

PENDAHULUAN

Justifikasi & Tujuan penelitian

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman pangan terpenting di dunia. Minyak kelapa sawit memenuhi lebih dari 40% kebutuhan minyak global dunia dan merupakan komponen utama dalam diet lebih dari tiga milyar penduduk dunia, terutama di Asia (Mayes, S., 2020; Murphy *et al.*, 2021). Minyak kelapa sawit juga digunakan pada berbagai produk non-pangan seperti produk kebersihan dan sanitasi (Murphy *et al.* 2021). Nilai penting minyak kelapa sawit bagi manusia membuat produksi komoditas bernilai ekonomi tinggi ini perlu untuk selalu ditingkatkan melalui proses *research and development* yang tepat.

Menurut Murphy (2014) dua hal utama yang harus menjadi perhatian utama dalam proses *research and development* untuk meningkatkan produksi minyak kelapa sawit adalah peningkatan hasil panen minyak sawit dan peningkatan kadar asam oleat minyak kelapa sawit hingga kadar 65%. Peningkatan hasil panen minyak kelapa sawit dapat diperoleh dengan peningkatan proses pembentukan buah (*fruit set*), mengingat minyak kelapa sawit diperoleh dari buah bagian *mesocarp* buah kelapa sawit. Peningkatan pembentukan buah juga merupakan upaya peningkatan panen minyak kelapa sawit juga merupakan upaya penting untuk memenuhi permintaan produk minyak kelapa sawit yang terus meningkat di masa depan sambil tetap meminimalisir dampak negatif dari peningkatan produksi kelapa sawit melalui perluasan lahan perkebunan atau ekstensifikasi (Murphy, 2014).

Peningkatan pembentukan buah kelapa sawit dapat diperoleh dengan peningkatan efektifitas penyerbukan bunga tanaman tersebut. Kelapa sawit sendiri merupakan tumbuhan berumah satu yang proses penyerbukannya dibantu oleh serangga, terutama kumbang *Elaeodobius kamerunicus* (Li *et al.*, 2019; Yousefi *et al.*, 2020). Penelitian sebelumnya menunjukkan *E. kamerunicus* berperan dalam pemindahan serbuk sari dari bunga jantan kelapa sawit sehingga dapat meningkatkan fertilisasi dan pembentukan buah dan berkontribusi pada peningkatan panen dan jumlah minyak kelapa sawit yang dihasilkan (Gintoron *et al.*, 2023). Lebih lanjut penelitian juga menunjukkan bahwa persentase konversi bunga betina menjadi buah kelapa sawit sangat bervariasi dan bergantung kepada efektifitas serangga penyerbuk (Li *et al.*, 2019).

Kenyataan bahwa produksi buah kelapa sawit sangat bergantung efektifitas aktifitas serangga penyerbuk mendorong penggunaan secara luas *E. kamerunicus* sebagai serangga penyerbuk kelapa sawit diluar habitat aslinya, termasuk di Asia (Li *et al.*, 2019). Walaupun telah menjadi hal yang jamak dilakukan, ketergantungan besar terhadap hanya satu jenis serangga penyerbuk tetap menimbulkan kerawanan (Li *et al.*, 2019). Hal ini diperparah dengan hasil studi terdahulu yang menunjukkan penurunan efektifitas penyerbukan *E. kamerunicus* di wilayah Asia Tenggara (Li *et al.*, 2019).

Kerawanan yang terjadi akibat ketergantungan yang besar terhadap *E. kamerunicus* sebagai agen penyerbukan kelapa sawit mebuat upaya diversifikasi serangga penyerbuk menjadi penting untuk dilakukan terutama di Asia dimana serangga ini menunjukkan penurunan efektifitas penyerbukan (Li *et al.*, 2019). Studi menunjukan bahwa *E. kamerunicus* bukanlah satu-satunya serangga penyerbuk kelapa sawit dengan *Thrips hawaiiensi* dan *Pyroderces sp.* tercatat sebagai serangga asli Asia Tenggara yang juga berperan sebagai serangga penyerbuk kelapa sawit (Li *et al.*, 2019). Hasil ini membuka peluang pemanfaatan serangga lokal

sebagai agen penyerbuk kelapa sawit, terutama di Indonesia yang merupakan negara dengan biodiversitas yang tinggi.

