

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) adalah hama invasif pada tanaman jagung (*Zea mays*). Serangga *S. frugiperda* pertama kali dilaporkan pada tahun 2016 menyerang tanaman jagung di benua Afrika dan Asia (CABI, 2019). ASEAN (2020) melaporkan bahwa tingkat kerusakan *S. frugiperda* mencapai 10%. *S. frugiperda* berpotensi menyebabkan kehilangan hasil antara 8,3-20,6 ton per tahun, setara dengan kerugian finansial sekitar US\$2,481-6,187 di 12 negara produsen jagung di Afrika (Day *et al.*, 2017). BBPOPT (2019) melaporkan bahwa *S. frugiperda* telah menyebar di Indonesia, khususnya di daerah Pasaman Barat, Sumatera Barat. Tingkat kerusakan *S. frugiperda* pada fase vegetatif mencapai 6-90% (Nelly *et al.*, 2022). Tingginya kerusakan dan kehilangan hasil yang disebabkan oleh hama ini menyebabkan petani melakukan berbagai Upaya pengendalian salah satunya menggunakan insektisida sintetis.

Pengendalian dengan insektisida sintetis saat ini menjadi teknik pengendalian yang paling banyak dilakukan. Kemnaker (2019) menyatakan bahwa dalam 5 tahun terakhir, permintaan global akan produk pestisida tumbuh 5% per tahun. Hal ini diprediksi akan terus meningkat dalam 5–10 tahun ke depan. Peningkatan penggunaan insektisida sintetis membawa risiko tinggi bagi kesehatan manusia, berpotensi menyebabkan resistensi dan resurgensi hama. Oleh sebab itu, penting untuk mencari metode pengendalian yang ramah lingkungan. Salah satu alternatif adalah memanfaatkan bahan alami yang dikenal sebagai insektisida botani.

Pengendalian menggunakan insektisida botani adalah strategi pengelolaan hama yang memanfaatkan senyawa sekunder yang dihasilkan oleh tumbuhan. Tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku insektisida botani salah satunya serai wangi (*Cymbopogon nardus*). Tumbuhan serai wangi memiliki senyawa sekunder yaitu sitronelal (27,87%), geraniol (22,77%), dan sitronelol (11,85%) (Toledo *et al.*, 2016). Senyawa sekunder dalam minyak serai wangi yang dominan adalah sitronelal. Aktivitas sitronelal mempengaruhi asetilkolinesterase (AChE) dengan nilai IC₅₀ sebesar 18,4 mg/mL dan tri fosfatase (ATPase) dengan

nilai IC_{50} sebesar 13,26 mg/mL yang diisolasi dari *Sitophilus oryzae* (Saad *et al.*, 2017). Sitronelal mempengaruhi AChE dengan cara memperpanjang fase depolarisasi membran, yaitu dengan membuka saluran natrium untuk waktu yang lebih lama menyebabkan impuls saraf terus dipancarkan dan serangga mengalami kegagalan dalam mengatur aktivitas saraf (Nugroho, 2011). Sitronelal mempengaruhi ATPase dengan cara menghambat saluran ion, sehingga menyebabkan penurunan produksi energi dan transportasi ion (Abou-Taleb *et al.*, 2015). Bossou (2015) melaporkan aktivitas sitronelal untuk pengendalian *Tribolium castaneum* dengan nilai LC_{50} sebesar 1,2%. Efektivitas sitronelal sebagai insektisida belum optimal, sehingga perlu dilakukan fraksinasi.

Senyawa yang disintesis dari sitronelal menghasilkan *para-Menthane-3,8-diol* (PMD) (Sulaswatty *et al.*, 2019). Syafi'i *et al.* (2020) melaporkan bahwa PMD berperan sebagai senyawa *repellent*. Aktivitas PMD terhadap *Aedes aegypti* mempengaruhi penghambatan makan sebesar 49,1% (Lee *et al.*, 2018) dan mortalitas larva dengan nilai LD_{95} sebesar 0,25% (Goodyer *et al.*, 2020). Aktivitas senyawa PMD sebagai insektisida botani dioptimasi dengan pengembangan formulasi.

Formulasi yang banyak digunakan dalam bidang pertanian yaitu *emulsifiable concentrate* (EC) dan *wettable powder* (WP). Namun, setiap formulasi memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain saat aplikasi formulasi EC lebih mudah dan tidak meninggalkan residu pada tanaman, tetapi memiliki resiko fitotoksik. Formulasi WP lebih mudah disimpan dan fitotoksiknya rendah, tetapi memerlukan pengadukan yang konstan saat aplikasi, dan meninggalkan residu pada tanaman (Lina, 2014). Teknologi nanoemulsi menjadi pilihan dalam formulasi botani terkini.

