

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Waktulah

Ganoderma boninense (*G. boninense*) merupakan patogen yang merusak tanaman kelapa sawit dan menyebabkan penyakit busuk pangkal batang (BPB) (Puspika & Pinem, 2018). Pada tanaman kelapa sawit, daun yang belum terbuka dan berbentuk tombak merupakan indikator penting dalam mendeteksi perwaktulahan pada pangkal akar atau batang tanaman kelapa sawit yang terserang *G. boninense*. Daun tombak merupakan daun yang belum terbuka sempurna dan terletak pada bagian atas tajuk palem. Daun tombak yang menunjukkan tanda-tanda kerusakan atau pertumbuhan terhambat sering kali dikaitkan dengan waktulah pada akar atau sistem perakaran. Infeksi *G. boninense* umumnya menyebar melalui kontak akar (*miselium*) serta penyebaran basidiospora melalui udara masih terbatas (Hutagaol & Wirianata, 2023).

Pada umumnya petani menggunakan fungisida sintetis untuk pengendalian fungi patogen, bahkan dalam beberapa kasus penggunaan fungisida sintetis melebihi batas aman sehingga tidak efektif dalam mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh fungi patogen (Utami & Catri, 2021). Delvian *et al.* (2021), menjelaskan bahwa tujuan penggunaan fungisida adalah untuk memutus hubungan parasit antara tanaman dengan fungi patogen. Namun, terdapat kekhawatiran mengenai efek sisa disinfektan dan potensi dampaknya terhadap mikroorganisme yang menguntungkan.

Mikroorganisme sebagai pengendali hayati memberikan alternatif yang lebih ramah lingkungan dan hemat biaya dibandingkan metode pengendalian kimia. Penggunaan

mikroorganisme sebagai agens pengendalian hayati mempunyai potensi yang tinggi dalam menghambat serangan patogen serta dapat beradaptasi dan berkolonisasi pada akar (Istikorini & Budiman, 2023). Bakteri mampu menguraikan dan mendekomposisi kitin yang membentuk dinding sel fungi, sehingga bakteri ini memiliki potensi besar untuk menghambat pertumbuhan fungi patogen pada tanaman. Bakteri ini termasuk dalam kategori bakteri kitinolitik. Bakteri ini memproduksi enzim kitinase guna mengasimilasi kitin sebagai sumber karbon dan nitrogen. Beberapa jenis bakteri seperti *Streptomyces*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Aeromonas*, *Serratia*, dan *Vibrio* dilaporkan memiliki aktivitas kitinolitik (Murtadha *et al.*, 2018).

Ramdan (2023) menunjukkan bahwa bakteri yang berasal dari perakaran tanaman kelapa sawit mempunyai efek penghambatan terhadap *G. boninense*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa terdapat tujuh isolat bakteri *rizosfer* tanaman kelapa sawit yang mampu menghambat pertumbuhan *G. boninense* secara *in vitro*. Ketujuh isolat tersebut, yaitu BR-2, BR-4, BR-8, BR-10, BR-11, BR-16, dan BR-20, menunjukkan kategori daya hambat yang bervariasi, yaitu kuat, sedang, dan lemah, dengan kemampuan hambat masing-masing sebesar 50,47%, 32,8%, 31,90%, 46,67%, 41,42%, 26,67%, dan 53,33%.

Proses ekstraksi diperlukan untuk memisahkan senyawa bioaktif yang berperan dalam aktivitas antifungi. Pelarut metanol banyak digunakan dalam proses ekstraksi karena kemampuannya dalam melarutkan senyawa polar dan semi-polar, termasuk senyawa fenolik, alkaloid, dan flavonoid yang diketahui memiliki aktivitas antimikroba. Ekstrak metanol dari bakteri diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder yang dapat bekerja secara langsung