Sayangnya potensi pemanfaatan serangga asli sebagai agen penyerbukan kelapa sawit, terutama di Indonesia belum banyak dipelajari. Hal ini berdampak pada kurangnya pengetahuan mengenai hal tersebut dan mengakibatkan upaya pemanfaatan serangga lokal menjadi belum dapat dilakukan. Kondisi ini menjadi justifikasi pentingnya dilaksanakan penelitian mengenai serangga lokal yang berpotensi sebagai agen penyerbukan kelapa sawit di lokasi perkebunan sawit tersebut berada (*on site*). Penelitian *on site* ini menjadi sangat penting mengingat komunitas serangga dipengaruhi secara erat oleh ekosistem lokasi tersebut. Sebagai ekosistem buatan perkebunan kelapa sawit kemungkinan memiliki komunitas serangga yang spesifik.

Dengan latar belakang yang telah disampaikan, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi serangga lokal yang berpotensi menjadi penyerbuk kelapa sawit di lokasi perkebunan kelapa sawit. Penelitian akan mendukung peningkatan produksi minyak kelapa sawit melalui peningkatan produksi buah (*fruit set*) dengan mengurangi kerawanan yang terjadi akibat ketergantungan berlebih terhadap *E. kamerunicus*. Selain itu penelitian ini juga akan memperkaya pengetahuan kita mengenai hubungan yang terjadi antara perkebunan kelapa sawit dengan lingkungan sekitar, terutama pada komunitas serangga lokal yang dapat mempengaruhi produktifitas perkebunan kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Pengamatan Keanekaragaman Serangga Penyerbuk

Pengamatan keanekaragaman serangga penyerbuk dilakukan selama 3 bulan. Pengamatan keanekaragaman serangga penyerbuk dilakukan pada 30 bungan jantan dan 30 bungan betina sawit. Tanaman yang digunakan terdiri dari 1 blok sawit. Pengamatan keanekaragaman serangga penyerbuk dilakukan dengan metode *scan sampling* (Dafni 1992) pada pagi hari (07.00-08.00 WIB), siang hari (10.00-12.00 WIB) dan sore hari (14.00-16.00 WIB). Dalam pengamatan tersebut dicatat spesies dan jumlah individu serangga penyerbuk. Parameter lingkungan diukur setiap hari pengamatan pada pukul 07.00, 09.00, 11.00 dan 13.00, yang meliputi suhu dan kelembaban udara, intensitas cahaya, dan kecepatan angin.

Pengamatan Frekuensi Kunjungan.

Pengamatan frekuensi kunjungan serangga penyerbuk dilakukan pada bunga betina yang anthesis. Bunga betina yang sedang anthesis dicirikan dengan warna bunga yang putih kekuningan, sedikit berlendir, kepala putik dengan 3 cuping berambut berbentuk sabit, dan umumnya mengeluarkan aroma wangi yang menyengat. Pengamatan frekuensi kunjungan mengacu pada *fixed sample method* (Dafni 1992), yang dilakukan selama 10 menit pada setiap tanaman percobaan, yaitu pagi (pukul 09.00-10.00), siang (pukul 12.00-13.00), dan sore hari (pukul 16.00-17.00). Setiap jam dilakukan pengamatan sebanyak 4 kali sehingga total pengamatan adalah 120 kali. Pengamatan dilakukan selama 10 hari. Setiap hari digunakan pohon yang berbeda. Selain itu digunakan pula *handycam* dan kamera digital untuk merekam aktivitas serangga penyerbuk.

