

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gaharu merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang memiliki nilai ekonomi sangat tinggi dan telah lama menjadi komoditas perdagangan internasional. Produk utama gaharu berupa gubal (agarwood), yaitu bagian kayu yang mengandung resin aromatik berwarna cokelat hingga kehitaman yang terbentuk sebagai respons pertahanan tanaman terhadap luka fisik atau infeksi mikroorganisme. Resin tersebut menghasilkan aroma khas ketika dibakar sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku parfum, dupa, kosmetik, obat tradisional, aromaterapi, serta berbagai produk industri bernilai tinggi (Budi *et al.*, 2022).

Gubal gaharu terbentuk pada jaringan kayu tanaman penghasil gaharu sebagai hasil akumulasi metabolit sekunder, terutama golongan seskuiterpen dan kromon (2-(2-phenylethyl)chromone derivatives), yang disintesis tanaman sebagai mekanisme pertahanan terhadap gangguan biotik maupun abiotik. Tanaman penghasil gaharu yang belum membentuk gubal hanya memiliki nilai ekonomi yang relatif rendah karena kayunya tidak mengandung resin aromatik. Sebaliknya, setelah terbentuk gubal, nilai jualnya dapat meningkat berkali-kali lipat. Pembentukan gaharu dapat berlangsung secara alami dalam waktu puluhan tahun akibat infeksi mikroorganisme di alam ataupun secara buatan melalui teknik inokulasi menggunakan mikroba tertentu yang mampu menginduksi pembentukan resin (Zakiah *et al.*, 2021).

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil gaharu terbesar di dunia dengan keanekaragaman spesies penghasil gaharu yang tinggi. Tanaman penghasil gaharu terutama berasal dari genus *Aquilaria* dan *Gyrinops*, yang termasuk famili Thymelaeaceae. Beberapa spesies yang banyak dimanfaatkan antara lain *Aquilaria malaccensis*, *A. crassna*, *A. sinensis*, *A. beccariana*, serta beberapa spesies *Gyrinops*. Namun demikian, eksploitasi gaharu secara berlebihan menyebabkan populasi alaminya mengalami penurunan yang signifikan. Oleh karena itu, sebagian besar spesies *Aquilaria* dan *Gyrinops* telah dimasukkan ke dalam Appendix II CITES sehingga perdagangan internasionalnya harus diawasi

secara ketat. Kondisi tersebut mendorong pengembangan teknologi budidaya dan induksi pembentukan gaharu secara buatan sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan pasar tanpa meningkatkan tekanan terhadap populasi alami.

Potensi sumber daya tanaman penghasil gaharu di Indonesia masih cukup besar. Mega (2012) melaporkan bahwa kepadatan pohon gaharu diperkirakan mencapai 1,87 pohon ha⁻¹ di Sumatera, 3,37 pohon ha⁻¹ di Kalimantan, dan 4,33 pohon ha⁻¹ di Papua. Meskipun demikian, harga gaharu mengalami fluktuasi yang cukup besar. Gaharu kualitas Super King yang sebelumnya dapat mencapai sekitar Rp1 miliar per kilogram dilaporkan menurun menjadi sekitar Rp500 juta per kilogram pada tahun 2017 (Benuanta, 2019). Penurunan harga tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kualitas gubal yang dihasilkan, ketersediaan bahan baku, keberhasilan proses induksi pembentukan gaharu, kondisi lingkungan, serta efektivitas mikroorganisme yang digunakan sebagai inokulan.

Keberhasilan pembentukan gaharu dipengaruhi oleh beberapa faktor utama. Setyaningrum et al. (2014) menyatakan bahwa terdapat tiga faktor penting yang menentukan terbentuknya gaharu, yaitu jenis tanaman inang, kondisi lingkungan, dan keberadaan mikroorganisme. Faktor pertama adalah tanaman inang. Tidak semua spesies mampu menghasilkan gaharu dengan kualitas yang sama karena setiap spesies memiliki kemampuan fisiologis yang berbeda dalam mensintesis resin aromatik. Di Kabupaten Aceh Utara dilaporkan terdapat tiga spesies *Aquilaria*, yaitu *Aquilaria malaccensis*, *Aquilaria beccariana*, dan *Aquilaria microcarpa* yang berpotensi sebagai sumber plasma nutfah penghasil gaharu (Lukman et al., 2022).

