

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu produsen dan eksportir kopi terbesar di dunia, dan menjadi negara peringkat ke empat (ICO, 2019). Kopi juga salah satu komoditas ekspor Indonesia yang cukup penting sebagai penghasil devisa negara (Badan Statistik Indonesia, 2021). Di Indonesia terdapat 10 provinsi sebagai sentra produsen kopi. Pulau Sumatra terdapat lima provinsi sentra kopi yaitu Aceh, Sumatra Utara, Bengkulu, Sumatra Selatan dan Lampung (Dirjen Perkebunan, 2022). Kopi telah dibudidayakan di Indonesia sejak tahun 1699 (Mawardi dan Wiryadiputra, 2009). Terdapat tiga jenis kopi yang ditanam di Indonesia yaitu arabika (*Coffea arabica*), robusta (*Coffea canephora*) dan liberika (*Coffea liberica*). Produksi kopi robusta menjadi produksi utama yang ditanam di Lampung, Sumatra selatan, Bengkulu, Jawa dan Flores (Saragih, 2013). Arabika adalah jenis yang paling penting pada komoditas global, lebih dari 10 juta ha ditanam di 80 negara di daerah tropis dan subtropis (Escobar, 2019).

Permasalahan utama pada perkebunan kopi di Indonesia yaitu rendahnya produksi dan produktivitas (Ferry, 2015) serta mutu tidak memenuhi standar ekspor (Laila, 2011; Afriliana, 2018). Di Indonesia terdapat beberapa jenis hama pada kopi, yaitu: hama penggerek buah kopi (PBKO) *Hypothenemus hampei*, penggerek cabang hitam *Xylosandrus compactus*, penggerek cabang coklat *Xylosandrus morigerus*, kutu hijau *Coccus viridis*, dan penggerek batang merah *Zeuzera coffea* (Kadir *et al.*, 2003).

Hypothenemus hampei Ferrari adalah serangga hama kopi yang paling merusak di seluruh dunia (Vega *et al.*, 2014). Hama ini dideskripsikan oleh Ferarri tahun 1867 merupakan ordo Coleoptera dan family Scolytinae. Hama ini pertama kali dilaporkan di perkebunan kopi di Liberia pada tahun 1897 (Hopkins, 1915) Republik Demokratik Kongo pada tahun 1901 (Palley, 1968) dan Zaire tahun 1903 (Murphy, 1990). Sedangkan di Indonesia *H. hampei* ditemukan pertama kali tahun 1908 pada kopi liberika di perkebunan Lampegan Jawa Barat akibat masuknya kopi dari Uganda (Hagedorn, 1910). Pada tahun 1919, hama ini mulai menyebar ke Jawa Timur, Sumatra, Bali, Flores, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua (Corbett, 1933; Corporaal, 1921), kemudian menyerang seluruh wilayah penghasil kopi di Indonesia sampai sekarang (Susilo, 2008).

Kerusakan buah kopi disebabkan oleh *H. hampei* betina yang melubangi buah kopi dan akhirnya masuk ke dalam biji, dimana serangga ini membangun sarang untuk

bereproduksi, selanjutnya larva akan memakan endosperma. Sehingga menyebabkan kerusakan kopi secara kuantitas dan kualitas (Duque, 2000; Duque-Orrego *et al.*, 2002; Duque and Baker, 2003). Kerusakan yang disebabkan oleh *H. hampei* tidak hanya saat biji kopi di kebun, akan tetapi bisa sampai di penyimpanan (Jaramillo *et al.*, 2006).

