

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

Laktasi adalah proses fisiologis produksi dan sekresi susu yang terjadi setelah persalinan dan dikendalikan oleh koordinasi hormonal serta fungsi jaringan kelenjar mammae (Biswas *et al.*, 2022). Proses ini melibatkan peran utama prolaktin dalam sintesis komponen susu serta oksitosin dalam refleksi ejeksi susu (Kraus *et al.*, 2025). Disfungsi pada salah satu komponen tersebut dapat memicu insufisiensi laktasi atau hipogalaktia, yang berdampak pada keberhasilan menyusui serta kesehatan ibu dan bayi.

Dalam praktik kedokteran, penanganan gangguan laktasi memanfaatkan galaktagog farmakologis seperti domperidone dan metoklopramide yang bekerja melalui peningkatan sekresi prolaktin (Grzeskowiak *et al.*, 2019). Meskipun efektivitas jangka pendek telah dilaporkan, penggunaan obat tersebut memiliki potensi efek samping dan keterbatasan keamanan, sehingga mendorong eksplorasi alternatif yang lebih aman dan mudah diakses dari bahan alam. Pemanfaatan bahan alam memerlukan pembuktian ilmiah berbasis mekanisme agar klaim manfaat didukung oleh rasionalitas biologis, sehingga pendekatan preklinik berbasis analisis mekanistik menjadi penting untuk menjembatani kebutuhan praktis dan tuntutan ilmiah (Balkrishna *et al.*, 2024)



Gambar 2.1 Tanaman Ranti (*Solanum nigrum*)
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2026

Ranti diklasifikasikan secara botani sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta / Angiospermae
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Solanales
Famili : Solanaceae
Genus : *Solanum*
Spesies : *Solanum nigrum* L.

Solanum nigrum telah lama dimanfaatkan sebagai tanaman pangan dan obat tradisional di berbagai negara Asia, termasuk Indonesia khususnya di Suku Tengger, sehingga memiliki ketersediaan bahan baku yang baik dan relevansi sosial yang tinggi (Bhagawan *et al.*, 2023). Variasi kondisi tumbuh serta bagian tanaman yang digunakan dapat memengaruhi konsistensi kandungan metabolit, sehingga aspek ini perlu diperhatikan dalam perancangan penelitian (Pant *et al.*, 2021).

Dari sisi fitokimia, *Solanum nigrum* dilaporkan mengandung berbagai kelompok senyawa seperti alkaloid steroidal, saponin steroidal, flavonoid, senyawa fenolik, dan polisakarida (Kaunda & Zhang, 2019). Keragaman

metabolit tersebut menunjukkan sifat multi-komponen yang berpotensi memodulasi berbagai target biologis secara simultan (X. Chen *et al.*, 2022). Keberadaan golongan glycoalkaloid pada genus *Solanum* juga menuntut perhatian terhadap aspek keamanan, terutama terkait dosis dan rasionalitas penggunaan pada tahap preklinik (Delbrouck *et al.*, 2023). Oleh karena itu, pendekatan penelitian diarahkan pada pemetaan profil metabolit sebagai dasar seleksi kandidat senyawa yang paling relevan, bukan pada isolasi senyawa tunggal. (Queiroz *et al.*, 2024).

Kajian farmakologis *Solanum nigrum* dalam satu dasawarsa terakhir, *Solanum nigrum* lebih banyak dikaji pada indikasi selain laktasi, terutama antikanker dan antimikroba, sehingga bukti farmakologinya kuat tetapi belum spesifik pada jalur laktasi. Studi tinjauan yang dilakukan oleh Zhao *et al.*, (2024) bertujuan merangkum studi tentang *Solanum nigrum* L. melalui analisis komposisi kimia utama, termasuk alkaloid, saponin, polisakarida, dan polifenol, serta menjelaskan mekanisme anti-tumor dari komponen tersebut. Metodologi penelitian menggunakan tinjauan literatur sistematis dengan penelusuran melalui sejumlah sumber ilmiah, yaitu Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan Web of Science. Hasil kajian menunjukkan bahwa *Solanum nigrum* memiliki komponen bioaktif dengan efek anti-tumor multi-target, antara lain penghambatan aktivitas sel glioma, penurunan proliferasi sel kanker rongga mulut melalui induksi apoptosis mitokondria, sitotoksitas signifikan terhadap sel karsinoma hepatoseluler (HepG2) melalui regulasi protein autofagi dan jalur kaspase, serta penghambatan viabilitas sel kanker payudara melalui modulasi

