

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara beriklim tropis dengan suhu dan kelembapan yang tinggi. Kondisi lingkungan seperti ini mendukung pertumbuhan berbagai mikroorganisme, termasuk mikroorganisme patogen. Akibatnya, masyarakat di Indonesia memiliki resiko tinggi terkena infeksi jamur. Salah satunya *Candida albicans*, yang dikenal sebagai jamur oportunistik dalam tubuh manusia (Berman & Krysan, 2020; Talapko *et al.*, 2021b). *C. albicans* merupakan jamur komensal yang secara normal dapat ditemukan pada mukosa tubuh manusia, namun dalam kondisi tertentu dapat berubah menjadi patogen oportunistik. Infeksi yang disebabkan oleh *C. albicans* dikenal dengan istilah kandidiasis, yang dapat menyerang berbagai bagian tubuh seperti mulut, saluran pernapasan, pencernaan, dan vagina (Huda *et al.*, 2022). Kandidiasis oral merupakan salah satu infeksi jamur oportunistik yang paling sering ditemukan di rongga mulut (Permatasari *et al.*, 2022). Perubahan *C. albicans* dari bentuk komensal menjadi patogen dipengaruhi oleh berbagai faktor predisposisi, seperti penurunan daya tahan tubuh dan gangguan keseimbangan flora normal.

Menurut laporan *World Health Organization* (2022) dalam *Fungal Priority Pathogens List* (FPPL), *C. albicans* diklasifikasikan sebagai salah satu dari empat jamur patogen dengan kategori ancaman kritis (*critical priority group*), bersama dengan *Candida auris*, *Cryptococcus neoformans*, dan *Aspergillus fumigatus*. Kategori ini diberikan berdasarkan tingkat kepentingan kesehatan masyarakat yang tinggi, yang mencakup angka kejadian, tingkat kematian, beban penyakit (*morbidity*), serta meningkatnya resistansi terhadap obat antifungal konvensional. WHO menekankan bahwa resistansi antifungal dan tingginya angka infeksi yang disebabkan oleh *C. albicans* telah menjadikannya sebagai patogen prioritas global yang memerlukan perhatian riset dan pengembangan secara intensif. *C. albicans* tidak hanya dianggap sebagai penyebab infeksi jamur umum, tetapi juga sebagai ancaman serius bagi kesehatan masyarakat dunia karena kemampuannya beradaptasi dan bertahan terhadap berbagai agen antifungal.

Permasalahan utama dalam pengendalian infeksi *C. albicans* saat ini adalah meningkatnya resistensi terhadap obat antifungal konvensional, seperti golongan Azole, Polyenes, dan Echinocandins (Irfan & Haryoto, 2022). Resistensi ini menyebabkan efektivitas pengobatan menurun, sehingga pengendalian infeksi menjadi semakin sulit. Fenomena ini menjadi tantangan besar dalam dunia medis, khususnya di wilayah tropis seperti Indonesia yang memiliki tingkat kelembapan tinggi dan mendukung pertumbuhan jamur. Seiring dengan meningkatnya resistensi terhadap obat antifungal, diperlukan alternatif terapi baru yang lebih efektif dan aman. Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan adalah pemanfaatan senyawa alami dari tanaman yang memiliki aktivitas antifungal. Tanaman yang memiliki aktivitas antifungal dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak tanaman *Cinnamomum zeylanicum* yang termasuk *familia* Lauraceae yang memiliki potensi sebagai antikandidiasis (Sophia, 2023). Temuan tersebut membuka peluang untuk mengidentifikasi sumber bahan alam lainnya yang memiliki kemampuan serupa dalam menghambat pertumbuhan *C. albicans*.

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara megabiodiversitas dengan kekayaan flora yang sangat tinggi, termasuk spesies dari famili Zingiberaceae yang telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional (Qasrin *et al.*, 2020). Famili Zingiberaceae, yang secara umum dikenal sebagai kelompok tanaman jahe-jahean, memiliki nilai penting baik dari aspek ekonomi maupun farmakologi. Kelompok tanaman ini telah lama dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat sebagai bahan rempah dalam kuliner, komponen utama dalam ramuan obat tradisional atau jamu, bahan baku produk kosmetik berbasis alami, serta sebagai tanaman hias karena bentuk dan aromanya yang khas. Bagian tanaman yang paling sering digunakan dari famili Zingiberaceae adalah rimpang, karena berperan sebagai tempat akumulasi metabolit sekunder (Rosadi, 2024).

