

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karst adalah daerah yang memiliki bentang alam dan pola hidrologi khusus yang terbentuk dari kombinasi sifat batuan dan memiliki tingkat kelarutan tinggi serta porositas sekunder yang berkembang dengan baik (Widyaningsih et al., 2017). Sebagian besar, kawasan karst di Indonesia tersusun atas batuan karbonat. Salah satu kawasan karst yang cukup populer di Indonesia dan terbesar kedua di dunia setelah Tiongkok yaitu Karst Maros-Pangkep tepatnya di Dusun Rammang-rammang, Desa Salenrang, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan (Karongi et al., 2023). Kawasan tersebut memiliki ciri-ciri dengan bukit yang berbentuk menara atau mogote dengan ketinggian 50-200 meter, berlereng terjal, dan datar pada bagian puncaknya (Utama, 2016). Formasi morfologi ini terbentuk akibat pelarutan batuan karbonat oleh air yang mengandung karbon dioksida dalam jangka waktu yang cukup panjang. Proses pelarutan ini menghasilkan morfologi dan bawah permukaan yang khas dan dapat berfungsi sebagai sistem drainase di bawah permukaan tanah (Prayitno, 2022). Disamping itu, terdapat lubang-lubang alami di sekitar kaki bukit karst yang biasa juga disebut dengan gua atau leang dan di dalamnya terdapat sisa-sisa peradaban para leluhur dari zaman prasejarah (Permana et al., 2021). Kawasan Karst Maros-Pangkep memiliki 286 gua dengan lebih dari 30 gua prasejarah. Salah satu gua yang cukup populer yaitu leang Karampuang (Radiatul et al., 2023).

Leang Karampuang termasuk salah satu dari tiga gua yang tertua di Sulawesi Selatan dan memiliki keunikan yaitu dengan lukisan figur interaksi antara manusia dengan babi yang berumur lebih dari 51.000 tahun. Lukisan tersebut didominasi dengan warna merah mencolok yang menjadi daya tarik wisatawan. Namun, seiring berjalannya waktu, kondisi lukisan pada gua ini tampak buram. Hal tersebut disebabkan karena terjadinya pengelupasan permukaan batu kapur yang luas dan pertumbuhan koralloid yang melimpah pada gua (Oktaviana et al., 2024). Gambaran kondisi pada gua Karampuang belum dijelaskan secara khusus pada literatur, tetapi secara umum, gua memiliki suhu yang berkisar antara 29-30° C dan kelembaban mencapai 74,7 %. Kondisi tersebut dapat menunjang pertumbuhan mikroorganisme (Permana, 2024).

Gua karst dikenal dengan kondisi lingkungan yang ekstrim dan bersifat oligotrofik yaitu keterbatasan nutrient. Meskipun demikian, mikroorganisme seperti bakteri berhasil mengkolonisasi bagian dari lingkungan karst termasuk batuan dan sedimen (Gong et al., 2025). Beberapa mikroorganisme berinteraksi dan membentuk biofilm pada dinding gua, stalagmit, dan stalaktit. Biofilm ini tersusun atas alga, sianobakteri, bakteri, dan jamur. Keberadaan mikroorganisme tersebut menunjukkan adaptasi metabolik yang cukup kompleks, dimana masing-masing mikroorganisme akan bersaing satu sama lain sehingga menghasilkan sekresi senyawa berupa metabolit sekunder untuk bertahan di kondisi lingkungan oligotrofik (Mpakosi et al., 2023).

Metabolit sekunder merupakan senyawa organik dengan struktur kimia kompleks yang diproduksi oleh mikroorganisme. Produksi metabolit ini sering terjadi pada fase pertumbuhan stasioner atau sebagai respons terhadap kondisi oligotrofik (Ruparelia et al., 2022). Contoh metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri yaitu pigmen yang

memiliki peran ekologis, termasuk aktivitas biologis seperti antijamur (Delna et al., 2025).` Produksi pigmen di lingkungan ekstrem seperti gua karst seringkali berkorelasi dengan fungsi protektif terhadap stres oksidatif dan serangan mikroba lain, termasuk jamur sehingga menarik perhatian peneliti untuk mengkaji potensi pigmen bakteri asal karst dalam menghasilkan senyawa obat-obatan baru khususnya sebagai obat antijamur (Agarwal et al., 2023).

