

INTISARI

Penyerbukan merupakan salah satu faktor penentu utama produktivitas kelapa sawit dan sangat bergantung pada keberadaan serta efektivitas kumbang penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus*. Namun demikian, variasi keberhasilan penyerbukan antar wilayah masih sering dijumpai dan belum sepenuhnya dapat dijelaskan hanya dari satu pendekatan kajian. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan variasi efektivitas *E. kamerunicus* sebagai polinator kelapa sawit melalui integrasi empat pendekatan penelitian, yaitu dinamika populasi, perilaku, biologi, dan efisiensi penyerbukan, pada dua wilayah utama perkebunan kelapa sawit Indonesia, yakni Kalimantan Tengah dan Sumatra Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *fruit set* di Kalimantan Tengah secara konsisten lebih rendah dan lebih fluktuatif dibandingkan Sumatra Utara, yang berkaitan erat dengan perbedaan kondisi lingkungan, terutama curah hujan, suhu, kelembapan relatif, dan *vapour pressure deficit* (VPD). Dinamika populasi dan intensitas kunjungan *E. kamerunicus* di Sumatra Utara lebih tinggi dan stabil, dengan puncak aktivitas pada pagi hingga menjelang siang hari, sedangkan di Kalimantan Tengah aktivitas polinator lebih sensitif terhadap fluktuasi iklim. Kajian perilaku mengungkap peran signifikan kumbang betina dalam meningkatkan efektivitas penyerbukan, terutama melalui kemampuannya menjangkau spikelet bagian dalam bunga betina, yang berkontribusi langsung terhadap peningkatan *fruit set* pada posisi pangkal dan tengah tandan. Dari aspek biologi, tidak ditemukan perbedaan nyata pada umur hidup, kematangan seksual, dan pola oviposisi antar populasi, namun analisis transkriptomik menunjukkan adanya perbedaan ekspresi gen yang berkaitan dengan metabolisme dan respons stres lingkungan, yang mengindikasikan peran regulasi ekspresi gen dalam adaptasi polinator. Pada aspek efisiensi penyerbukan, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa jumlah kumbang dan komposisi *sex ratio* merupakan faktor paling menentukan terhadap *fruit set*, *fruit to bunch*, berat tandan, dan rendemen minyak, dengan kombinasi jumlah kumbang lebih tinggi dan *sex ratio* kaya betina menghasilkan performa penyerbukan terbaik. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa efektivitas penyerbukan kelapa sawit merupakan hasil interaksi kompleks antara faktor lingkungan, perilaku, biologi, dan regulasi molekuler polinator. Temuan ini memberikan dasar ilmiah yang kuat bagi pengembangan strategi pengelolaan polinator yang adaptif dan berkelanjutan dalam rangka meningkatkan produktivitas kelapa sawit nasional.

Kata kunci: efisiensi penyerbukan, *Elaeidobius kamerunicus*, *fruit set* kelapa sawit, perilaku polinator, transkriptomik

ABSTRACT

Pollination is a key determinant of oil palm productivity and is highly dependent on the effectiveness of the pollinating weevil *Elaeidobius kamerunicus*. However, spatial variation in pollination success remains common across oil palm plantations and cannot be adequately explained by a single analytical approach. This study aimed to elucidate regional differences in the effectiveness of *E. kamerunicus* by integrating population dynamics, behaviour, biology, and pollination efficiency across two major oil palm producing regions in Indonesia, Central Kalimantan and North Sumatra. Fruit set in Central Kalimantan was consistently lower and more variable than in North Sumatra, closely associated with contrasting environmental conditions, particularly rainfall, temperature, relative humidity, and vapour pressure deficit (VPD). Population abundance and visitation intensity of *E. kamerunicus* were higher and more stable in North Sumatra, whereas pollinator activity in Central Kalimantan was more sensitive to microclimatic fluctuations. Behavioural observations revealed that female weevils played a disproportionately important role in enhancing pollination effectiveness through their ability to penetrate inner spikelets of female inflorescences, thereby increasing fruit set, especially in basal and middle bunch positions. Biological traits such as adult longevity, sexual maturity, and oviposition did not differ significantly between populations. However, transcriptomic analysis revealed differential gene expression related to metabolism and environmental stress responses, indicating that pollinator adaptation is mediated primarily through gene expression regulation rather than structural genetic divergence. Statistical analyses demonstrated that weevil abundance and sex ratio were the most influential factors affecting fruit set, fruit-to-bunch ratio, bunch weight, and oil extraction rate, with higher weevil densities and female-biased sex ratios producing optimal outcomes. Overall, this study demonstrates that oil palm pollination effectiveness arises from complex interactions among environmental, behavioural, biological, and molecular processes, providing a scientific basis for adaptive and sustainable pollinator management strategies to enhance oil palm productivity.

Keywords: *Elaeidobius kamerunicus*, oil palm fruit set, pollinator behaviour, pollination efficiency, transcriptomics