Salah satu tanaman yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber senyawa alami adalah Kapulaga Jawa (*Wurfbainia compacta* (Sol. ex Maton) Skornick. & A.D. Poulsen), yang termasuk dalam famili Zingiberaceae (Rezeki & Rahmayanti, 2021). Ekstrak etanol daunnya memiliki aktivitas antifungal dengan konsentrasi 100% yang mampu menghambat jamur sebesar 72 mm (Khusnul *et al.*,

2019). Kandungan metabolit sekundernya meliputi alkaloid, tanin, polifenol, flavonoid, terpenoid, steroid, dan saponin. Flavonoid diketahui memiliki berbagai aktivitas farmakologis seperti antioksidan, sitotoksik, antidiabetes, dan antiinflamasi (Huda *et al.*, 2022). Penelitian oleh Meylani *et al.*, (2026) secara *in silico* melalui analisis *molecular docking* menunjukkan bahwa senyawa aktif dari air sadapan batang (*W. compacta*), khususnya *ethyl iso-allocholate*, memiliki afinitas ikatan yang tinggi terhadap protein virulensi *C. albicans*, terutama pada protein SAP6 dengan energi ikat mencapai $-8,4$ kcal/mol, yang mengindikasikan interaksi yang stabil dan berpotensi menghambat mekanisme patogenitas jamur. Selain itu, hasil analisis farmakokinetik dan toksisitas (*ADMET*) menunjukkan bahwa senyawa tersebut memiliki profil yang aman, dengan tingkat toksisitas rendah serta tidak bersifat hepatotoksik, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai kandidat antifungal berbasis bahan alam. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada ekstrak biji dan daun, salah satu bagian dari *W. compacta* yang belum banyak diteliti adalah air sadapan yang berasal dari batangnya. Kondisi ini menunjukkan adanya celah penelitian yang penting untuk digali, khususnya dalam mengkaji hubungan antara kandungan senyawa aktif dalam air sadapan dengan aktivitas antifungal terhadap pertumbuhan *C. albicans*, secara *in vitro*.

Berdasarkan permasalahan resistansi antifungal dan adanya indikasi senyawa aktif pada genus *Wurfbainia*, penelitian ini diarahkan untuk menguji potensi antifungal air sadapan batang kapulaga Jawa terhadap *C. albicans* sebagai dasar ilmiah pengembangan agen antijamur alami. Penelitian ini penting dilakukan untuk membuktikan secara ilmiah aktivitas penghambatan air sadapan batang Kapulaga Jawa (*W. compacta*) terhadap pertumbuhan *C. albicans* melalui pengujian secara *in vitro*. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi langkah awal dalam pengembangan alternatif terapi berbasis bahan alam yang lebih aman, serta berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap obat antifungal sintetis yang kini menunjukkan peningkatan resistansi.

Penelitian ini juga memiliki relevansi dalam dunia pendidikan, khususnya pada bidang biologi, mikrobiologi, farmasi, dan kesehatan, karena hasil penelitian ini dikembangkan menjadi *booklet* sebagai bahan ajar yang dapat digunakan

sebagai media pembelajaran kontekstual. Melalui *booklet* ini, mahasiswa atau peserta didik dapat memahami penerapan konsep ilmiah dalam eksplorasi bahan alam sebagai sumber senyawa bioaktif, khususnya dalam penelitian aktivitas antifungal terhadap *C. albicans*. Selain itu, penyajian materi dalam bentuk *booklet* diharapkan dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep, menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, serta memberikan gambaran mengenai proses penelitian ilmiah yang berkaitan dengan potensi sumber daya hayati lokal. Pengembangan *booklet* ini juga diharapkan dapat memperkenalkan pemanfaatan tanaman obat tradisional, seperti kapulaga jawa (*W. compacta*), sebagai bagian dari kajian etnobotani dan etnomedisin yang didukung oleh bukti ilmiah, sehingga dapat memperkaya wawasan ilmu pengetahuan di bidang mikrobiologi dan biologi terapan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana potensi antifungal air sadapan batang kapulaga Jawa (*Wurfbainia compacta* (Sol. ex Maton) Skornick. & A.D. Poulsen) terhadap pertumbuhan *Candida albicans* secara *in vitro*?”