Jamur termasuk salah satu penyebab penyakit infeksi pada manusia. Beberapa jamur yang dikenal dapat menyebabkan penyakit infeksi pada manusia diantaranya yaitu *Candida albicans* dan *Malassezia furfur*. *Malassezia furfur* merupakan jamur dengan jenis khamir lopofilik yang secara normal hidup sebagai flora normal di kulit manusia, namun dalam kondisi tertentu dapat berkembang dan menyebabkan dermatitis, ketombe dan folikulitis. *Candida albicans* merupakan penyebab penyakit kandidiasis dan vulvovaginitis (Ratte et al., 2025). Di sisi lain, *Candida albicans* adalah jamur oportunistik yang hidup normal pada mukosa oral, gastrointestinal, dan genitourinal manusia. Apabila terjadi ketidakseimbangan mikrobiota, maka dapat menyebabkan berbagai infeksi dan gangguan imunitas. Infeksi yang disebabkan oleh *Candida albicans* dikenal dengan istilah kandidiasis, yang meliputi kandidiasis oral (*oral thrush*), infeksi kulit, vulvovaginitis, hingga kondisi yang lebih berat seperti *candidemia* dan *invasive candidiasis* pada manusia. Literatur tinjauan klinis menyatakan bahwa *Candida albicans* adalah salah satu spesies *Candida* yang paling sering diisolasi dalam infeksi invasif dan memberikan kontribusi signifikan terhadap morbiditas dan mortalitas (Talapko et al., 2021).

Salah satu jenis pigmen yang diketahui memiliki agen antimikroba dengan spektrum luas yang sangat menjanjikan yaitu prodigiosin. Pigmen bioaktif merah yang dikenal sebagai prodigiosin ini bekerja dengan cara merusak membran plasma bakteri atau jamur, sehingga menyebabkan hilangnya unsur protein dan ion serta menghalangi jalannya metabolisme (Salman et al., 2025). Selain Prodigiosin, terdapat juga pigmen yang efektif dalam aktivitasnya sebagai antijamur yaitu pigmen violacein. Pigmen violacein dapat menurunkan virulensi jamur patogen pada manusia seperti *Candida albicans* dengan cara mengurangi pertumbuhan hifa dan mengganggu pembentukan biofilm sehingga menyebabkan hilangnya komponen intraseluler dan menyebabkan ketidakseimbangan osmotik serta terjadinya kematian pada sel (Duran et al., 2022).

Pengendalian infeksi jamur patogen hingga saat ini masih sangat bergantung pada penggunaan obat antijamur konvensional, yang dalam praktik klinis semakin menghadapi tantangan serius yaitu peningkatan resistensi obat. Antijamur sistemik dan superfisial yang dikenal efektif yaitu kelompok azol. Sekitar 7% dari semua infeksi sistemik yang disebabkan oleh *Candida* sp. menunjukkan penurunan kerentanan terhadap azol (Hossain et al., 2022). *Candida albicans* merupakan ancaman serius bagi kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Menurut laporan Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit Amerika Serikat tentang ancaman resistensi antibiotik, lebih dari 34.000 kasus dan 1700 kematian setiap tahun disebabkan oleh *Candida* sp. yang resisten terhadap obat. Penggunaan obat azol yang lama dan berulang menyebabkan *Candida albicans* beradaptasi dan menjadi resisten terhadap obat tersebut (Bhattacharya et al., 2020). Disamping itu, beberapa studi *in vitro* juga menunjukkan variasi sensitivitas pada *Malassezia furfur* terhadap obat-obat azol seperti ketoconazole, fluconazole, dan itraconazole,

menunjukkan toleransi yang lebih rendah sehingga mengindikasikan potensi resistensi terhadap golongan azol (Leong et al., 2021).

