

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Modul Praktikum Biologi Terapan

Biologi terapan merupakan ilmu yang mempelajari tentang segala sesuatu dari makhluk hidup yang dapat diimplementasikan dan memanfaatkan ilmu biologi. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan untuk menunjang keberlangsungan pemahaman konsep ilmu biologi terapan ialah modul. Modul praktikum biologi terapan disusun untuk memudahkan mahasiswa agar dapat melakukan kegiatan praktikum secara sistematis dan karakteristik modul praktikum fungsi dan tujuan yang disusun berprinsip pada kaidah ilmiah percobaan laboratorium. Modul praktikum merupakan acuan bahan ajar yang didesain untuk bisa dipahami dan dipelajari secara mandiri oleh mahasiswa dalam melakukan kegiatan praktikum..Modul praktikum memuat berbagai petunjuk pelaksanaan aktivitas yang komunikatif, sehingga dapat memudahkan mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum (Faizah & Kamal, 2024).

a. Fungsi dan Tujuan Modul Praktikum

Menurut (Arianti & Darmayanti, 2023) modul praktikum dapat membantu peserta didik untuk mendapatkan informasi tentang pendalaman konsep materi serta menjadi petunjuk kegiatan praktikum lebih terarah. Modul yang disusun secara sistematis dengan bahasa

yang mudah dipahami peserta didik sesuai pengetahuan dan tingkat usianya bertujuan supaya siswa dapat belajar mandiri dengan bimbingan yang minimal dari guru (Zaputra et al., 2021)

b. Karakteristik Modul Praktikum

Menurut (Fauzan, 2021) modul praktikum yang dikembangkan hendaknya memiliki 5 karakteristik, yaitu instruksi diri, mandiri, berdiri sendiri, adaptif dan mudah digunakan. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut:

- 1) Instruksi diri (*Self instruction*), modul yang digunakan disusun dengan sedemikian rupa agar peserta didik dapat mempelajari materi secara mandiri.
- 2) Mandiri (*Self Contained*), Modul memiliki semua unsur materi didalamnya dalam satu kesatuan, sehingga peserta didik mampu mempelajari materi secara keseluruhan.
- 3) Berdiri Sendiri (*Stand Alone*)
Modul tidak bergantung pada bahan ajar yang lainnya, sehingga peserta didik dapat mempelajari materi, mengerjakan tugas, menilai dan mengukur kemampuannya secara mandiri.
- 4) Adaptif, modul terus berkembang seiring berkembangnya zaman dengan mengadopsi setiap perkembangan ilmu pengetahuan dan sesuai kebutuhan yang ada.

- 5) Mudah digunakan (*User friendly*), informasi yang digunakan pada modul memberikan instruksi yang jelas agar peserta didik dapat menggunakannya sebagai rujukan dalam belajar.

2. Penelitian Pengembangan

Metode pembelajaran yang digunakan untuk penyusunan dan pengembangan modul sangat beragam, salah satunya yaitu *4D* (*define, design, develop, disseminate*) menurut teori Thiagarajan (Prastiwi et al., 2023; L. Sari, 2017)

a. *Define* (Pendefinisian)

Langkah *define* bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendefinisikan persyaratan pembelajaran dengan menganalisis tujuan batasan materi yang akan dikembangkan. Tahap identifikasi mempunyai lima langkah yang harus dilakukan oleh peneliti, yaitu analisis kurikulum, analisis peserta didik, analisis konsep, analisis tugas, analisis pembelajaran (Zahroh & Yuliani, 2021)

b. *Design* (Perencanaan)

Perencanaan dalam mengembangkan perangkat pembelajaran yang mempunyai empat tahapan, yaitu 1) pemilihan materi pembelajaran; 2) penyusunan standar tes; 3) pemilihan format materi pendidikan yang akan dikembangkan; 4) pembuatan desain awal produk sesuai format yang dipilih. Perancangan yang dilakukan bertujuan untuk membuat alur penelitian menjadi lebih terstruktur dan terarah.

c. *Development* (Pengembangan)

