

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan utama yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan memberikan kontribusi besar dibandingkan komoditas perkebunan lainnya. Perannya tidak hanya sebagai penyumbang devisa melalui kegiatan ekspor, tetapi juga menjadi sumber pendapatan utama bagi masyarakat yang mengandalkan sektor kopi. Menurut Meiln *et al.* (2017), lebih dari satu setengah juta petani di Indonesia pendapatan usaha taninya pada sektor budidaya kopi.

Menurut data Ditjen Perkebunan (2024) menunjukkan bahwa luas areal kopi Indonesia meningkat dari 1.266.848 Ha dengan produksi 758.725 ton pada 2023 menjadi 1.269.354 Ha dengan produksi 807.578 ton. Meskipun terjadi kenaikan produksi, sejumlah penelitian mengungkapkan bahwa produktivitas kopi nasional masih mengalami penurunan. ICO (2021) melaporkan penurunan produktivitas sekitar 2% per tahun yang dipengaruhi oleh keterbatasan akses terhadap teknologi modern dan pengetahuan budidaya yang baik (*Good Agricultural Practices*) menjadi kendala dalam peningkatan efisiensi dan mutu produksi. sedangkan Yuliasmara *et al.* (2018) serta Wijayanto dan Putra (2022) menunjukkan bahwa ketidakstabilan iklim berdampak pada hambatan pembungaan serta meningkatnya serangan penyakit dan hama.

Hama utama kopi meliputi penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*), karat daun (*Hemileia vastatrix*), dan layu fusarium (*Fusarium oxysporum*), *H. hampei* merupakan yang paling merusak, terutama pada kopi Arabika, karena menyerang buah dan dapat menurunkan hasil lebih dari 50% (Zahro'in & Yudi, 2013). Hama ini (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) menjadi masalah utama di hampir seluruh sentra produksi kopi dunia seperti Brazil, Vietnam, Kolombia, Meksiko, dan Indonesia dengan tingkat kerusakan 40-60% dan berpotensi menyebabkan gagal panen hingga 100% tanpa pengendalian (ICO, 2021; *Centre for Agriculture and Bioscience International*, 2022; Soesanthy *et al.*, 2016; Girsang *et al.*, 2020).

Pengendalian *H. hampei* mencakup pendekatan kimiawi, teknis, mekanis, dan biologis, namun insektisida sintetis masih paling umum digunakan petani komersial karena mudah diperoleh (Kardinan, 2011). Penggunaannya yang berlebihan berisiko terhadap kesehatan manusia, pencemaran lingkungan, resistensi hama, serta resurgensi akibat matinya musuh alami dan organisme non-target (Ambarawati, 2012).

Permasalahan tersebut menjadi salah satu alasan pentingnya pengembangan insektisida nabati yang lebih ramah lingkungan, aman bagi organisme non-target, dan mudah terurai. Salah satu tanaman berpotensi adalah suren (*Toona sureni*), yang daunnya mengandung senyawa bioaktif seperti surenon, surenin, surenolakton, sedrelon, karotenoid, flavonoid, dan saponin yang berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan, insektisida, *antifeedant*, serta pengganggu hormon dan pencernaan hama (Sari *et al.*, 2011). Ekstrak etanol daun suren juga memiliki kapasitas antioksidan kuat dengan LC_{50} berkisar 10,45–15 ppm (Sari *et al.*, 2011; Taslim & Pratama, 2020; Lestari *et al.*, 2023), mendekati kontrol vitamin C (7,80 ppm).

Tanaman lain juga berpeluang sebagai insektisida nabati ialah pepaya (*Carica papaya* L.) karena kandungan saponin, alkaloid, karpain, papain, dan flavonoid yang toksik bagi serangga, efektif merusak sistem saraf, hormon, dan reproduksi hama tanpa mengganggu fisiologi tanaman, serta relatif aman bagi manusia dan organisme non-target (Setiawati *et al.*, 2008).

Penggunaan daun suren dan daun pepaya secara bersamaan perlu disinergikan karena keduanya memiliki mekanisme kerja yang berbeda, namun saling melengkapi, senyawa triterpenoid pada suren bekerja sebagai racun perut dan *repellence* yang menekan konsumsi pakan hama, sedangkan enzim papain pada pepaya bersifat racun kontak yang menyerang saraf hama secara langsung, sehingga penggunaan bahan alami dapat lebih efisien (Sari *et al.*, 2011).