Berdasarkan uraian di atas, diperlukan pencarian dan pengembangan sumber senyawa bioaktif sebagai alternatif pengobatan jamur patogen. Adanya pigmen sebagai sumber obat alami memiliki relevansi penting dalam bidang medis sebagai agen terapeutik alternatif terhadap terapi konvensional, terutama untuk menangani infeksi jamur resisten, sehingga dapat meningkatkan efektivitas terapi dan menurunkan risiko efek samping penggunaan obat sintetis jangka panjang. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk mengetahui potensi aktivitas antijamur dan antioksidan pigmen bakteri asal Karst Maros-Pangkep.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yakni:

1. Mengisolasi bakteri penghasil pigmen asal Leang Karampuang kawasan Karst Maros-Pangkep serta menganalisis aktivitas pigmen bakteri sebagai antijamur secara *in vitro*
2. Menganalisis jenis dan efektivitas antijamur dari pigmen bakteri yang dihasilkan oleh bakteri penghasil pigmen asal Leang Karampuang kawasan Karst Maros-Pangkep
3. Mengetahui jenis senyawa pigmen bakteri asal kawasan Karst Maros-Pangkep yang berpotensi sebagai antijamur

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yakni diharapkan dapat memberikan informasi terkait potensi aktivitas antijamur dari pigmen bakteri asal Leang Karampuang kawasan Karst Maros-Pangkep.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2025-Januari 2026. Pengambilan sampel dilakukan di sekitar lukisan Gua Kawasan Karst Maros-Pangkep. Isolasi, karakterisasi, ekstraksi, dan analisis aktivitas antijamur dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Analisis GCMS dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Pengujian FT-IR dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cawan petri, erlenmeyer, gelas kimia, gelas ukur, gelas arloji, tabung reaksi, labu ukur, batang pengaduk, pipet kapiler, *object glass*, *spin column*, ose bulat, ose lurus, Bunsen, pipet tetes, spoit, sendok tanduk, spatula, penggaris, tabung setrifus, penjepit tabung, rak tabung, gegep, labu semprot, *cool box*, plat tetes, *cotton swab*, *mikropipet*, *blue tip*, lemari pendingin, enkas, vortex, *shaker*, mikroskop, *sentrifuge*, oven, timbangan, *gass chromatography mass spectrometry* (GC-MS), *Fourier Transform Infrared* (FT-IR), *laminar air flow*, dan autoklaf.

2.3 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel swab dari sekitar lukisan prasejarah Kawasan Karst Maros-Pangkep, jamur uji *Candida albicans*, jamur uji *Malassezia furfur*, medium *Tryptone Soya Broth* (TSB), media *Nutrient Agar* (NA), media *Sulfid Indol Motility* (SIM), media, *Urea Agar Base Christensen*, media *Simmon's Citrate Agar* (SCA), media *Methyl Red-Voges Proskauer* (MR-VP), *pepton water*, *crystal violet*, JKJ, alkohol-aseton, safranin, urea 40%, alkohol 70%, methanol, ketoconazole, kalium bromide, aquades, *blank disc*, kapas, tisu, dan aluminium foil.

2.4 Prosedur Kerja

2.4.1 Pengambilan Sampel

pengambilan sampel dilakukan di Leang Karampuang dengan 7 titik lokasi yang berbeda. Proses *sampling* dilakukan dengan menggunakan *cotton swab* di sekitar lukisan pada dinding gua, sampel kemudian dimasukkan ke dalam tabung sentrifus yang berisi larutan *pepton water* dan dimasukkan ke dalam *cool box*. Sampel kemudian di bawa ke Laboratorium untuk pengujian lebih lanjut.

2.4.2 Teknik Sterilisasi Alat dan Bahan

Teknik sterilisasi untuk alat-alat gelas seperti tabung reaksi, cawan petri, dan *object glass*, yaitu menggunakan metode panas kering pada oven pada suhu 180°C dengan durasi 2 jam. Kemudian untuk jarum ose disterilkan dengan metode panas kering menggunakan nyala api Bunsen hingga panas membara. Adapun untuk medium pertumbuhan dan aquades disterilkan dengan metode panas basah menggunakan autoklaf

pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 2 atm.