terhadap patogen atau secara tidak langsung dengan menstimulasi pertahanan tanaman (Alfauzi *et al.*, 2022). Oleh karena itu, ekstraksi menggunakan pelarut metanol merupakan pendekatan penting dalam mengoptimalkan pemanfaatan potensi biokontrol dari bakteri. Irma *et al.* (2018), berhasil mengekstraksi supernatan bakteri yang dapat menghambat pertumbuhan *G. boninense*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa efektivitas ekstrak bakteri lebih unggul dibandingkan dengan tanpa ekstrak atau kultur bakteri. Rupaedah *et al.* (2024), melaporkan bahwa ekstrak yang dihasilkan oleh bakteri BS1727 tidak hanya menghambat pertumbuhan fungi tetapi juga menunjukkan aktivitas antifungi yang lebih kuat dibandingkan kontrol. Hal ini tercermin dari adanya zona hambatan yang terbentuk di sekitar koloni bakteri pada media agar yang menunjukkan bahwa senyawa volatil tersebut memiliki aktivitas antifungi yang efektif terhadap fungi patogen tersebut.

Efektivitas antifungi dari bakteri terbatas oleh kondisi lingkungan atau oleh degradasi senyawa bioaktif yang dihasilkan. Salah satu pendekatan yang dapat meningkatkan stabilitas dan efektivitas senyawa bioaktif ini adalah dengan menggunakan bahan pembawa, salah satunya zeolit. Rupaedah *et al.*, (2024) menjelaskan bahwa bakteri yang diformulasikan dengan bahan pembawa, memiliki ketahanan lebih lama terhadap kondisi lingkungan yang tidak stabil, seperti suhu dan kelembaban tanah, serta mampu bertahan lebih lama dalam menghambat perkembangan *G. boninense*.

Kefalogianni *et al.* (2017), menunjukkan bahwa penggunaan formulasi agens biokontrol dan zeolit memberikan pengendalian yang lebih efektif terhadap penyakit layu *Fusarium* dan *Verticillium* dibandingkan dengan penggunaan agens biokontrol atau zeolit saja.

Kombinasi ini tidak hanya membantu mengurangi keparahan gejala penyakit, tetapi juga meningkatkan pertumbuhan tanaman yang terinfeksi. Zeolit berperan dalam memperbaiki struktur tanah dan menyediakan ruang bagi agens biokontrol untuk berkembang, sementara agens biokontrol secara langsung menekan patogen penyebab penyakit. Zeolit memiliki efek adsorpsi yang tinggi dan sangat efektif. Oleh karena itu, ukuran partikel zeolit memengaruhi kapasitas adsorpsinya. Semakin kecil ukuran partikel zeolit maka semakin besar luas permukaan yang tersedia untuk adsorpsi sehingga mempengaruhi laju adsorpsi material. Sifat-sifat ini memungkinkan zeolit untuk melindungi komponen bioaktif dalam ekstrak bakteri dari degradasi serta mendukung pelepasan bertahap (*controlled release*) di lingkungan aplikasi. Penggunaan zeolit sebagai bahan pembawa juga memberikan keuntungan tambahan seperti meningkatkan efisiensi aplikasi, memperpanjang umur simpan bahan aktif, serta memungkinkan penggunaan yang lebih ekonomis karena dapat mengurangi frekuensi aplikasi (Keffalogianni *et al.*, 2017).

Prisa (2023) membuktikan bahwa zeolit alam digunakan sebagai pembenah fisik tanah dengan memperbaiki porositas, retensi air, dan konduktivitas hidraulik, zeolit juga menunjukkan kapasitas tinggi dalam pertukaran kation, khususnya terhadap K^+ dan NH_4^+ , yang sangat penting untuk efisiensi pemupukan. Sebelum penggunaannya secara komersial, perlu dilakukan evaluasi terhadap potensi risiko pencucian kontaminan, termasuk surfaktan yang mungkin menempel pada permukaan zeolit. Sebelum zeolit digunakan, zeolit perlu diaktivasi untuk membersihkan pori-pori dari kotoran. Aktivasi dilakukan dengan dua cara, yakni aktivasi kimia dan aktivasi fisika. Aktivasi kimia dilakukan dengan

merendam zeolit ke dalam larutan HCl untuk menghilangkan kotoran dan ion logam yang melekat di permukaan. Perlakuan zeolit dengan asam akan membuatnya lebih hidrofob, sehingga kemampuan adsorpsinya terhadap air akan berkurang (Yulianis *et al.*, 2018). Sementara itu, aktivasi fisika dilakukan dengan pemanasan pada suhu 600 °C untuk mengeluarkan kelembapan dan senyawa volatil dari struktur zeolit.