1.3 Definisi Operasional

Agar penelitian ini tidak menimbulkan kesalahpahaman dalam penafsiran terhadap istilah yang digunakan, maka penulis mendefinisikan secara operasional sebagai berikut:

1.3.1 Potensi Antifungal

Potensi antifungal adalah kemampuan suatu zat atau senyawa untuk menghambat pertumbuhan atau membunuh jamur yang dapat menyebabkan infeksi atau kerusakan pada organisme lain. Dalam konteks penelitian ini, untuk membuktikan senyawa aktif yang ada dalam penelitian Meylani *et al.*, (2026) secara *in silico* melalui analisis *molecular docking* menunjukkan bahwa senyawa aktif dari *W. compacta*, khususnya *ethyl iso-allocholate*, memiliki afinitas ikatan yang tinggi terhadap protein virulensi *C. albicans*, terutama pada protein SAP6 dengan energi ikat mencapai $-8,4$ kcal/mol, yang mengindikasikan interaksi yang stabil dan berpotensi menghambat mekanisme patogenitas jamur. Potensi antifungal diukur

melalui uji aktivitas terhadap *C. albicans* dengan melihat terbentuknya zona hambat di sekitar sampel uji pada media padat. Indikator hasil yang digunakan adalah diameter zona hambat (dalam milimeter) yang menunjukkan luas area di mana pertumbuhan jamur terhambat. Dikatakan efektif dan kuat jika diameter zona hambat pertumbuhan >10 mm dan dinyatakan lemah jika diameter diameter zona hambat < 10 mm (Davis & Stout, 1971).

1.3.2 Air Sadapan

Air sadapan adalah cairan alami yang keluar dari bagian tanaman, dalam penelitian ini berasal dari batang Kapulaga Jawa (*W. compacta*). Cairan tersebut diperoleh dengan cara memotong batang tanaman, kemudian menutup dan merundukan bagian yang telah dipotong menggunakan botol penampung (steril) hingga cairan keluar dan terkumpul di dalam botol. Penyadapan direncanakan dilakukan pada pagi hari sekitar pukul 08.00 WIB, di lokasi tumbuh alami tanaman, dengan kondisi lingkungan yang diperkirakan memiliki suhu antara 25–28°C dan kelembapan relatif 70–80%. Proses penyadapan akan dibiarkan berlangsung selama 24 jam, menyesuaikan dengan intensitas keluarnya cairan dari masing-masing batang tanaman. Karena volume air sadapan yang dihasilkan dapat bervariasi tergantung faktor fisiologis tanaman, umur, serta kondisi lingkungan saat penyadapan, maka volume per tanaman akan ditentukan secara empiris melalui pra-penelitian. Data pra-penelitian tersebut nantinya digunakan sebagai dasar untuk menetapkan rata-rata volume cairan yang representatif per tanaman. Seluruh cairan yang diperoleh akan dikumpulkan dalam wadah steril, disimpan pada suhu ruang yang terkontrol, dan segera digunakan dalam uji aktivitas antifungal terhadap *C. albicans*.

1.3.3 Kapulaga Jawa

Kapulaga Jawa (*W. compacta*) merupakan salah satu spesies dari famili Zingiberaceae yang dikenal luas sebagai rempah sekaligus tanaman obat tradisional. Tanaman ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai keperluan kesehatan, seperti meningkatkan daya tahan tubuh dan membantu mengatasi gangguan pencernaan. Secara morfologis, Kapulaga Jawa (*W. compacta*) memiliki batang semu yang tersusun dari pelepah daun, daun berbentuk lanset

memanjang, serta buah kecil berwarna hijau hingga kekuningan saat masak. Tanaman ini umumnya tumbuh baik di daerah dengan kelembapan tinggi, curah hujan sedang hingga tinggi, dan tanah gembur yang kaya bahan organik.

Dalam penelitian ini, bagian tanaman yang digunakan adalah batangnya, karena dari bagian ini diperoleh air sadapan alami yang diduga mengandung senyawa aktif dengan aktivitas antifungal. Sampel tanaman akan diambil dari kebun budidaya Kapulaga Jawa (*W. compacta*) masyarakat di wilayah “Nagarakasih, Kelurahan Kersanagara, Kecamatan Cibeureum, Kota Tasikmalaya” yang memiliki kondisi lingkungan alami dan representatif untuk pertumbuhan Kapulaga Jawa (*W. compacta*). Pemilihan lokasi tersebut dilakukan dengan pertimbangan bahwa tanaman tumbuh secara optimal tanpa perlakuan pestisida kimia, sehingga air sadapan yang diperoleh diharapkan murni berasal dari proses fisiologis tanaman.

1.3.4 *Candida albicans*

Candida albicans merupakan spesies jamur bersifat oportunistik yang secara alami dapat ditemukan pada tubuh manusia, terutama di rongga mulut, saluran pencernaan, dan area genital. Dalam kondisi normal, jamur ini hidup berdampingan dengan mikroorganisme lain tanpa menimbulkan gangguan. Namun, ketika terjadi penurunan sistem imun atau ketidakseimbangan flora normal, *C. albicans* dapat berkembang berlebihan dan menyebabkan infeksi yang dikenal sebagai kandidiasis.