2.4.3 Pembuatan Medium

Medium Nutrient Agar (NA). Pembuatan medium NA dimulai dengan ditimbang sebanyak 2 gram medium NA, kemudian dilarutkan ke dalam 100 mL aquades dan dipanaskan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 2 atm selama 15 menit.

Medium Tryptone Soya Broth (TSB). Pembuatan medium TSB dimulai dengan ditimbang sebanyak 3 gram medium TSB dan dilarutkan ke dalam 100 mL aquades kemudian diaduk menggunakan batang pengaduk hingga homogen. Selanjutnya, medium disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 2 atm selama 15 menit.

Medium Sulfide Indole Motility (SIM). Pembuatan medium SIM dimulai dengan ditimbang sebanyak 3 gram medium SIM dan dilarutkan ke dalam 100 mL aquades kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga homogen. Selanjutnya, medium disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 2 atm selama 15 menit.

Medium Methyl Red-Voges Proskauer (MR-VP). Pembuatan medium MR-VP dimulai dengan ditimbang sebanyak 1,7 gram medium MR-VP dan dilarutkan ke dalam 100 mL aquades kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga medium homogen. Selanjutnya, medium dimasukkan ke dalam tabung reaksi masing-masing sebanyak 5 mL dan kemudian ditutup menggunakan kapas. Selanjutnya, medium disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 2 atm selama 15 menit.

Medium Simmon's Citrate Agar (SCA). Pembuatan medium SCA dimulai dengan ditimbang sebanyak 2,42 gram medium SCA dan dilarutkan ke dalam 100 mL aquades kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga homogen. Kemudian, medium dimasukkan ke dalam tabung reaksi masing-masing sebanyak 7 mL dan ditutup dengan kapas. Selanjutnya, medium disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 2 atm selama 15 menit.

Medium Urea Agar Base Christensen. Pembuatan medium urea agar base dimulai dengan ditimbang sebanyak 2,4 gram medium urea agar base dan dilarutkan ke dalam 95 mL aquades kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga homogen. Selanjutnya, medium disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 2 atm selama 15 menit. Sebelum digunakan, medium didinginkan terlebih dahulu hingga mencapai suhu 40-50°C, kemudian medium ditambahkan larutan urea 40% sebanyak 5 mL lalu dihomogenkan.

2.4.4 Isolasi Bakteri Penghasil Pigmen

Sampel swab yang berasal dari dinding gua diisolasi dengan metode tuang, sampel diambil sebanyak 1 mL kemudian diinokulasikan pada medium NA. Selanjutnya diinkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C lalu diamati pertumbuhan koloni yang terbentuk. Koloni dengan penampakan morfologi yang berbeda dan menghasilkan pigmen selanjutnya dilakukan pemurnian pada medium NA hingga diperoleh isolat murni.

2.4.5 Karakterisasi Bakteri

Pengamatan Morfologi Koloni. Sebanyak 1 ose isolat bakteri diinokulasikan pada medium NA dengan metode gores quadran, kemudian diinkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C. Koloni yang terbentuk kemudian diamati bentuk, tepian, elevasi dan warnanya menggunakan mikroskop stereo dengan perbesaran 100x.

Pengamatan Morfologi Sel. Pengamatan morfologi sel bakteri dilakukan dengan Teknik pengecatan gram. Sebanyak 1 ose isolat bakteri diulas pada kaca preparat kemudian ditetesi aquades dan difiksasi. Setelah difiksasi, ulasan ditetesi larutan *crystal violet* sebanyak 2 tetes dan didiamkan selama 60 detik lalu dibilas menggunakan aquades. Selanjutnya, ulasan ditetesi larutan JKJ sebanyak 2 tetes dan didiamkan selama 60 detik lalu dibilas menggunakan aquades. Kemudian, ulasan ditetesi larutan alkohol-aseton sebanyak 2 tetes dan didiamkan selama 30 detik lalu dibilas menggunakan aquades. Ulasan selanjutnya ditetesi safranin sebanyak 2 tetes dan didiamkan selama 30 detik lalu dibilas menggunakan aquades. Kemudian kaca preparat ditetesi minyak imersi dan diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000x.

