

BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tujuh spesies Piperaceae dari HPPB Universitas Andalas berhasil diidentifikasi. Di antaranya, *Piper aduncum*, *P. porphyrophyllum*, dan *P. cf. betle* menunjukkan aktivitas antijamur tertinggi terhadap empat jamur patogen tanaman karet (*Rigidoporus microporus*, *Ceratocystis fimbriata*, *Colletotrichum gloeosporioides*, dan *Corynespora cassiicola*) dengan rata-rata inhibisi 85,68% (ekstrak metanol).
2. Fraksi heksana *P. aduncum* menghambat *R. microporus* hingga 100%, dengan apiol (34,32%) sebagai senyawa utamanya menurut GC-MS. Dari fraksi etil asetat *P. porphyrophyllum*, senyawa murni 5,7-dimetoksiflavon berhasil diisolasi dan dikarakterisasi lewat NMR dan MS.
3. Fraksi heksana *P. aduncum* memiliki nilai IC_{50} bervariasi (0,027-0,309 mg/mL) secara *in vitro*, sedangkan senyawa 5,7-dimetoksiflavon dari fraksi etil asetat *P. porphyrophyllum* juga memperlihatkan aktivitas antijamur dengan nilai IC_{50} berkisar 0,011–0,228 mg/mL terhadap keempat jamur patogen.
4. Senyawa 5,7-dimetoksiflavon menunjukkan aktivitas sitotoksik terhadap sel kanker payudara MCF-7 dengan nilai IC_{50} sebesar 9,935 μ g/mL, menandakan potensi sebagai agen antikanker alami yang cukup menjanjikan pada tahap skrining awal.

Keseluruhan hasil ini memperkuat posisi *P. aduncum* dan *P. porphyrophyllum* serta senyawa turunannya sebagai kandidat kuat dalam pengembangan agen biokontrol berbasis tanaman dan sumber senyawa antikanker alami, sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

5.2. Saran Penelitian Lanjutan

Berdasarkan temuan dan keterbatasan penelitian ini, disarankan beberapa hal untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Isolasi dan Elusidasi Senyawa Aktif Lain: Lakukan isolasi senyawa lain dari fraksi heksana *P. aduncum* (terutama apiol dan turunannya).
2. Uji Mekanisme Aksi: Pelajari mekanisme antijamur secara molekuler, misalnya melalui pengamatan ultrastruktur dengan SEM/TEM, pengukuran kebocoran membran sel jamur, atau inhibisi enzim spesifik (seperti sintase ergosterol).
3. Formulasi dan Uji Stabilitas: Kembangkan formulasi biofungisida (emulsi, mikrokapsul, atau nanopartikel) dari fraksi aktif atau senyawa murni, lalu uji *shelf life*, fotostabilitas, dan efektivitasnya dalam kondisi penyimpanan yang berbeda.
4. Uji Lapangan Terintegrasi: Lakukan uji aplikasi lapangan skala besar pada kebun karet dengan desain percobaan yang memadai (Rancangan Acak Kelompok) untuk menilai efektivitas pengendalian penyakit, dampak terhadap mikroba tanah non-target, dan pengaruhnya terhadap produktivitas lateks.
5. Studi Toksisitas dan Keamanan: Lakukan uji toksisitas akut dan kronis (uji LD₅₀, uji iritasi, uji mutagenisitas) terhadap hewan model serta kajian dampak lingkungan (toksisitas terhadap organisme non-target) untuk memastikan keamanan produk.
6. Optimalisasi Budidaya dan Ekstraksi: Kaji potensi budidaya *P. aduncum* (agroekologi, pemuliaan, panen) serta optimasi metode ekstraksi dan fraksinasi (misal dengan ultrasonic-assisted extraction atau microwave-assisted extraction) untuk produksi skala besar yang efisien.
7. Eksplorasi Bioaktivitas Lain: Uji potensi aktivitas lain dari senyawa hasil isolasi (seperti antioksidan, antiinflamasi, atau antimikroba terhadap patogen manusia) untuk meningkatkan nilai tambah dan aplikasi lintas bidang.
8. Studi Bioinformatika dan *Docking* Molekuler: Lakukan analisis *in silico* untuk memprediksi interaksi senyawa aktif dengan target molekuler pada jamur patogen atau sel kanker, guna memahami mekanisme aksi dan merancang senyawa turunan yang lebih potensial.