Tanaman kopi yang tidak dilakukan tindakan pengendalian serangan hama *H. hampei* kehilangan hasil produksi dapat mencapai 100% (Baker, 1999; Sreedharan, 2001), 30-80% (Sulistyowati, 1992). Durham (2004) total kerugian akibat serangan *H. hampei* di dunia mencapai USD 500 juta. Tingkat serangan *H. hampei* sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tumbuh seperti suhu, kelembapan, ketinggian tempat, cara budidaya, dan varietas tanaman. Suhu optimum untuk perkembangan *H. hampei* adalah 20–33°C, dan kelembapan berkisar 90%–95%. Pada suhu $\leq 15^{\circ}\text{C}$ atau $\geq 35^{\circ}\text{C}$ kumbang betina sering gagal menggerek buah kopi (Sera *et al.*, 2010; Matiello *et al.*, 2002). Walaupun mampu menggerek buah kopi, *H. hampei* tidak dapat bertelur (Jaramillo *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2014). Menurut Susilo (2008) serangan *H. hampei* lebih banyak terjadi pada elevasi kurang dari 700 m dpl (kisaran 500–1.000 mdpl). Pada ketinggian kurang dari 500 mdpl atau lebih dari 1.000 mdpl, temperatur udara masing-masing terlalu panas atau terlalu dingin sehingga tidak cocok untuk perkembangan. Ketinggian tempat juga erat kaitannya dengan perubahan suhu udara yang memegang peranan penting dan menjadi faktor pembatas karena mempengaruhi proses metabolisme dan kehidupan serangga seperti aktivitas makan, pertumbuhan dan perkembangannya (Erfandari *et al.*, 2019).

Karakter morfologi yang membedakan *H. hampei* dengan spesies *Hypothenemus* lainnya adalah bentuk tubuh silindris dan berwarna hitam mengkilat. Kepala terdapat pronotum yang berbentuk bulat sempit yang memiliki setae yang pipih. Mata majemuk dengan bentuk berlekuk (*emargeneted*). Antena memiliki sutura, setae, funikel antena beruas empat memiliki kisaran 3-5 segmen dan septum (garis gelap). Elytra memiliki setae yang berbentuk halus, berkilau, dengan deretan rapi yang melingkar. Terdapat dua tipe setae yaitu *Interstrial Setae* (IS) dan *Strial Setae* (SS). *Intrestrial Setae* adalah bulu yang berbentuk tegak, lurus, dan tidak melebar di ujungnya sedangkan *Strial Setae* adalah bulu diantara interstrial setae dengan bentuk seperti rambut berukuran kecil, melengkung dan tersusun sempurna. Kaki terdiri atas tiga pasang yaitu kaki depan (*procoxae*) dengan bentuk bersebelahan dan saling bersentuhan, kaki tengah (*mesocoxae*) dan kaki belakang (*metacoxae*) dengan bentuk terpisah. Tibia memiliki dentikel berukuran kecil, lurus, lancip dan kuat (Ferarri, 1867, Vega *et al.*, 2015; Johnson *et al.*, 2022). Terdapat variasi morfologi

jumlah dentikel pada kaki depan (*procoxae*) dan kaki belakang (*metacoxae*) pada ketiga spesies tanaman kopi, yaitu kopi arabika, robusta, dan liberika (Sitompul *et al.*, 2023).

Variasi morfologi dan genetik serangga dapat dipengaruhi oleh faktor geografis, perubahan iklim global dan pola adaptasi pada *H. hampei* di masing-masing daerah (Wiryadiputra, 2007). Rendah atau hilangnya variasi genetik didalam populasi suatu spesies akan menyebabkan menurunnya kemampuan untuk beradaptasi terhadap perubahan lingkungan dan keberhasilan reproduksi dari spesies tersebut (Frankham *et al.*, 2010). *H. hampei* sangat sulit diidentifikasi melalui ciri-ciri eksternalnya karena keragaman morfologinya yang terbatas dan karakter-karakternya yang kurang jelas (Wood, 1982). Karakter morfologi *H. hampei* yang dianalisis adalah mata, antena, setae pada elytra, mandibula, pronotum, sayap, kaki (*procoxae*, *mesocoxae*, *metacoxae*) (Bright dan Torres, 2006; Vega *et al.*, 2015; Gomez *et al.*, 2018; Johnson *et al.*, 2022).