Koleksi, Preservasi, dan Identifikasi Serangga Penyerbuk

Beberapa individu serangga dikoleksi menggunakan jaring, kemudian diawetkan secara kering atau basah dalam etanol 70%. Identifikasi spesimen serangga Famili Halictidae, Megachilidae dan Apidae berdasarkan Michener (2007), Famili Vespidae dan Scoliidae berdasarkan Goulet dan Huber (1993), Famili Formicidae berdasarkan Bolton (1994), Famili Syrphidae berdasarkan Vockeroth dan Thompson (1992), Famili Nymphalidae berdasarkan Tsukada (1985), Famili Pieridae berdasarkan Yata dan Morishita (1991), Famili Arctiidae berdasarkan Holloway (1988) dan Famili Pyralidae berdasarkan Robinson *et al.* (1994).

Preferensi Serangga Penyerbuk terhadap Bunga Sawit

Pengujian respon olfaktori *serangga penyerbuk* terhadap bunga sawit menggunakan tabung Y Olfaktometer. Metode pengujian mengacu pada Belz *et al.* (2013) yang telah dimodifikasi. Bunga sawit sebagai sumber aroma ditempatkan pada tabung mika yang terhubung dengan *air pump* dan arang aktif untuk memfilter udara Tabung mika dihubungkan pada ujung lengan tabung Y olfaktometer menggunakan selang. Pengujian dilaksanakan pada suhu ruang 26°C dan kelembaban 76%. Aliran udara menggunakan menggunakan metode Ali & Wright (2020) sebesar 300 ml/menit. Imago ditempatkan pada ujung tangkai tabung Y olfaktometer. Setiap imago serangga penyerbuk digunakan dalam pengujian dengan waktu 20 menit, apabila lebih dari 20 menit belum memilih sumber bau maka dianggap tidak merespon dan diganti dengan individu baru. Setiap seri percobaan menggunakan imago betina dan

diulang sebanyak 50 kali. Pengujian terdiri atas dua percobaan yaitu bunga dengan udara (*Non choice test*) dan antara semua jenis serangga penyerbuk (*Choice test*).

Pengukuran Efektivitas Serangga Penyerbuk

Pengukuran efektivitas serangga penyerbuk dilakukan pada buah kelapa sawit. Efektivitas penyerbukan serangga diukur dari jumlah buah yang terbentuk per tanaman, jumlah buah normal dan tidak normal, bobot buah, panjang buah, diameter buah, bobot biji, dan jumlah biji. Pengukuran efektivitas dilakukan pada 20 tanaman sawit yang berbeda tiap harinya untuk dilihat buah sawit yang dihasilkan.

Pelepasan dan Penghitungan Polen Terbawa serangga penyerbuk

Setiap spesies serangga penyerbuk diambil satu individunya dari bunga betina kelapa sawit, kemudian dimasukkan ke dalam tabung eppendorf yang berisi etanol 70% dan gliserol (4:1) sebanyak 0.5 ml. Tabung yang telah berisi serangga penyerbuk tersebut diputar dengan rotator selama 24 jam, setelah itu serangga penyerbuk dikeluarkan dari tabung. Tabung berisi larutan yang telah tercampur dengan polen disentrifugasi dengan *sentrifuge* dengan kecepatan 787,49 g selama 10 menit. Selanjutnya supernatan dibuang sampai batas 0,1 ml. Pelet yang mengandung polen diaduk dan diteteskan di atas hemasitometer untuk dihitung jumlah polennya. Polen diamati dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan pembesaran 100x. Polen yang dihitung adalah polen yang berada pada daerah empat kotak besar hemasitometer (Dafni 1992).

Pengukuran Parameter Lingkungan.

