaran, atau dengan zat kimia untuk mematikan mikroorganisme hidup maupun sporanya
Supernatan	Subtansi hasil sentrifugasi yang memiliki bobot jenis yang lebih rendah
Transpor	Mengangkut; pengangkutan
<i>Umbonate</i>	Berbentuk cembung, bagian tengah lebih menonjol
<i>Undulate</i>	Tepian bergelombang
UV-Vis	Ultraviolet Visible



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kawasan karst menutup sekitar 25% dari permukaan bumi dan juga sekitar 20% dari wilayah Indonesia. Kawasan karst merupakan kawasan bentang alam yang terbentuk akibat proses pelarutan batuan yang mudah larut seperti batuan gamping, dolomit, marmar, gipsum, dan batuan garam (Cahyadi, 2016). Hasil pelarutan dari batuan tersebut memicu munculnya bukit kapur, mata air, dan juga terbentuknya sungai bawah tanah. Kawasan karst terdiri atas dua bagian yakni bagian eksokarst dan endokarst. Eksokarst merupakan bagian karst yang berada di atas permukaan bumi, sedangkan bagian endokarst merupakan bagian karst yang berada di bawah permukaan bumi yang memiliki peranan sebagai penyimpan cadangan air terbesar (Rahma et al., 2020).

Menurut Magetanapuung et al. (2023), pada dasarnya, kawasan karst memiliki bentuk morfologi dan tipe yang berbeda-beda, tetapi mempunyai ciri khas dan keunikan masing-masing serta kawasan karst dapat dijumpai hampir di seluruh dunia. Dinamika penyerapan air di kawasan karst menjadikan kawasan karst memiliki tingkat porositas yang tinggi sehingga dapat menimbulkan bukaan atau lubang dengan ukuran yang bervariasi. Kawasan karst dapat digolongkan sebagai kawasan bentang alam yang cukup unik dan menarik untuk dilihat dari segi keindahan, segi nilai fungsional, nilai sejarahnya serta juga menjadi habitat bagi keanekaragaman hayati di kawasan tersebut.

Kawasan Karst Maros-Pangkep atau biasa dikenal sebagai KKMP menjadi salah satu dari sekian kawasan karst di Indonesia yang telah dilestarikan dan dikelola secara langsung oleh pemerintah dan masyarakat menjadi salah satu wisata alam. KKMP memiliki ciri khas tersendiri dimana memiliki bentuk berbukit kerucut (*Cinical Hill*) dan tampak menyerupai menara batuan yang tinggi menjulang. Dari hal tersebut menjadikan Kawasan Karst Maros-Pangkep dijuluki sebagai "Hutan Batu Indonesia". Selain itu, Kawasan Karst Maros-Pangkep diperkirakan memiliki sekitar sebanyak 257 gua yang telah teridentifikasi dimana 216 diantaranya merupakan gua alam dan 41 gua sisanya merupakan gua prasejarah (Magetanapuung et al., 2023).

Gua prasejarah di KKMP memiliki beberapa peninggalan prasejarah sebagai bukti kehidupan prasejarah seperti artefak batu, artefak tulang, ekofak, dan juga gambar cadas misalnya cap tangan manusia dan lukisan hewan. Penelitian



Optimization Software:
www.balesio.com

para arkeologi mengungkapkan bahwa gua prasejarah yang telah dihuni sejak 30.000 tahun lalu (Yusriana et al., 2020). Kawasan ini pada tahun 2023 dimasukkan dalam Daftar Warisan Dunia oleh *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO).

Penelitian terbaru mengenai lukisan prasejarah yang terdapat di Gua Bulu menunjukkan bahwa lukisan prasejarah yang melukiskan peristiwa

perburuan itu diperkirakan telah berumur sekitar 44.000 tahun. Selain itu, penelitian lukisan prasejarah motif cap tangan yang ada di Gua Timpuseng juga diperkirakan telah memiliki umur sekitar 89.900 tahun dan juga lukisan babi rusa diperkirakan berumur 85.400 tahun. Berdasarkan penelitian dari kedua gua prasejarah tersebut menjelaskan bahwa lukisan prasejarah yang ada di Kawasan Karst Maros-Pangkep merupakan lukisan prasejarah tertua (Habibi et al., 2020).

Seiring dengan penjalanan waktu yang cukup lama, sebagian besar lukisan tersebut mulai mengalami kerusakan dan terancam punah. Kerusakan pada lukisan terjadi secara antropogenik dan secara alamiah, baik secara fisik, kimiawi maupun biologis. Lukisan prasejarah yang berada tidak jauh dari mulut gua juga mengalami perubahan warna yang semakin signifikan (Suhartono, 2012).

Secara keseluruhan kerusakan lukisan prasejarah disebabkan oleh faktor biologis. Kerusakan secara biologis disebabkan oleh mikroorganisme salah satunya yakni bakteri. Dari hasil identifikasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *X-Ray Diffraction* (XRD) menunjukkan adanya aktifitas bakteri pada permukaan lukisan prasejarah (MacDonald et al., 2019). Keberadaan bakteri pada dinding lukisan berpengaruh signifikan dalam kerusakan lukisan prasejarah, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Dari hasil penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa keberadaan bakteri berperan dalam kerusakan lukisan prasejarah yang ada pada kawasan karst tersebut. Bakteri tersebut memiliki kemampuan membentuk endapan pada dinding karst. Presipitasi batuan kapur yang terjadi pada area dinding lukisan membentuk endapan-endapan putih pada permukaan lukisan sehingga menutupi lukisan prasejarah tersebut. Aktivitas metabolisme meningkatkan pH lingkungan, akibatnya terbentuknya ion karbonat, dan mengendap menjadi kalsium karbonat jika bertemu dengan Ca^{2+} (Habibi et al., 2020)

Selain itu, kerusakan lukisan prasejarah juga disebabkan oleh beberapa jenis bakteri yang menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang berdampak langsung pada lukisan misalnya pada kelompok bakteri dari genera *Bacillus* yang berperan dengan menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang dapat mereduksi senyawa besi (Fe) yang menjadi bahan dasar lukisan sehingga dapat mengubah warna lukisan yang sebelumnya merah menjadi kecoklatan (Habibi et al., 2020). Penelitian yang juga dilakukan oleh Gonzales et al. (1999), menunjukkan bahwa adanya bakteri yang ada pada lukisan prasejarah seperti *Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Arthrobacter viscosus* dan *Micrococcus roseus* berperan dalam reduksi besi sehingga mengubah warna pada lukisan. Kajian mengenai korelasi antara kerusakan yang terjadi pada lukisan prasejarah

dan warna dengan faktor biologis berupa keberadaan bakteri sangat minim. Oleh sebab itu, dilakukan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik bakteri pereduksi besi sebagai salah satu penyebab kerusakan pada area lukisan prasejarah di Kawasan Karst



1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yakni:

1. Untuk memperoleh isolat bakteri pereduksi besi yang berasal dari lukisan prasejarah Kawasan Karst Maros-Pangkep.
2. Untuk mengetahui karakteristik bakteri pereduksi besi penyebab kerusakan pada lukisan prasejarah Kawasan Karst Maros-Pangkep.
3. Untuk menganalisis kemampuan bakteri pereduksi besi penyebab kerusakan pada lukisan prasejarah Kawasan Karst Maros-Pangkep dalam mereduksi besi.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yakni diharapkan dapat memberikan informasi terkait jenis bakteri yang dapat menyebabkan kerusakan pada lukisan prasejarah yang terdapat pada dinding gua Kawasan Karst Maros-Pangkep.