Nanoemulsi adalah formulasi yang terdiri dari nano partikel, yang memiliki kemampuan dalam menembus jaringan daun, dapat disimpan dalam jangka waktu lama, tidak menghasilkan endapan, memiliki proses penguapan yang rendah, dan bersifat stabil (Shakeel *et al.*, 2008). Formulasi nanoemulsi terdiri dari perbandingan fase cair dan fase organik (9:1) dengan bahan aktif sebesar 5% (Lina *et al.*, 2021). Formulasi nanoemulsi dapat menghemat bahan aktif sebesar 12,4 kali dibandingkan dengan bentuk ekstrak tunggal (Lina *et al.*, 2025). Aktivitas formulasi

nanoemulsi campuran serai wangi dan *Piper aduncum* mampu mengendalikan larva *S. frugiperda* dengan nilai LC_{95} sebesar 1,29 (Mardha, 2023) dan *Crociodolomia pavonana* sebesar 0,97 (Rani, 2023). Namun efektivitas formulasi nanoemulsi di lapangan masih rendah sesuai dengan penelitian Prasetyo (2023) menyatakan bahwa formulasi nanoemulsi hidrosol serai wangi sebagai bahan pelarut dengan nilai efektivitas di lapangan terhadap *C. pavonana* sebesar 33,33% dan *Plutella xylostella* sebesar 57,52%.

Upaya untuk meningkatkan efektivitas formulasi nanoemulsi di lapangan salah satunya dengan menambah komposisi bahan aktif. Penambahan komposisi bahan aktif dalam formulasi nanoemulsi dapat menghemat dosis sebesar 50-87%. Hal ini dapat mengurangi kebutuhan dalam aplikasi sehingga menghemat tenaga kerja dan transportasi. Namun penambahan komposisi bahan aktif yang berlebihan dalam formulasi dapat mempengaruhi stabilitas nanoemulsi. Tadros (2005) menyatakan bahwa dalam formulasi apabila suatu bahan aktif memiliki konsentrasi yang berlebihan, maka akan terbentuk butiran-butiran minyak. Penambahan konsentrasi bahan aktif dalam formulasi harus sejalan dengan peningkatan konsentrasi surfaktan, sehingga penetrasi bahan aktif ke dalam formulasi stabil (Hambali *et al.*, 2019). Namun penambahan konsentrasi surfaktan yang berlebihan akan menyebabkan terbentuknya busa sejalan dengan Hambali *et al.* (2019) surfaktan memiliki sifat agen busa disebabkan metil ester sulfonat terdapat sodium metal yang menghasilkan sodium asam lemak.

Busa terbentuk akibat pengurangan tegangan antar muka udara/larutan (Exerowa & Kruglyakov, 1998), sehingga mempermudah udara terperangkap oleh lapisan busa (Tadros, 2005). Kehadiran busa dalam formulasi dapat mengurangi efektivitas bahan aktif dan volume keseluruhan formulasi. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini dengan menambahkan agen antibusa. Agen antibusa memiliki mekanisme dalam memperkecil gaya kohesif antarmolekul dan mempengaruhi viskositas (Ross, 1950). Penambahan antibusa dalam formulasi dapat meningkatkan aktivitas bahan aktif dan memenuhi standar dari *Collaborative International Pesticides Analytical Council* (CIPAC, 1980).

Komersialisasi produk riset inovasi menjadi perhatian dan tujuan akhir dari suatu penelitian yang panjang, salah satu pertimbangan dalam komersialisasi produk selain aktivitas adalah kemudahan distribusi dan harga jual produk.

B. Masalah Penelitian

1. Bagaimana kestabilan dan ukuran partikel formulasi nanoemulsi insektisida botani berbahan aktif PMD ?.
2. Bagaimana pengaruh antibusa dalam formulasi nanoemulsi insektisida botani berbahan aktif PMD ?.
3. Bagaimana aktivitas formulasi nanoemulsi insektisida botani berbahan aktif PMD terhadap *S. frugiperda* ?.

C. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan komposisi terbaik dalam formulasi nanoemulsi insektisida botani berbahan aktif PMD untuk komersialisasi produk.
2. Mengetahui pengaruh aktivitas antibusa dalam formulasi nanoemulsi insektisida botani berbahan aktif PMD terhadap kestabilan, ukuran partikel nano, dan morfologi.
3. Mengetahui pengaruh aktivitas formulasi nanoemulsi insektisida botani berbahan aktif PMD terhadap *S. frugiperda*.

D. Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian yang diperoleh dapat menjadi acuan dalam pembuatan formulasi nanoemulsi dan pertimbangan dalam komersialisasi produk.
2. Hasil penelitian yang diperoleh menjadi salah satu alternatif pengendalian hama ramah lingkungan di pertanian *less input* dan pertanian organik.

E. Hipotesis

1. Peningkatan komposisi bahan aktif dapat meningkatkan aktivitas, mempertahankan kestabilan, dan ukuran partikel dalam formulasi nanoemulsi.
2. Penambahan antibusa dapat meningkatkan kestabilan formulasi nanoemulsi.
3. Formulasi nanoemulsi insektisida botani berbahan aktif PMD dapat mengendalikan *S. frugiperda*.