Dalam penelitian ini, dilakukan formulasi zeolit-senyawa bioaktif ekstrak bakteri terhadap pengendalian *G. boninense*. Zeolit berperan ganda, selain sebagai bahan pembawa, zeolit berfungsi sebagai pembenah tanah yang mampu meningkatkan retensi air, efisiensi nutrisi, serta memperbaiki struktur dan kesuburan tanah guna mendukung pertumbuhan tanaman dan efektivitas pengendalian penyakit. Zeolit memiliki kemampuan untuk melepaskan senyawa bioaktif secara bertahap, serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak bakteri. Oleh karena itu, pengujian dilakukan dengan mengamati aktivitas antagonis secara *in vitro* terhadap *G. boninense* pada interval waktu inkubasi H-0, H-7, H-14, dan H-21) terhadap ekstrak dan formula, untuk mengevaluasi stabilitas senyawa bioaktif serta ketahanannya selama penyimpanan. Dengan demikian, dalam penelitian ini dilakukan formulasi zeolit-senyawa bioaktif ekstrak bakteri untuk menjadi solusi dalam meningkatkan efisiensi dan aktivitas pengendalian pertumbuhan *G. boninense*.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini ialah :

1. Patogen yang digunakan yaitu *G. boninense*.
2. Isolat yang digunakan yaitu isolat bakteri rizosfer tanaman kelapa sawit.

3. Bahan pembawa yang digunakan yaitu zeolit alam. Zeolit alam yang digunakan melalui proses aktivasi dan karakterisasi yang melalui proses aktivasi dan karakterisasi.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini ialah :

1. *Bagaimana aktivitas dari senyawa bioaktif ekstrak bakteri dalam menghambat pertumbuhan patogen G. boninense?*
2. Bagaimana karakteristik zeolit hasil aktivasi kimia dan fisika sebagai bahan pembawa senyawa bioaktif ekstrak bakteri?
3. *Bagaimana aktivitas formula zeolit – senyawa bioaktif ekstrak bakteri dalam menghambat pertumbuhan patogen G. boninense?*

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini ialah :

1. Untuk menjelaskan aktivitas ekstrak bakteri dalam menghambat pertumbuhan patogen *G. boninense*.
2. Untuk menganalisis karakteristik zeolit hasil aktivasi kimia dan fisika sebagai bahan pembawa senyawa bioaktif bakteri ekstrak bakteri.
3. Untuk menjelaskan aktivitas formula zeolit–senyawa bioaktif ekstrak bakteri dalam menghambat pertumbuhan patogen *G. boninense*.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini untuk kepentingan teoritis maupun praktis diantaranya ialah :

1. Manfaat Teoritis`
 - a. Penelitian ini dapat memperkaya pengetahuan tentang senyawa bioaktif ekstrak bakteri dan mekanisme kerjanya dalam menghambat patogen *G. boninense*.

- b. Penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut dalam pengembangan biofungisida lainnya, termasuk eksplorasi senyawa bioaktif ekstrak bakteri lain dengan bahan pembawa yang berbeda.

2. Manfaat Praktis

- a. Biofungisida ini dapat memberikan solusi yang lebih efektif dalam mengendalikan infeksi *G. boninense* pada tanaman, meningkatkan hasil panen dan kualitas tanaman.
- b. Penelitian ini dapat memberikan informasi dan pengetahuan kepada petani tentang penggunaan biofungisida alami, mendorong mereka untuk beralih ke praktik pertanian yang lebih berkelanjutan.