Variasi genetik dianalisis berdasarkan Gen COI yang merupakan genom sitoplasmik, tidak mengalami rekombinasi dan diwariskan secara maternal (Ladoukakis dan Zouros, 2017). Beberapa peneliti lainnya juga telah menggunakan marka molekuler gen COI dalam mengidentifikasi beberapa hewan, diantaranya serangga polinator pada tanaman kopi (Sitompul *et al.*, 2018), Ikan *Puntius* cf. *Binotatus* (Roesma *et al.*, 2019), Ikan Gobi (Roesma *et al.*, 2020), serta Kukang (Wirdateti *et al.*, 2016). Gen COI ini mempunyai sifat-sifat yang memenuhi persyaratan untuk digunakan dalam menentukan identitas spesies pada hampir semua hewan (Hebert *et al.*, 2003). Gen COI digunakan untuk identifikasi DNA Barcoding serangga dan hewan lainnya (Hebert *et al.*, 2010).

Penelitian terkait identifikasi *H. hampei* berdasarkan gen COI sebelumnya telah dilakukan di Puerto Rico (Vega *et al.*, 2014), Hainan, China (Sun *et al.*, 2020) dan Pulau Hawaii (Sim *et al.*, 2016). Sementara belum ada laporan mengenai identifikasi *H. hampei* berdasarkan gen COI di Sumatra, Indonesia. Studi molekuler menggunakan gen COI mitokondria telah digunakan untuk menganalisis variasi genetik dan penyebaran *H. hampei*, namun masih sedikit penelitian yang membahas genetika populasi dengan menggunakan penanda mikrosatelit. Gauthier (2010), analisis genetika populasi menggunakan marka mikrosatelit dan gen COI mitokondria telah mengungkapkan lima populasi berbeda: (1) Ethiopia, (2) Kenya dan Uganda, (3) Brazil, (4) Amerika Tengah, Colombia, dan Republik Dominika, dan (5) Indonesia, Caledonia Baru, India, Afrika Barat, dan Jamaica yang menunjukkan adanya kompleks spesies di *H. hampei*.

Pulau Sumatra merupakan pulau ketiga terbesar di Indonesia setelah Kalimantan dan Papua. Sumatra terletak pada 5°39'LU-5°54' LS dan 95° BT-106° BT dan terdapat

pegunungan Bukit Barisan yang membujur dari utara sampai selatan (Anwar *et al.*, 1984).

Berdasarkan letak geografisnya, Pulau Sumatra terdiri atas dua bagian yaitu wilayah pegunungan dan wilayah dataran rendah. Dataran tinggi terdiri dari lembah-lembah pegunungan yang merupakan bagian dari gugusan Bukit Barisan yang membelah pulau Sumatra. Kondisi geografis yang demikian dapat berperan barrier fisik bagi penyebaran *H.*

hampei. Aliran gen dapat terhalang karena adanya penghalang fisik atau barrier yang mengakibatkan kecilnya kemungkinan spesies untuk melakukan persilangan (*breeding*) antar populasi karena terputusnya jalur migrasi sehingga memicu terjadinya perbedaan genetik antar populasi (Frankham *et al.*, 2002). Memahami dan mempertahankan variasi genetik sangat penting bagi suatu populasi karena variasi genetik dapat digunakan sebagai petunjuk mengenai keadaan populasi di masa mendatang. Disamping itu, nilai aliran gen (*gene flow*) juga perlu diketahui untuk melihat tingkat penyebaran *H. hampei* antar populasi.