Uji Biokimia. Uji biokimia dilakukan untuk melihat motilitas, produksi H₂S, produksi indol, uji Methyl Red (MR), uji voges Proskauer (VP), uji sitrat, uji urease dan uji katalase.

Uji Motilitas. Sebanyak 1 ose isolat bakteri diinokulasikan dengan cara ditusuk pada medium SIM tegak dengan bantuan ose lurus, kemudian diinkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C.

Uji H₂S. Sebanyak 1 ose isolat bakteri diinokulasikan dengan cara ditusuk pada medium SIM tegak dengan bantuan ose lurus, kemudian diinkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C.

Uji indol. Sebanyak 1 ose isolat bakteri diinokulasikan dengan cara ditusuk pada medium SIM tegak dengan bantuan ose lurus, kemudian diinkubasi selama 3x24 jam pada suhu 37°C. Setelah itu, medium ditambahkan reagen Kovac's untuk mendeteksi adanya senyawa indol yang ditandai dengan terbentuknya cincin berwarna merah lembayung pada permukaan medium.

Uji Methyl Red (MR). Sebanyak 1 ose isolat bakteri diinokulasikan pada medium MR-VP kemudian diinkubasi selama 5x24 jam pada suhu 37°C. Setelah itu, medium ditambahkan reagen *methyl red* untuk mendeteksi adanya senyawa asam campuran yang ditandai dengan terbentuknya cincin merah pada permukaan medium.

Uji Voges Proskauer (VP). Sebanyak 1 ose isolat bakteri diinokulasikan pada medium MR-VP kemudian diinkubasi selama 3x24 jam pada suhu 37°C. Setelah itu, medium ditambahkan 0,2 mL larutan KOH 40% dan 0,6 mL larutan α -naftol kemudian dihomogenkan untuk mendeteksi adanya senyawa asetoin yang ditandai dengan perubahan warna menjadi merah lembayung.

Uji Sitrat. Sebanyak 1 ose isolat bakteri diinokulasikan pada medium urea base agar kemudian diinkubasi selama 2x24 jam pada suhu 37°C.

Uji Urease. Sebanyak 1 ose isolat bakteri diinokulasikan pada medium urea base agar kemudian diinkubasi selama 2x24 jam pada suhu 37°C.

Uji Katalase. Sebanyak 1 ose isolat bakteri diulas pada kaca preparat kemudian ditambahkan 2-3 tetes reagen H₂O₂ untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam menghasilkan enzim katalase yang ditandai dengan terbentuknya gelembung-gelembung gas akibat hidrolisis H₂O₂ oleh enzim katalase yang dihasilkan oleh bakteri.

2.4.6 Ekstraksi Pigmen

Ekstraksi pigmen dilakukan dengan menggunakan metode maserasi. Sel bakteri ditumbuhkan terlebih dahulu selama 2x24 jam pada 20 mL medium TSB. Selanjutnya sebanyak 1 mL kultur bakteri yang ditumbuhkan sebelumnya dipindahkan ke dalam 100 mL medium TSB dan diinkubasi pada suhu ruang selama 2x24 jam. Kultur kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm selama 15 menit. Biomassa sel bakteri kemudian dikumpulkan dan diekstraksi menggunakan 5 mL methanol dan disentrifugasi. Kemudian dilakukan secara berulang hingga biomassa sel tidak berwarna. Supernatan yang terbentuk kemudian dikeringkan pada suhu 50°C menggunakan oven untuk mendapatkan ekstrak pigmen kering bebas pelarut (Chaturvedi et al., 2024). Ekstrak pigmen bakteri selanjutnya digunakan dalam uji antijamur.