Pengukuran parameter lingkungan dilakukan di setiap pengamatan frekuensi kunjungan pada setiap blok waktu. Kelembapan dan suhu udara diukur dengan thermo-hygrometer, kecepatan angin diukur dengan anemometer, dan intensitas cahaya diukur dengan luxmeter.

Analisis Data.

Data frekuensi kunjungan disajikan dalam tabel. Frekuensi kunjungan dikaitkan dengan parameter lingkungan yang dianalisis dengan *scatter plot*, regresi, dan nilai probabilitas (p), dengan software Sigmaplot 11.0, yang dilanjutkan dengan uji korelasi Pearson.

RENCANA ANGGARAN BIAYA PENELITIAN

1. Honorarium : khusus pembantu peneliti, pembantu lapangan, dll (bukan untuk peneliti)				
Keterangan	Honor	Waktu (jam/minggu)	Unit	Honor
Asisten Peneliti 1	2,000,000	Rp 12	OB	Rp 24,000,000
Asisten Peneliti 2	2,000,000	Rp 12	OB	Rp 24,000,000
				Rp -
				Rp -
SUB TOTAL (Rp)				Rp 48,000,000
2. Bahan habis pakai				
Keterangan	Volume	Harga satuan	Satuan	Harga Bahan Habis Pakai
Alat				
Olfaktometer Y tube	5	Rp 1,250,000	Unit	Rp 6,250,000
Olfaktometer X tube	5	Rp 2,250,000	Unit	Rp 11,250,000
Kotak Rearing	10	Rp 125,000	Box	Rp 1,250,000
Air Pump	10	Rp 565,000	Pcs	Rp 5,650,000
Appendope	800	Rp 500	unit	Rp 400,000
Thermo-hygrometer (RF-220) Wohler	4	Rp 2,100,000	unit	Rp 8,400,000
Anenometer TA-300 TROTEC	4	Rp 1,650,000	unit	Rp 6,600,000
Luxmeter LUXTRON LX-1128SD	4	Rp 1,250,000	unit	Rp 5,000,000
hemasitometer	4	Rp 1,500,000	unit	Rp 6,000,000
Sentrifuge	1	Rp 6,700,000	unit	Rp 6,700,000
Media				
Etanol	4	Rp 3,500,000	Botol	Rp 14,000,000
Gliserol	5	Rp 2,500,000	Botol	Rp 12,500,000
Alkohol 96%	10	Rp 150,000	Botol	Rp 1,500,000
Aquadest	50	Rp 40,000	Liter	Rp 2,000,000
				Rp -
SUB TOTAL (Rp)				Rp 87,500,000
3. Sewa/ Alat/ Lumpsum				
Keterangan	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga Peralatan
Lumpsum (Jember Kalimantan)	30	OK	200,000	Rp 6,000,000
SUB TOTAL (Rp)				Rp 6,000,000
4. Perjalanan				
Keterangan	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga Perjalanan
Tiket Pengambilan Sampel (3 Orang-PP) 3x	10	Pesawat	4,000,000	Rp 40,000,000
Tiket Monitoring Riset Lapang (2 Orang-PP) 6 bulan	20	Pesawat	4,000,000	Rp 80,000,000
SUB TOTAL (Rp)				Rp 120,000,000
5. Biaya operasional lainnya				
Keterangan	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga Sewa
				Rp -
SUB TOTAL (Rp)				Rp -
6. Biaya Pengujian				
Keterangan	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga Sewa
Lab Analisis (Pengujian LENGKAP Kandungan nektar dan pollen)	10	pcs	2,850,000	Rp 28,500,000
Lab PCR Spesimen	20	spesimen	500,000	Rp 10,000,000
				Rp -
SUB TOTAL (Rp)				Rp 38,500,000
Total anggaran yang diusulkan (Rp)				Rp 300,000,000

GANTT CHART DAN OUTPUT KKEGIATAN PENELITIAN

Gantt Chart kegiatan Penelitian

Kegiatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Persiapan alat dan Perizinan	■	■										
Pengambilan sampel			■	■	■							
Identifikasi sampel				■	■	■						
Analisis data							■	■				
Penyusunan dan <i>submitting</i> luaran								■	■	■	■	■

Output yang diharapkan

1. Kegiatan penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi serangga lokal yang berpotensi sebagai serangga penyerbuk untuk meningkatkan produksi buah kelapa sawit di Lokasi penelitian.
2. Hasil penelitian tersebut diharapkan selanjutnya dapat dipublikasikan pada jurnal internasional bereputasi.