Data dan Informasi ini masih terbatas pada beberapa lokasi penghasil kopi di dunia sedangkan di Indonesia hanya di daerah Jawa dan pada jenis kopi robusta (Gauthier, 2010). Namun belum ada yang melaporkan informasi variasi morfologi dan genetik serta DNA barcoding di NCBI serangga hama *H. hampei* pada tanaman kopi arabika, robusta dan liberika khususnya di Pulau Sumatra. Sehingga diperlukan informasi penting *H. hampei* terkait aspek variasi morfologi dan genetik *H. hampei*, sebagai upaya strategi pengendalian hama terpadu *H. hampei* khususnya pada tanaman kopi arabika, robusta dan liberika di Pulau Sumatra.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat variasi morfologi serangga penggerek buah *H. hampei* pada tanaman kopi di Sumatra?
2. Apakah terdapat variasi genetik serangga penggerek buah *H. hampei* berdasarkan gen COI mitokondria pada tanaman kopi di Sumatra?

C. Tujuan Umum Penelitian

Tujuan umum penelitian adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan variasi morfologi serangga penggerek buah *H. hampei* pada tanaman kopi di Sumatra.
2. Membandingkan variasi genetik serangga penggerek buah *H. hampei* berdasarkan gen COI mitokondria pada tanaman kopi di Sumatra.

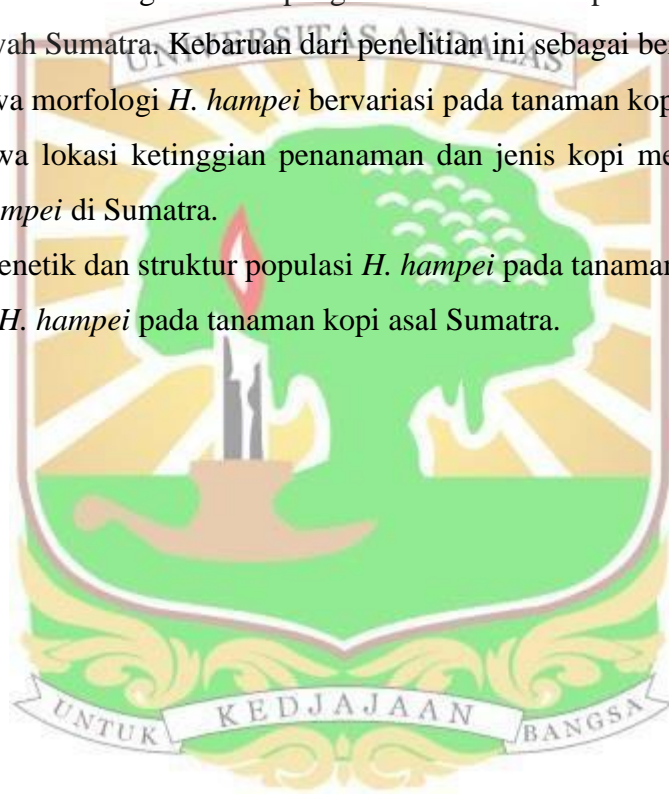
D. Manfaat Umum Penelitian

Hasil penelitian ini menjelaskan informasi terbaru terkait variasi morfologi dan genetik serangga hama *H. hampei* pada kopi arabika, robusta dan liberika di Sumatra sebagai dasar untuk merancang strategi pengendalian terpadu hama *H. hampei* oleh para pemangku kepentingan, *stakeholder* dan peneliti lainnya, sehingga memberi dampak positif terhadap petani kopi di Indonesia khususnya di Sumatra.

E. Kebaharuan (Novelty) Penelitian

Informasi yang relevan tentang variasi morfologi dan genetik *H. hampei* pada tanaman kopi di Sumatra untuk merancang metode pengendalian hama terpadu (PHT) yang efektif khususnya di wilayah Sumatra. Kebaruan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Informasi bahwa morfologi *H. hampei* bervariasi pada tanaman kopi di Sumatra.
2. Informasi bahwa lokasi ketinggian penanaman dan jenis kopi menentukan intensitas serangan *H. hampei* di Sumatra.
3. Profil variasi genetik dan struktur populasi *H. hampei* pada tanaman kopi di Sumatra.
4. DNA *barcode* *H. hampei* pada tanaman kopi asal Sumatra.



F. Diagram Alir Penelitian