Tahap pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk perangkat pembelajaran yang telah diuji dan dievaluasi berdasarkan expert judgement. Dari uji pengembangan yang dilakukan akan menghasilkan masukan dan kritik langsung berupa reaksi, tanggapan, komentar dari pendidik, peserta didik dan ahli uji validasi terhadap perangkat pembelajaran yang disiapkan.

d. Disseminate (Penyebaran)

Dessiminate merupakan kegiatan yang bertujuan untuk menyebarkan penggunaan alat yang dikembangkan dalam organisasi terkait dalam skala yang lebih besar. Tujuan lain dari fase ini adalah untuk menguji keefektifan penggunaan perangkat dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah dan fase ini merupakan fase akhir dari model pengembangan 4-D

3. Tanaman Genitri (*Elaeocarpus ganitrus*)

Tanaman genitri atau sering disebut dengan rudraksha yang memiliki arti “Air Mata Dewa Siwa” merupakan tanaman multiguna dapat dimanfaatkan dalam segi medis, ekologis, ekonomis, nilai spiritual maupun budaya yang digunakan dalam berbagai tradisi keagamaan di Asia, khususnya bagi pemeluk agama hindu dan Buddha. Bagian dari tumbuhan genitri yang dapat dijadikan obat herbal tradisional yaitu bagian daun, biji, dan buah (Amelia, 2023). Tanaman genitri adalah tanaman yang dianggap suci di India yang dikenal dengan pengobatan Ayurveda dimana pemakainya dianggap mendapatkan efek positif pada jantung dan sarafnya (Kiromah et al., 2022).

Genitri (*Elaeocarpus ganitrus*) termasuk tanaman yang berpotensi sebagai tanaman obat yang ampuh karena memiliki senyawa metabolit didalamnya yang berfungsi sebagai anti diabetes, antikanter, dan antibakteri (Hasanah et al., 2022); (Indriatie et al., 2020); (Lestari et al., 2023); (Primiani, Bhagawan, et al., 2023); (Kinanti et al., 2023); (Rahayu et al., 2021); (Sudradjat & Timotius, 2022); (Kiromah et al., 2020) ;(Hanifah et al., 2023). Kandungan antioksidan yang terdapat pada tumbuhan herbal dapat dimanfaatkan sebagai alternatif penjaga kekebalan sistem imun tubuh; (Evi Marlina et al., 2022). Tanaman Ganitri (*Elaelocarpus ganitrus*) merupakan tanaman yang memiliki sifat imunomodulator yang mana zat ini dapat digunakan untuk pelindung alami dalam meningkatkan imunitas untuk melawan virus-virus yang mencoba masuk kedalam tubuh (Khansa & Madiun, 2023). Berdasarkan penelitian dari (Juliadi et al., 2022) menyatakan bahwa biji ganitri (*Elaeocarpus ganitrus*) yang telah di ekstraksi dapat dimanfaatkan sebagai anti-inflamasi. Bagian dari tumbuhan ganitri yang dapat dijadikan obat herbal tradisional yaitu bagian daun, biji, dan buah (Amelia, 2023)

a. Klasifikasi dan morfologi tanaman ganitri (*Elaeocarpus ganitrus*)

Menurut (W. Bhagawan, S. Saputri, P. Kartini, 2023) tanaman ganitri (*Elaeocarpus ganitrus*) memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Regnum: Plantae (Tumbuhan)
 Devisi : Magnoliophyta (Tumbuhan Berbunga)
 Kelas : Magnoliopsida (Berkeping dua/dikotil)
 Ordo : Malvales
 Famili : Elaeocarpaceae
 Genus : Elaeocarpus
 Spesies : *Elaeocarpus ganitrus*

Tanaman genitri (*Elaeocarpus ganitrus*) termasuk dalam golongan tanaman tingkat tinggi yang memiliki struktur yang kompleks sehingga genitri dapat berperan penting dalam suatu ekosistem. Adapun struktur morfologi tanaman genitri (*Elaeocarpus ganitrus*) sebagai berikut:



Gambar 2.1 Tanaman Genitri (*Elaeocarpus ganitrus*)

Tanaman genitri (*Elaeocarpus ganitrus*) memiliki batang berkayu yang kasar, tidak memiliki bau yang khas, kayu berwarna coklat dengan arah serat yang halus namun memiliki corak yang kurang jelas, berbatang lunak dan ringan dengan percabangan sympodial, antara batang pokok dan batang percabangan sulit dibedakan. Pada usia dewasa tanaman genitri dapat tumbuh mencapai 20-30 meter sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pohon lindung di tepi jalan dan hutan kota (Adiarsa et al., 2023); (Prihatini et al., 2020).