Faktor kedua Adalah lingkungan juga sangat menentukan proses pembentukan gaharu. Tanaman gaharu tumbuh optimal pada daerah tropis dengan suhu hangat, kelembapan udara sekitar 60–80%, curah hujan antara 1.000–2.000 mm per tahun, serta pH tanah berkisar 5–7 (Santoso, 2007). Kondisi lingkungan tersebut tidak hanya memengaruhi pertumbuhan tanaman, tetapi juga menentukan aktivitas mikroorganisme dan respons fisiologis tanaman dalam menghasilkan resin ketika mengalami infeksi atau luka (Ismail, 2007). Oleh karena itu, perbedaan kondisi lingkungan pada setiap daerah dapat menyebabkan perbedaan

kualitas maupun kuantitas gaharu yang terbentuk.

Faktor yang ketiga yang sangat menentukan dalam pembentukan gaharu adalah keberadaan mikroorganisme, khususnya fungi. Pembentukan gaharu pada tanaman *Aquilaria* merupakan respons pertahanan terhadap infeksi mikroba yang mengaktifkan jalur biosintesis metabolit sekunder sehingga menghasilkan resin aromatik. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa fungi endofit maupun jamur patogen mampu berperan sebagai penginduksi pembentukan gaharu melalui interaksi biologis dengan jaringan tanaman (Faisal, 2020). Beberapa genus fungi yang telah dilaporkan memiliki kemampuan tersebut antara lain *Fusarium*, *Acremonium*, *Lasioidiplodia*, *Penicillium*, *Aspergillus*, dan *Trichoderma*. Di antara berbagai mikroorganisme tersebut, *Fusarium solani* dan *Fusarium oxysporum* merupakan dua spesies yang paling banyak dilaporkan mampu menginduksi pembentukan resin gaharu secara efektif.

Mohamed *et al.* (2010) melaporkan bahwa inokulasi menggunakan jamur *Fusarium* pada tanaman *Aquilaria crassna* mampu menghasilkan perubahan warna jaringan kayu menjadi lebih gelap yang disertai peningkatan aroma khas gaharu. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan setiap mikroorganisme dalam menginduksi pembentukan gaharu tidak selalu sama. Bahkan, jenis mikroba yang berasosiasi dengan pembentukan gaharu dapat berbeda pada setiap spesies tanaman maupun lokasi tumbuh. Perbedaan kondisi geografis, iklim, jenis tanah, serta komunitas mikroba setempat menyebabkan setiap daerah berpotensi memiliki isolat mikroba lokal dengan karakteristik biologis yang berbeda. Oleh karena itu, eksplorasi mikroba lokal menjadi sangat penting untuk memperoleh kandidat inokulan yang lebih adaptif dan efektif dalam menginduksi pembentukan gaharu.

Suatu mikroorganisme untuk dimanfaatkan sebagai inokulan, diperlukan proses isolasi untuk memperoleh biakan murni (*pure culture*). Isolasi mikroba merupakan proses pemisahan mikroorganisme dari sumber asalnya sehingga diperoleh satu jenis mikroorganisme yang bebas dari kontaminasi organisme lain (Afzal, 2013). Pada penelitian ini, sumber isolasi berasal dari cabang kayu gaharu yang telah terbentuk secara alami. Gubal tersebut diduga mengandung berbagai mikroorganisme yang berasosiasi dengan proses pembentukan resin sehingga

berpotensi menjadi sumber isolat lokal penghasil gaharu. Biakan murni yang diperoleh selanjutnya dapat digunakan untuk berbagai penelitian lanjutan, seperti uji patogenisitas, uji kemampuan induksi pembentukan gaharu, analisis metabolit, maupun pengembangan inokulan hayati.

Biakan murni yang dihasilkan perlu dilakukan identifikasi. Identifikasi merupakan langkah penting untuk mengetahui identitas taksonomi mikroorganisme sehingga dapat dipahami karakteristik biologinya. Identifikasi awal umumnya dilakukan secara morfologi melalui pengamatan makroskopis dan mikroskopis karena metode ini relatif sederhana, cepat, ekonomis, dan masih menjadi dasar dalam klasifikasi jamur. Pengamatan makroskopis meliputi karakter koloni pada media Potato Dextrose Agar (PDA), seperti warna koloni, bentuk, tekstur, elevasi, tepi koloni, diameter pertumbuhan, serta warna bagian balik koloni. Sementara itu, identifikasi mikroskopis dilakukan dengan mengamati struktur hifa, sekat (septa), konidiofor, fialid, konidia, klamidospora, sporangium, maupun struktur reproduksi lainnya yang merupakan karakter diagnostik setiap genus jamur.