ANALISIS COST DAN BENEFIT

Produksi dan Analisis Kerugian Sawit Sehat dan Sawit Tanpa Polinator dengan Solusi Penanganan Menggunakan Polinator Lokal

Asumsi Dasar

- **Luas Lahan:** 1 ha (terdapat 150 pohon)
- **Umur Tanaman:** 4 – 8 tahun (fase produktif)
- **Produktivitas Sawit Sehat:** 20 – 25 ton
- **Penurunan Produksi Akibat Tidak Ada Polinator:** 10 – 30% (karena ketergantungan tanaman sawit pada polinator untuk keberhasilan proses penyerbukan)

Kondisi Tanaman

Kondisi Tanaman	Produksi TBS (ton/ha/tahun)	Penurunan Produksi (%)
Sawit Sehat	22	-
Sawit Tanpa Polinator	17	23%

Harga TBS: Rp. 2.500.000/ton

- **Sawit Sehat:** 22 ton x Rp. 2.500.000 = Rp. 55.000.000/ha/tahun
- **Sawit Tanpa Polinator:** 17 ton x Rp. 2.500.000 = Rp. 42.500.000/ha/tahun
- **Kerugian pada Sawit Tanpa Polinator:** Kerugian sebesar **Rp. 12.500.000/ha/tahun** akibat penurunan hasil produksi.

Analisis Keuntungan Penggunaan Polinator Lokal

Biaya Penanganan dengan Polinator Lokal

Komponen	Sawit Sehat (Rp.)	Sawit Tanpa Polinator (Rp.)
Biaya Pupuk	6.695.000	6.695.000
Penggunaan Polinator Lokal	-	500.000
Tenaga Kerja	300.000	450.000
Biaya Transportasi	100.000	150.000
Total Biaya	7.095.000	7.795.000

Biaya Pupuk dan Penggunaan Polinator Lokal

Tanpa Polinator Lokal	Dengan Polinator Lokal	Penghematan Laba
Urea: 2kg x 130 = 260kg	Urea: 2kg x 130 = 260kg	-
SP-36: 1,5kg x 130 = 195kg	SP-36: 1,5kg x 130 = 195kg	-
MOP: 1,5kg x 130 = 195kg	MOP: 1,5kg x 130 = 195kg	-
Kieserite: 1kg x 130 = 130kg	Kieserite: 1kg x 130 = 130kg	-
Total Biaya Pupuk	Total Biaya Pupuk	

Perhitungan Keuntungan (Sawit Sehat dan Sawit Tanpa Polinator dengan Polinator Lokal)

Komponen	Sawit Sehat Tanpa Polinator Lokal	Sawit Sehat Dengan Polinator Lokal	Penghematan / Tambahan Laba
Biaya Pemupukan	Rp. 7.095.000	Rp. 7.095.000	-
Produksi	22 ton/ha/tahun	25 ton/ha/tahun	3 ton
Hasil Jual	Rp. 55.000.000	Rp. 62.500.000	Rp. 7.500.000
Laba	Rp. 47.905.000	Rp. 55.580.000	Rp. 7.675.000