Daun tanaman genitri (*Elaeocarpus ganitrus*) merupakan daun tunggal yang memiliki bentuk lonjong secara tersebar dengan tepian tulang

daun menyirip, tangkai daun genitri cenderung pendek dengan sisi bergerigi (Rahayu, T. P., Kiromah, N. Z. W., Agustina, 2021).

Bunga pada tanaman genitri (*Elaeocarpus ganitrus*) tergolong dalam bunga majemuk, dengan kelopak daun membentuk bulat telur memanjang dan bagian mahkota berwarna kuning yang berbentuk menyerupai lonceng dengan tonjolan bunga cenderung berambut kasar (Adiarsa et al., 2023).

Buah genitri (*Elaeocarpus ganitrus*) berwarna biru bercampur ungu, berbentuk buni bulat, bijinya bertekstur keras, berbentuk bulat dengan permukaan berulir indah sehingga biasa digunakan sebagai bahan kerajinan tangan seperti kalung, tasbih maupun gelang (Primiani, Pujiati, et al., 2023).

b. Habitat Genitri (*Elaeocarpus ganitrus*)

Genitri (*Elaeocarpus ganitrus*) adalah tumbuhan yang berasal dari negara tropis dan subtropis meliputi Indonesia, Myanmar, Malaysia, Thailand, Madagaskar, Cina bagian selatan Nepal dan Kepulauan Pasifik dan Australia, Sedangkan di Indonesia tanaman genitri (*Elaeocarpus ganitrus*) banyak tumbuh di Provinsi Jawa Tengah, Bali, Sumatra, dan Kalimantan (Adiarsa et al., 2023); (Sudradjat & Timotius, 2022); (Primiani, Bhagawan, et al., 2023); (Kinanti et al., 2023). Sebaran hutan tanaman genitri di Jawa Tengah ditemukan di Kabupaten Cilacap, Kebumen, Kendal, Brebes, Purworejo, Banjarnegara, Wonosobo, Banyumas, Temanggung, Semarang dan Karanganyar (Rohandi &

Gunawan, 2015). Sebaran populasi tanaman ganitri sebagian besar di daerah yang cenderung datar dan tersebar luas di ketinggian 0-1.300 mdpl dengan jenis tanah andosol, latosol, regosol, podsolik coklat serta curah hujan berkisar 3.500-4.500 mm/tahun dengan aksesibilitas yang cukup mudah (Rohandi & Gunawan, 2015). Koefisien kemiringan sangat mempengaruhi perkembangan ganitri baik secara vegetatif maupun generatif. Ganitri dapat tumbuh dengan baik pada lahan datar dan miring (0-20%). Kemiringan 10-20 derajat menciptakan keseimbangan pertumbuhan yang tinggi dibandingkan dengan lahan yang curam (Rosa, 2023)

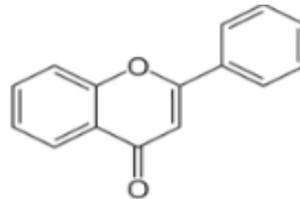
4. Uji Skrining Fitokimia Daun Genitri (*Elaeocarpus ganitrus*)