Meskipun demikian, flavonoid dan senyawa bioaktif lain umumnya memiliki kelarutan air rendah sehingga bioavailabilitasnya terbatas. Nanoemulsi dengan ukuran droplet 50–500 nm dapat meningkatkan kelarutan dan penyerapan bahan aktif di saluran pencernaan hama (Pranowo, 2015; Dewandari *et al.*, 2013). Sistem berbasis lipid yang tersusun atas fase minyak, surfaktan, kosurfaktan, dan

air ini stabil serta melindungi senyawa aktif (Aprilya *et al.*, 2021), dan pembentukannya memerlukan penurunan tegangan antarmuka serta pemilihan nilai HLB yang sesuai (Asogan *et al.*, 2020).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pencampuran dua ekstrak tumbuhan dapat meningkatkan efektivitas insektisida nabati secara sinergis dibandingkan ekstrak tunggal. Susanto dan Prijono (2015) melaporkan campuran ekstrak *Piper aduncum* dan *Tephrosia vogelii* bersifat sinergistik kuat terhadap larva *Scirpophaga incertulas*, dengan toksisitas 3-11 kali lebih tinggi dibandingkan ekstrak tunggalnya. Hal serupa dilaporkan Rohimatun *et al.* (2020) yang menunjukkan campuran ekstrak *Piper retrofractum* dan *Curcuma xanthorrhiza* pada nisbah 2:1 bersifat sinergis kuat dan konsisten terhadap nimfa *Helopeltis antonii* pada tanaman kakao. Arini *et al.* (2024) juga melaporkan indeks kombinasi 0,4 (sinergisme kuat) pada campuran ekstrak *Carica papaya* dan *Ageratum conyzoides* terhadap *Leptocorisa oratorius*, yang terbukti aman bagi musuh alami. Temuan-temuan ini memperkuat dasar ilmiah bahwa kombinasi dua ekstrak tumbuhan, termasuk berbahan dasar *C. papaya*, berpotensi menghasilkan efek sinergis yang lebih baik dibandingkan penggunaan tunggal.

Pembentukan nanoemulsi yang stabil membutuhkan surfaktan yang mampu mengemulsi sekaligus mendukung efektivitas insektisida. Penelitian ini menggunakan *agrstick* berbahan aktif *Alkilaril Poliglikol Eter* karena sifat non-ioniknya, kemampuan emulsifikasi tinggi, dan stabilitas kimia yang baik, yang mampu menurunkan tegangan antarmuka minyak-air sehingga terbentuk droplet nano berdistribusi sempit serta mencegah koalesensi dan *Oswald ripening* selama penyimpanan (Sharma *et al.*, 2017; Patel *et al.*, 2019).

Meskipun demikian, penelusuran pustaka menunjukkan bahwa kombinasi *T. sureni* dan *C. papaya* sebagai insektisida nabati terhadap *H. hampei* belum pernah dilaporkan. Penelitian sinergisme sebelumnya umumnya diaplikasikan dalam bentuk larutan emulsi biasa tanpa memperhatikan ukuran droplet maupun kestabilan formulasi jangka panjang (Putriotama, 2021), dan belum ditemukan penelitian yang memformulasikan campuran dua ekstrak nabati menjadi nanoemulsi berbasis *Alkilaril Poliglikol Eter* untuk mengendalikan *H. hampei*. Oleh karena itu, kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penggabungan

sinergisme dua ekstrak nabati yang saling melengkapi dengan formulasi nanoemulsi yang diharapkan meningkatkan kestabilan, penetrasi, dan bioavailabilitas senyawa aktif, sehingga menghasilkan insektisida nabati yang lebih efektif dan efisien dibandingkan formulasi konvensional.

Berdasarkan uraian diatas untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan insektisida sintesis dan agar formulasi yang dikandung dalam pestisida yang akan dipakai stabil dalam bentuk nanoemulsi, maka dari itu penulis melakukan penelitian mengenai **“Formulasi Nanoemulsi Insektisida Nabati *Toona sureni* dan *Carica papaya* dengan Alkilaril Poliglikol Eter Terhadap *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Curculionidae)”**

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh bioaktivitas campuran nanoinsektisida surian (*T. sureni*) dan pepaya (*C. papaya*) terhadap *H. hampei* ?
2. Bagaimana pengaruh *feeding deterrent* campuran nanoinsektisida *T. sureni* dan *C. papaya* terhadap *H. hampei* ?

C. Tujuan

1. Untuk mengetahui bioaktivitas campuran nanoinsektisida surian (*T. sureni*) dan pepaya (*C. papaya*) terhadap *H. hampei*
2. Untuk mengetahui pengaruh *feeding deterrent* campuran nanoinsektisida *T. sureni* dan *C. papaya* terhadap *H. hampei*

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain: a) mendapatkan formulasi insektisida nabati berbahan *T. sureni* dan *C. papaya* yang dikembangkan dalam bentuk nanoemulsi yang mampu menghemat bahan baku insektisida dibandingkan insektisida ekstrak tunggal, b) nanoemulsi insektisida nabati *T. sureni* dan *C. papaya* dapat digunakan sebagai alternatif pengendalian hama terpadu yang lebih efektif dan efisien oleh para petani pada perkebunan kopi dan c) Sebagai tambahan kajian ilmu tentang insektisida nabati khususnya nanoemulsi *T. sureni* dan *C. papaya* dalam mengendalikan hama *H. hampei*.