Dalam penelitian ini, jamur uji yang digunakan adalah galur standar *C. albicans*, *American Type Culture Collection* (ATCC, 14053), yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Galur (ATCC, 14053) dipilih karena memiliki karakter genetik yang stabil dan umum digunakan dalam penelitian antifungal, sehingga hasil penelitian dapat dibandingkan secara ilmiah dengan studi-studi terdahulu yang menggunakan standar serupa.

Sebelum digunakan dalam pengujian, *C. albicans* (ATCC, 14053) akan diremajakan dengan menumbuhkannya pada media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24–48 jam untuk mendapatkan koloni aktif. Koloni yang tumbuh kemudian akan disuspensikan dalam larutan NaCl

fisiologis 0,9%, hingga diperoleh kekeruhan yang setara dengan standar McFarland 0,5 ($\approx 1,5 \times 10^8$ CFU/mL). Suspensi tersebut digunakan sebagai inokulum standar uji antifungal, agar pengujian memiliki tingkat konsistensi dan keandalan yang tinggi.

1.3.5 Studi *In Vitro*

Studi *in vitro* adalah jenis penelitian yang dilakukan di luar organisme hidup, biasanya dalam kondisi terkontrol di laboratorium menggunakan wadah seperti tabung reaksi, cawan Petri, atau mikrotiter plate. Terdapat variasi konsentrasi air sadapan batang kapulaga Jawa (*W. compacta*) 25%, 50%, 75%, dan 100%, serta control positif, dan control negatif. Kontrol positif yang digunakan adalah ketokonazol 0,2%, sebagai perbandingan untuk menunjukkan bahwa eksperimen yang digunakan sudah tepat dan menghasilkan perubahan positif (memiliki efek menghambat pertumbuhan *C. albicans*). Tujuan studi *in vitro* adalah untuk mengamati dan mengukur respon biologis secara langsung tanpa pengaruh sistem tubuh yang kompleks. Metode difusi cakram (*disk diffusion method*) yang digunakan dalam penelitian ini yang merupakan salah satu pendekatan *in vitro* yang paling umum. Dalam penelitian ini, studi *in vitro* digunakan untuk mengetahui potensi antifungal sampel terhadap pertumbuhan jamur *C. albicans*.

1.3.6 Suplemen Bahan Ajar Biologi

Suplemen bahan ajar biologi dalam penelitian ini berupa *booklet* pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian tentang potensi antifungal air sadapan batang kapulaga jawa (*W. compacta*) terhadap pertumbuhan *C. albicans*. *Booklet* ini digunakan sebagai bahan ajar pendukung pada materi mikrobiologi dan pemanfaatan sumber daya hayati. Isi *booklet* memuat ringkasan konsep, prosedur penelitian *in vitro*, serta hasil uji aktivitas antifungal menggunakan metode difusi cakram (*disk diffusion method*) untuk mengukur daya hambat pertumbuhan *C. albicans*. *Booklet* ini disusun sebagai media pembelajaran kontekstual yang mengintegrasikan konsep biologi dengan penerapan metode ilmiah di laboratorium.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bagaimana potensi antifungal air sadapan batang kapulaga Jawa (*Wurfbainia compacta* (Sol. ex Maton) Skornick. & A.D. Poulsen) terhadap pertumbuhan *Candida albicans* secara *in vitro*.

1.5 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan digunakan untuk kepentingan baik secara teoritis maupun secara praktis. Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Kegunaan Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang mikrobiologi dan bioteknologi bahan alam, khususnya dalam memahami bagaimana air sadapan batang Kapulaga Jawa (*W. compacta*) dapat berperan sebagai agen antifungal terhadap pertumbuhan *C. albicans*. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memperkuat pemahaman tentang mekanisme kerja senyawa aktif pada tanaman famili Zingiberaceae yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan antijamur alami dalam bidang farmasi maupun biomedis. Dari sisi pendidikan, penelitian ini juga memiliki nilai teoritis sebagai suplemen bahan ajar biologi, karena memberikan contoh penerapan langsung dari konsep ilmiah seperti studi *in vitro*, metode difusi cakram, serta interaksi antara mikroorganisme dan bahan alam. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya menambah wawasan teoritis mengenai aktivitas antifungal, tetapi juga memperkaya pengembangan pembelajaran biologi berbasis riset (*research-based learning*) yang kontekstual dan relevan dengan potensi sumber daya alam Indonesia.

1.5.2 Kegunaan Praktis

Menyediakan alternatif terapi alami yang potensial bagi masyarakat dalam mengatasi infeksi jamur, khususnya yang disebabkan oleh *C. albicans* yang resisten terhadap obat antifungal konvensional, serta mendukung pengembangan sumber daya hayati Indonesia sebagai bahan dasar pembuatan obat herbal antifungal yang ramah lingkungan, sekaligus memperkuat nilai kearifan lokal dalam bidang pengobatan tradisional.