Uji Skrining fitokimia merupakan tahapan awal untuk pengidentifikasian kandungan senyawa metabolit sekunder yang ada pada tanaman. Skrining fitokimia bertujuan untuk memisahkan kandungan-kandungan senyawa kimia yang memiliki aktivitas biologi dari suatu tanaman. Pengukuran identifikasi komponen bioaktif dari skrining fitokimia dapat dilakukan dengan melihat perubahan warna ekstrak bahan uji dengan reagen yang tertentu (Sorescu et al., 2021). Adapun senyawa-senyawa metabolit sekunder pada ekstrak daun ganitri (*Elaeocarpus ganitrus*) yang dapat identifikasi dan dipisahkan melalui skrining fitokimia, antara lain:

a. Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang bersifat polar dan banyak tersedia di alam terutama pada bagian-bagian tumbuhan

yang tergolong dalam tumbuhan tingkat tinggi, diantaranya bagian daun, bunga, buah, batang, kulit, kayu maupun akarnya. Sebanyak 5-10% senyawa metabolit sekunder ialah flavonoid (Susila Ningsih et al., 2023).



Gambar 2.2 Struktur dasar flavonoid

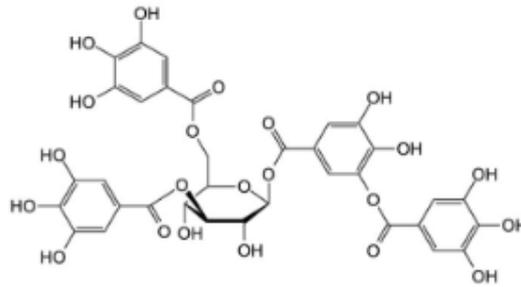
Flavonoid memiliki kerangka dasar yang terdiri dari 15 atom karbon dan 2 cincin benzena terikat pada satu rantai propana yang membentuk susunan C₆-C₃-C₆ (Azalia et al., 2023) . Sehingga dapat diartikan bahwa kerangka karbon yang terdapat pada flavonoid terdiri atas 2 gugus C₆ (Cincin benzene) yang disambungkan oleh rantai alifatik 3 karbon. Dari susunan tersebut dapat diperoleh 3 struktur berupa 1,3-diaril propane (flavonoid); 1,2-diaril propane isoflavonoid); 1,1-diaril propane (neoflavonoid). Pada setiap bagian C-6 memiliki cincin benzena yang terdistribusi yang dihubungkan rantai alifatik oleh atom C-3. Berdasarkan strukturnya flavonoid terbagi beberapa subkelas yaitu flavanon, falvon, antochyanidin, isoflavon dan flavonol (Dias et al., 2021). Pengidentifikasian kandungan senyawa kimia flavonoid pada tanaman dapat ditandai dengan adanya pigmen warna kuning, oranye, merah, biru dan ungu.

Menurut (Rahmawati et al., 2022), salah satu manfaat flavonoid yaitu berpotensi sebagai antibakteri dalam membasmi pertumbuhan bakteri. Adapun mekanisme penghambatan bakteri tersebut adalah:

- 1) Menghambat perkembangbiakan bakteri dengan menyerang DNA girase pada bakteri
- 2) Bersifat toksik sehingga gugus hidroksil pada flavonoid mengakibatkan perubahan transport nutrient dan komponen organik pada bakteri.
- 3) Flavon glikosida, mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan merusak membran plasma dan membocorkan isi intaseluler sel bakteri
- 4) Kaempferol, mampu mengganggu kompleks protein, adhesi, membrane sel, serta menginvasi enzim pada bakteri
- 5) Quercetin, dapat mendenaturasi protein pada bakteri sehingga dapat menurunkan kualitas metabolisme dan menghambat pertumbuhan bakteri. (Álvarez-Martínez et al., 2021)

b. Tanin

Tanin merupakan golongan senyawa porifenol yang tersebar diberbagai jenis tumbuhan yang memiliki rumus kimia $C_{27}H_{52}O_{46}$. Senyawa tanin dapat mengendapkan protein serta berikatan dengan polisakarida untuk membentuk kompleks yang tidak terlarut. Tanin merupakan senyawa polar dengan gugus hidroksi, sehingga untuk mengekstraksinya memerlukan pelarut yang bersifat polar (Handayani et al., 2024)