jalur epithelial–mesenchymal transition yang dimediasi fungsi mitokondria. Studi tersebut juga menyoroti keterbatasan penelitian *Solanum nigrum* saat ini dan mengusulkan arah riset lanjutan, sehingga memberikan dasar teoretis bagi eksplorasi fungsi biologis lain di luar indikasi yang telah banyak dikaji.

Studi (Gębarowska *et al.*, 2022) mengevaluasi aktivitas antibakteri, antijamur, antikanker, dan antioksidan dari ekstrak metanol daun dan akar *Solanum nigrum* L., serta menganalisis komposisi kimianya. Penelitian tersebut menggunakan pendekatan uji *in vitro* dan analisis kimia untuk menilai spektrum aktivitas biologis ekstrak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak bagian aerial *Solanum nigrum* menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat terhadap bakteri gram-positif dan *Pectobacterium*, serta efek antijamur signifikan terhadap *Alternaria alternata* dan *Chaetomium globosum*. Kedua ekstrak juga memiliki sifat kemopreventif, ditunjukkan dengan penurunan vitalitas sel kanker (THP1, A549, MCF7, HeLa) dan pengurangan radikal oksigen seluler. Aktivitas biologis tersebut dikaitkan dengan keberadaan senyawa fitokimia seperti isoquercetin, naringenin, rutin, demisine, solamargine, solanine, solasodine, solasonine, dan tomatine. Temuan ini menegaskan bahwa *Solanum nigrum* memiliki potensi farmakologis luas sebagai sumber agen antimikroba alami dan kemopreventif, meskipun aktivitasnya pada regulasi laktasi belum menjadi fokus kajian.

Studi oleh (Muthuvel *et al.*, 2020) membandingkan aktivitas fotokatalitik, antibakteri, dan antioksidan *in vitro* antara nanopartikel ZnO (ZnO-NPs) yang dibiosintesis menggunakan ekstrak daun *Solanum nigrum*.

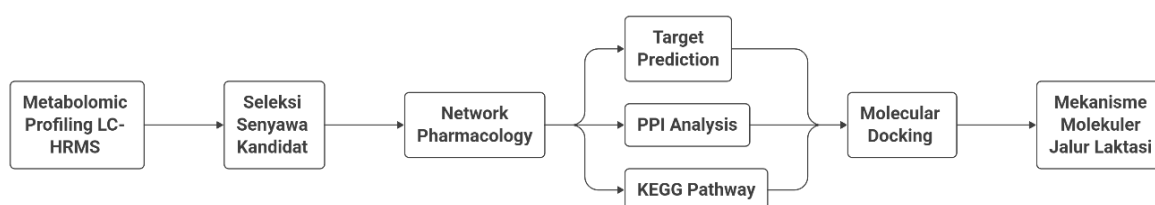
Penelitian tersebut menerapkan tahapan sintesis, karakterisasi, dan evaluasi aktivitas biologis untuk menilai perbedaan kinerja kedua jenis nanopartikel. Hasil utama menunjukkan bahwa ZnO-NPs hasil biosintesis memiliki aktivitas yang lebih tinggi pada seluruh parameter yang diuji dibandingkan nanopartikel yang disintesis secara kimia. Flavonoid dan protein yang berasal dari ekstrak daun *Solanum nigrum* berperan sebagai agen pereduksi dan penstabil, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan aktivitas biologis nanopartikel. Temuan ini memperkuat bukti bahwa komponen fitokimia *Solanum nigrum* memiliki peran fungsional dalam modulasi aktivitas biologis, meskipun kajian tersebut belum mengaitkannya dengan regulasi jalur laktasi.