2.4.7 Pembuatan Suspensi Jamur Uji

Sebelum melakukan uji antijamur, terlebih dahulu dibuat suspensi jamur dengan cara masing-masing isolat jamur uji diinokulasikan sebanyak 3 ose ke dalam 7 mL aquades steril, kemudian divortex selama 5 menit dengan kecepatan 2.500 rpm hingga homogen. Selanjutnya, suspensi jamur diinokulasikan pada media PDA dengan Teknik *swab* menggunakan *cotton swab*. Kemudian dilakukan uji aktivitas antijamur.

2.4.8 Pengujian Aktivitas Antijamur secara *In Vitro*

Pengujian aktivitas antijamur secara *in vitro* dilakukan menggunakan metode *agar disk diffusion* terhadap jamur patogen *Candida albicans* dan *Malassezia furfur* (Arief dan Meilisari, 2025). Ekstrak pigmen bakteri yang telah bebas pelarut kemudian ditambahkan aquades secukupnya hingga larut. Kemudian kertas cakram steril (*blank disk*) diletakkan ke dalam larutan ekstrak hingga jenuh. Kertas cakram yang mengandung ekstrak pigmen diletakkan pada permukaan media PDA yang sudah terdapat suspensi jamur uji. Dilakukan hal yang sama terhadap kontrol positif berupa ketoconazole dan kontrol negatif berupa *aquades* steril. Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Aktivitas antijamur ditentukan berdasarkan diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar kertas cakram. Ekstrak pigmen bakteri yang memiliki aktivitas antijamur, akan dilkaukan uji lanjut yaitu analisis senyawa menggunakan metode FTIR dan GC-MS.

2.4.9 Identifikasi Pigmen

Analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Analisis pigmen menggunakan FTIR dilakukan dengan cara sebanyak 1-2 mg sampel dicampur dengan 100 mg KBr, kemudian campuran digerus hingga homogen. Selanjutnya, campuran dipres hingga membentuk pelet transparan dan Pelet dimasukkan ke dalam ruang sampel FTIR. Setelah melakukan preparasi sampel, lanjut dilakukan proses analisis pada FTIR dengan pertama-tama, FTIR dikalibrasi terlebih dahulu, kemudian Spektrum IR direkam pada rentang bilangan gelombang yang ditentukan. Selanjutnya, Puncak serapan diinterpretasikan berdasarkan gugus fungsi khas dengan panjang gelombang 500-4000 cm⁻¹.

Analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GCMS). Pigmen yang telah diekstraksi kemudian diambil sebanyak 1,5 mL dimasukkan ke dalam *microtube* lalu

divortex selama 1 menit kemudian disentrifugasi pada kecepatan 6000 rpm selama 3 menit. Supernatan yang terbentuk kemudian diambil untuk dilakukan GC-MS. Suhu injektor 250°C dengan mode *splitless*, tekanan 76,9 kPa dan laju alir 14 mL/min dan rasio 1:10. Suhu sumber ion dan *interface* 200°C dan 280°C, waktu *solvent cut* 3 menit, 400-700 m/z. Jenis kolom SH-Rxi-5Sil MS panjang kolom 30 m dengan diameter dalam 0,25 mm. Suhu awal kolom 700°C dengan waktu tahan 2 menit dan suhu dinaikkan hingga 200°C dengan laju 100°C/min dan suhu akhir 280°C dengan waktu tahan 9 menit dengan laju 50°C/min sehingga total waktu Analisa 36 menit. Data kromatogram yang diperoleh dibaca dengan menggunakan *library* NIST 17 dan Wiley 9 (Sivarajan et al., 2019).

2.4.10 Analisis Data

Uji aktivitas antijamur dianalisis secara kuantitatif dengan mengukur diameter zona hambatan dan persen inhibisi, data hasil pengujian disajikan dalam bentuk gambar dan tabel. Hasil pengujian GCMS dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif dan data hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel. Selanjutnya pigmen kemudian dianalisis dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif dan data hasil pengujian disajikan dalam bentuk gambar dan tabel.