Gambar 2.3 Struktur kimia tanin

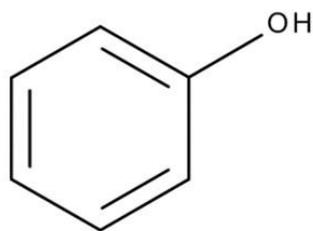
Tanin yang tersebar di alam terbagi menjadi 2 yaitu, tanin yang dapat terhidrolisis terbentuk dari esterifikasi gula (glukosa) dengan asam fenolat sederhana yang merupakan tanin turunan sikimat (asam galat). Sedangkan tanin terkondensasi atau flavolan ialah biosintesis yang berasal dari reaksi kondensasi katekin tunggal. Fungsi tanin menghidrolisis gugus tanin mengakibatkan perubahan warna dari biru menjadi kehitaman, sedangkan tanin yang mengalami kondensasi menghasilkan senyawa berwarna hijau kehitaman (Agustin, 2024)

Tanin memiliki kemampuan sebagai antibakteri melalui reaksi dengan membrane sel, inaktivasi enzim dan inaktivasi materi genetik. Adapun mekanismenya berhubungan dengan inhibisi enzim bakteri, sehingga enzim transkriptase dan DNA topoisomerase tidak terbentuk. Senyawa tanin juga dapat mengganggu adhesi sel mikroba sehingga enzim tidak aktif dan mengganggu transport protein (Yeni, 2022)

c. Fenol

Fenol (C_6H_5OH) merupakan senyawa organik yang memiliki gugus hidroksil terikat pada cincin benzene. Senyawa fenol ialah zat kristal yang bersifat lebih asam dibandingkan alcohol tetapi lebih basa dari

pada asam karbonat karena melepaskan ion H^+ dan hidroksilnya. Selain itu fenol memiliki ciri-ciri tidak berwarna, bau yang khas, korosif dan toksik terhadap kulit.



Gambar 2.4 Senyawa kimia fenol

Fenol dapat berperan sebagai racun dengan menghambat aktivitas enzim bakteri dan juga dapat mendenaturasi protein sehingga aktivitas metabolisme sel bakteri mengalami kematian (Sadiah et al., 2022)

5. Uji Bioautografi dengan Kromatografi Lapis Tipis)

Bioautografi merupakan metode penggabungan antara kromatografi lapis tipis dengan pengujian aktivitas biologis untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif dalam campuran yang kompleks. Senyawa bioaktif yang telah diidentifikasi dapat berfungsi sebagai indikator adanya antibakteri, antioksidan, maupun antikanker.

Pemisahan senyawa dengan kromatografi lapis tipis didasarkan pada afinitas masing-masing molekul senyawa terhadap kepolaran pada saat fase diam dan fase gerak. Fase diam berupa zat padat ialah absorben (penyerap). Fase diam pada KLT dapat berupa silika gel GF₂₅₄ (Naraswanik et al., 2021). Sedangkan fase gerak adalah zat cair berupa larutan pengelusi ekstrak pada saat proses penotolan. Penentuan visualisasi senyawa agar memperoleh nilai retensi faktor dapat divisualisasikan dibawah sinar ultraviolet. Nilai R_f dari

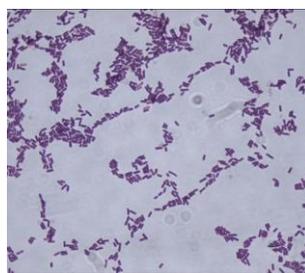
hasil pengamatan kromatografi lapis tipis akan menentukan kepolaran masing-masing senyawa yang telah diidentifikasi.

a. Bioautografi pada bakteri gram positif

Bakteri gram positif merupakan kelompok bakteri yang memiliki dinding sel tebal dan kaku, tersusun atas lapisan peptidoglikan yang kaya asam teikhoat yang mengandung alcohol dan fosfat. Bakteri gram positif memiliki sel berwarna ungu setelah mengalami pengecatan dengan Kristal violet. Contoh dari bakteri gram positif yaitu:

1) *Bacillus subtilis*

Bakteri *bacillus subtilis* ialah bakteri dari golongan gram positif yang berbentuk batang berantai (*streptobasil*), dapat membentuk endospora dibagian sentral, tidak motil dan mempunyai flagela. Bakteri *bacillus subtilis* memiliki kemampuan untuk menghasilkan berbagai enzim sehingga dapat berkontribusi pada siklus nutrisi. Koloni bakteri *bacillus subtilis* berbentuk lonjong dan tidak teratur. *Bacillus subtilis* memiliki toleransi pH berkisar 6,5 – 8 dan dapat optimal pada pH 7,4 (Windiastuti et al., 2023)



Gambar 2.5 Bakteri *Bacillus subtilis* dibawah mikroskop

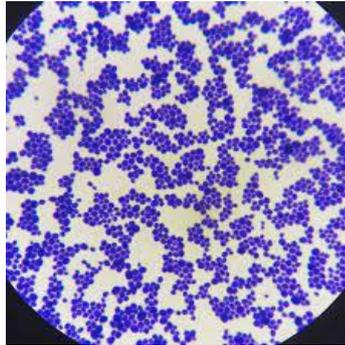
Klasifikasi bakteri *bacillus subtilis* yaitu:
Kingdom: bacteria

Fillum : Firmicutes
Kelas : Bacilli
Ordo : Bacillales
Famili : Bacillaceae
Genus : *Bacillus*
Spesies : *Bacillus subtilis*

Pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* terdiri dari 4 fase yaitu: 1) Fase lag, bakteri melakukan adaptasi terhadap lingkungan seperti suhu, pH maupun nutrisi sehingga pada fase ini pertumbuhannya melambat; 2) Fase eksponensial, bakteri telah menyesuaikan dengan lingkungannya sehingga pertumbuhannya sangat cepat; 3) Fase stasioner, tidak terjadi penambahan sel bakteri biasanya terjadi pada jam ke 19-24; 4) Fase kematian, jumlah sel bakteri mulai menurun karena kandungan nutrisi yang ada pada media mulai menipis (Efendi et al., 2017)

2) *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus memiliki morfologi dengan bentuk kokus yang bersifat non mortal, non spora, anaerob fakultatif, katalase positif dan oksidase negatif yang dapat tumbuh pada suhu 6,5-46°C, pada pH 4,2 – 9,3 namun pembentukan pigmen paling baik adalah pada suhu 20-25°C. Koloni *Staphylococcus aureus* membentuk bundar, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Bakteri *Staphylococcus aureus* dibawah mikroskop

Klasifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* (Fitriana et al., 2024) :

Domain : Bacteris
 Kindom : Eubacteria
 Phylum : Firmicutes
 Class : Bacilli
 Ordo : Bacilales
 Family : Staphylococcaceae
 Genus : *Staphylococcus*
 Spesies : *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus dapat menjadi pathogen sebab kemampuannya dalam membelah diri dan menyebar ke dalam inangnya melalui bahan ekstraseluler berupa enzim maupun toksin. Bakteri *Staphylococcus aureus* dapat difagositosis dengan antibodi yang cukup, tetapi sebagian besar bakter akan tetap bertahan hidup dan sangat sulit untuk dihilangkan seluruhnya. *Staphylococcus aureus* ialah bakteri gram positif yang biasanya ditemukan dalam komunitas mikroba normal pada manusia dan hewan. Namun bakteri ini dapat menyebabkan penyakit ketika sistem imun tubuh menurun (Fitriana et al., 2024).

b. Bioautografi pada bakteri gram negatif

Bakteri gram negatif merupakan bakteri yang memiliki ciri-ciri selnya tidak dapat mempertahankan zat warna Kristal violet pada saat pelunturan sehingga bakteri ini memiliki warna merah, memiliki membrane luar tambahan, dan relatif lebih dapat bertahan terhadap kerusakan mekanis.

1) *Salmonella thypi*

Salmonella thypi merupakan bakteri penyebab penyakit tifus atau demam tifoid, pemicu penyakit yang ditularkan oleh bakteri *Salmonella thypi* yaitu melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi oleh kotoran atau tinja seseorang penderita (Imara, 2020). Bakteri *Salmonella thypi* dapat hidup pada suhu tubuh manusia maupun suhu yang lebih rendah dan akan mati pada suhu 70°C ataupun antiseptik.