Bukti kuat antikanker dan antimikroba *Solanum nigrum* menunjukkan bahwa tanaman ini kaya akan metabolit aktif, sementara celah penelitian masih terletak pada belum adanya pemetaan sistemik yang mengaitkan metabolit *Solanum nigrum* dengan target protein dan jalur biologis yang berperan dalam regulasi laktasi. Kondisi tersebut menegaskan perlunya pendekatan yang mampu menjelaskan hubungan senyawa, target, dan jalur secara terstruktur, bukan sekadar pembuktian aktivitas biologis umum. Pendekatan *network pharmacology* relevan untuk tujuan tersebut karena dirancang untuk mengkaji bahan alam yang bersifat multi-komponen dan bekerja pada banyak target, sejalan dengan kompleksitas proses laktasi (Buriani *et al.*, 2020). Melalui *network pharmacology*, hubungan antara senyawa, target protein, dan jalur biologis dapat dipetakan secara sistemik, sehingga mekanisme potensial dapat diidentifikasi secara rasional (Z. Wang *et al.*, 2025).

Untuk memperkuat pemetaan mekanistik tersebut, simulasi *molecular docking* digunakan sebagai verifikasi komputasional awal terhadap potensi interaksi senyawa dengan protein target utama yang terlibat dalam regulasi laktasi (Elkhalifa *et al.*, 2023). Docking memberikan informasi mengenai afinitas ikatan dan pola interaksi pada tingkat struktur molekuler, sehingga membantu menilai kelayakan senyawa kandidat sebelum dilakukan pengembangan atau kajian lanjutan. Integrasi kajian fitokimia, network pharmacology, dan *molecular docking* membentuk kerangka farmasi sistem berbasis komputasi yang runtut dan konsisten, serta memberikan landasan konseptual yang jelas untuk membahas profil senyawa, mekanisme kerja, dan interaksi senyawa–target dalam konteks aktivitas laktogenik secara prediktif.

B. Kerangka Konseptual

Kerangka berpikir dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Kerangka Konseptual Penelitian

Berdasarkan **gambar 2.2** kerangka pemikiran penelitian ini disusun untuk mengeksplorasi potensi aktivitas laktogenik ekstrak daun ranti (*Solanum nigrum*) melalui pendekatan sistemik berbasis analisis *in silico*. Aktivitas laktogenik dipahami sebagai respons biologis yang melibatkan regulasi hormonal dan jalur molekuler terkait fungsi kelenjar mammae, sehingga memerlukan pendekatan yang mampu menautkan kandungan senyawa fitokimia dengan target protein dan jalur biologis yang relevan (Jena *et al.*,

2023a). Kerangka ini dirancang untuk menjelaskan potensi mekanisme kerja ekstrak ranti secara prediktif, tanpa melibatkan pembuktian biologis eksperimental.

Alur kerangka berpikir diawali dengan pemetaan profil metabolit ekstrak daun ranti menggunakan LC-HRMS untuk mengidentifikasi senyawa fitokimia utama (Kobisi *et al.*, 2024). Senyawa teridentifikasi selanjutnya dianalisis menggunakan pendekatan *network pharmacology* untuk memetakan hubungan senyawa dengan target molekuler dan jalur biologis yang berperan dalam regulasi laktasi (Gao *et al.* 2022).

Target molekuler prioritas yang diperoleh kemudian dievaluasi melalui simulasi *molecular docking* guna menilai potensi interaksi dan afinitas ikatan antara senyawa fitokimia dan reseptor target jalur laktasi (Dong *et al.*, 2021; Attique *et al.* 2019). Dengan alur tersebut, kerangka pemikiran ini menghubungkan profil metabolit, pemetaan mekanisme molekuler, dan verifikasi interaksi senyawa–reseptor secara komputasional untuk menjawab tujuan penelitian.