Ahsihaili dan Bani-Hasan (2018) menunjukkan bahwa karakter makroskopis dan mikroskopis mampu digunakan untuk mengidentifikasi jamur endofit pada *Aquilaria malaccensis*. Demikian pula Lestari *et al.* (2021) berhasil mengidentifikasi berbagai isolat jamur berdasarkan karakter morfologi berupa bentuk hifa, konidiofor, konidia, serta struktur reproduksi lainnya. Meskipun perkembangan teknik biologi molekuler, seperti analisis DNA menggunakan marka Internal Transcribed Spacer (ITS), telah meningkatkan akurasi identifikasi jamur, namun identifikasi morfologi tetap menjadi tahapan awal yang sangat penting karena memberikan informasi dasar mengenai karakter fenotipik isolat, mempermudah proses seleksi isolat, serta menjadi dasar dalam menentukan kandidat isolat yang layak dianalisis lebih lanjut secara molekuler.

Hingga saat ini, informasi mengenai keragaman mikroba lokal yang berasosiasi dengan pembentukan gaharu di Kabupaten Aceh Utara masih sangat terbatas. Padahal wilayah ini memiliki keberadaan beberapa spesies *Aquilaria* yang berpotensi menjadi sumber plasma nutfah penghasil gaharu. Keterbatasan informasi tersebut menyebabkan belum tersedianya data dasar mengenai jenis-

jenis mikroba lokal yang berpotensi dikembangkan sebagai agen penginduksi pembentukan gaharu. Oleh karena itu, penelitian mengenai isolasi dan identifikasi mikroba dari gubal gaharu secara morfologi makroskopis dan mikroskopis menjadi penting dilakukan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai keragaman mikroba yang berasosiasi dengan pembentukan gaharu serta menjadi dasar bagi penelitian lanjutan mengenai pengembangan inokulan lokal yang efektif untuk mempercepat pembentukan gaharu pada tanaman penghasil gaharu di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mikroba apa saja yang berhasil diisolasi dari gubal gaharu yang terbentuk secara alami?
2. Bagaimana karakteristik morfologi makroskopis isolat mikroba yang diperoleh berdasarkan pengamatan pada media kultur?
3. Bagaimana karakteristik morfologi mikroskopis isolat mikroba berdasarkan struktur hifa, konidiofor, konidia, fialid, klamidospora, maupun struktur reproduksi lainnya?
4. Genus mikroba apa saja yang dapat diidentifikasi berdasarkan karakter morfologi makroskopis dan mikroskopis?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi mikroba yang berhasil diisolasi dari gubal gaharu yang terbentuk secara alami.
2. Mendeskripsikan karakteristik morfologi makroskopis isolat mikroba yang diperoleh berdasarkan pengamatan pada media kultur.
3. Mendeskripsikan karakteristik morfologi mikroskopis isolat mikroba berdasarkan struktur hifa, konidiofor, konidia, fialid, klamidospora, maupun struktur reproduksi lainnya.
4. Mengidentifikasi genus mikroba yang diperoleh berdasarkan karakteristik morfologi makroskopis dan mikroskopis.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai keragaman mikroba yang berasosiasi dengan gubal gaharu serta karakter morfologi makroskopis dan mikroskopisnya sebagai data dasar dalam penelitian mikrobiologi dan bioteknologi gaharu.
2. Menambah referensi mengenai teknik isolasi dan identifikasi mikroba penghasil atau penginduksi gaharu sehingga dapat digunakan sebagai sumber informasi bagi mahasiswa, dosen, maupun peneliti pada bidang mikrobiologi, fitopatologi, dan bioteknologi.
3. Menyediakan koleksi isolat mikroba lokal yang berpotensi dikembangkan sebagai kandidat inokulan dalam penelitian lanjutan mengenai induksi pembentukan gaharu secara buatan.
4. Menjadi dasar bagi penelitian lanjutan menggunakan identifikasi molekuler (misalnya marka ITS), uji patogenisitas, uji kemampuan induksi pembentukan gaharu, maupun pengembangan bioinokulan berbasis mikroba lokal.

1.5 Hipotesis Penelitian

1. Diduga terdapat beberapa jenis mikroba yang dapat diisolasi dari gubal gaharu yang terbentuk secara alami.
2. Diduga setiap isolat mikroba yang diperoleh dari gubal gaharu memiliki karakteristik morfologi makroskopis yang berbeda berdasarkan bentuk, warna, tekstur, permukaan, tepi koloni, dan pola pertumbuhan pada media kultur.
3. Diduga setiap isolat mikroba memiliki karakteristik morfologi mikroskopis yang berbeda, meliputi struktur hifa, konidiofor, konidia, fialid, dan klamidospora.
4. Diduga mikroba yang berhasil diisolasi dari gubal gaharu yang terbentuk secara alami dapat diidentifikasi hingga tingkat genus berdasarkan karakteristik morfologi makroskopis dan mikroskopisnya.