Gambar 2.7 Bakteri *Salmonella thypi* dibawah mikroskop

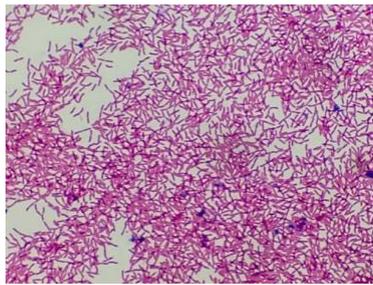
Klasifikasi *Salmonella thypi*:

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Proteobacteria
Ordo	: Gamma probacteria
Class	: Enterobacteriales
Family	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Salmonella</i>
Spesies	: <i>Salmonella thypi</i>

Pathogenesis infeksi *Salmonella thypi* dimulai ketika bakteri dapat bertahan dari asam lambung dan mncapai ke usus halus, gejala yang timbul dapat berupa demam, sakit pada bagian perut dan dapat terjadi diare (Nurmansyah, 2020)

2) *Escherchia coli*

Escherchia coli memiliki bentuk batang pendek membentuk rantai yang disebut kokobasil dan bergerak menggunakan flagel. Bakteri *E.coli* memiliki struktur yang dikeliling oleh membrane sel yang terdiri dari sitoplasma yang mengandung nucleoprotein.



Gambar 2. 8 Bakteri *Escherchia coli* dibawah mikroskop

Klasifikasi bakteri *Escherchia coli* (M. Sabir et al., 2023) :

Kingdom : Bacteria
Filum : Proteobacteria
Kelas : Gamma Proteobacteria
Ordo : Enterobacteriales
Famili : Enterobacteriaceae
Genus : *Escherchia*
Spesies : *Escherchia coli*

Escherchia coli atau sering disebut bakteri *E. coli* merupakan bakteri negatif yang bersifat pathogen yang sering dijumpai pada usus manusia. Penyakit yang biasa ditimbulkan oleh *E.coli* adalah *hemorrhagic* (HC), *hemolytic uremic syndrome* (HUS) dan *thrombotic thrombocytopenic*

purpura (Rudin et al., 2021). *E. coli* pathogen memiliki adhesin yang berfungsi sebagai pelekatan pada sel epitelial yang disandikan oleh gen *eae*.

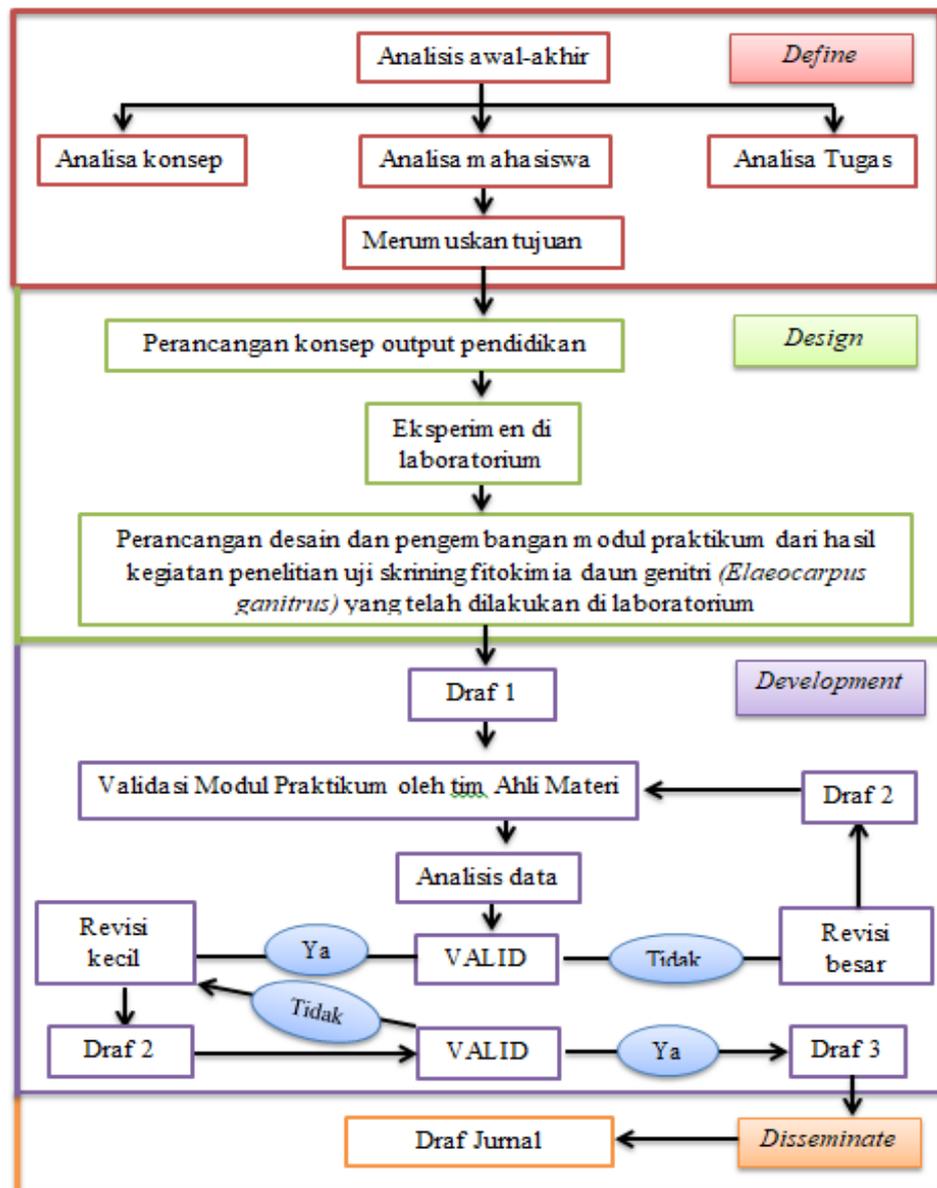
B. Penelitian yang Relevan

Kajian-kajian terkait materi penelitian yang relevan dan selanjutnya diperlukan untuk membandingkan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dikembangkan. Maka persamaan dan perbedaan penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dijelaskan secara deskriptif pada poin berikut ini:

Menurut hasil penelitian (Zahroh & Yuliani, 2021) yang berjudul “Pengembangan E-LKPD Berbasis Literasi Sains untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan” menunjukkan bahwa tahapan-tahapan pengembangan yang digunakan menggunakan metode 4D yang meliputi *define*, *design*, *development* dan *disseminate* di modifikasi menjadi 3D karena penelitian yang dilakukan berhenti pada tahap pengembangan dan tidak dilanjutkan ke tahap *disseminate*/penyebaran. Sumber data yang diperoleh berasal dari validasi, observasi, tes dan angket. Hasil uji coba pengembangan e-LKPD pada peserta didik sebanyak 20 orang siswa kelas XII di SMA Negeri 1 Tarik Sidoarjo menunjukkan presentase yang sangat valid dengan rerata yang didapatkan sebanyak 98,38%.

C. Kerangka Berpikir

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengembangkan modul praktikum dengan memanfaatkan tanaman lokal daun genitri (*Elaeocarpus ganitrus*) berbasis penelitian. Pada modul yang dikembangkan dengan model 4D (*Define, design, develop* dan *disseminate*) yang dicetuskan oleh Sivasailam Thiagarajan hanya difokuskan pada penggunaan teknik kromatografi lapis tipis (KLT) untuk uji skrining fitokimia guna mendeteksi kandungan-kandungan senyawa metabolit sekunder pada ekstrak daun genitri (*Elaeocarpus ganitrus*) yang berfungsi sebagai penghambat perkembangbiakan bakteri dari kelompok gram positif dan gram negatif berupa bakteri *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella thypi* dan *Escherchia coli*. Adapun kerangka berpikir pada penelitian ini ditunjukkan pada bagan alir 2.9.



Gambar 2.9 Bagan alir kerangka berpikir

D. Hipotesis

Ada pengaruh bioautografi pada kandungan senyawa metabolit sekunder dari skrining fitokimia ekstrak daun genitri (*Elaeocarpus ganitrus*) terhadap aktivitas antibakteri