Sawit Tanpa Polinator dengan Polinator Lokal

Komponen	Sawit Tanpa Polinator Tanpa Polinator Lokal	Sawit Tanpa Polinator Dengan Polinator Lokal	Penghematan / Tambahan Laba
Biaya Pemupukan	Rp. 7.795.000	Rp. 7.795.000	-
Produksi	17 ton/ha/tahun	22 ton/ha/tahun	5 ton
Hasil Jual	Rp. 42.500.000	Rp. 55.000.000	Rp. 12.500.000
Laba	Rp. 34.705.000	Rp. 47.205.000	Rp. 12.500.000

Perbandingan Keuntungan

Kondisi	Laba Tanpa Polinator Lokal (Rp.)	Laba Dengan Polinator Lokal (Rp.)	Peningkatan Keuntungan (Rp.)	Penghematan Biaya (Rp.)
Sawit Sehat	Rp. 47.905.000	Rp. 55.580.000	Rp. 7.675.000	-
Sawit Tanpa Polinator	Rp. 34.705.000	Rp. 47.205.000	Rp. 12.500.000	-

Kesimpulan

- Penggunaan **polinator lokal** dalam tanaman sawit yang tidak memiliki polinator terbukti dapat meningkatkan hasil produksi TBS. Sawit yang tanpa polinator dapat mengalami peningkatan produksi hingga **5 ton/ha/tahun** setelah diberikan polinator lokal, yang mengarah pada tambahan laba sebesar **Rp. 12.500.000/ha/tahun**.
- Untuk tanaman sawit yang sehat, penggunaan polinator lokal meningkatkan laba sebesar **Rp. 7.675.000/ha/tahun**, dengan peningkatan hasil jual sebesar **Rp. 7.500.000/ha/tahun**.
- Secara keseluruhan, penggunaan polinator lokal memberikan **peningkatan keuntungan yang signifikan** baik untuk tanaman sawit yang sehat maupun tanaman sawit yang tidak memiliki polinator, dengan penghematan biaya dan peningkatan produksi yang jelas terlihat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolton B. 1994. *Identification Guide to the Ant Genera of the World*. Cambridge (GB): Harvard University Press.
- Dafni A. 1992. *Pollination Ecology: A Practical Approach*. Oxford (US): Univ Pr.
- Gintoron, C. S., Mohammed, M. A., Sazali, S. N., Deka, E. Q., Ong, K. H., Shamsi, I. H., & King, P. J. H. 2023. *Factors affecting pollination and pollinators in oil palm plantations: a review with an emphasis on the *Elaeidobius kamerunicus* weevil (Coleoptera: Curculionidae)*. *Insects*, 14(5), 454.
- Goulet H, Huber JT. 1993. *Hymenoptera of The World*. Canada (CA): Agriculture Canada.
- Holloway JD. 1988. *The Moths of Borneo*. Kuala Lumpur (MY): Southdene Sdn. Bhd.
- Li, K., Tschardtke, T., Saintes, B., Buchori, D., & Grass, I. .2019. *Critical factors limiting pollination success in oil palm: a systematic review*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 280, 152-160.
- Mayes, S. 2020. *The History and Economic Importance of the Oil Palm*. In: Ithnin, M., Kushairi, A. (eds) *The Oil Palm Genome*. Compendium of Plant Genomes. Springer, Cham.
- Michener CD. 2007. *The Bees of The World 2nd ed*. Baltimore (US): The Johns Hopkins University Press.
- Murphy, D. J. 2014. *The future of oil palm as a major global crop: opportunities and challenges*. *Journal of oil palm research*, 26(1), 1-24.
- Murphy, D.J., Goggin, K. & Paterson, R.R.M. 2021. *Oil palm in the 2020s and beyond: challenges and solutions*. *CABI Agric Biosci* 2, 39
- Robinson GS, Tuck KR, Shaffer M. 1994. *A Field Guide to The Smaller Moths of South-East Asia*. Kuala Lumpur (MY): Malaysian Nature Society.
- Tsukada E. 1985. *Butterflies of The South East Asian Island IV Nymphalidae (I)*. Tokyo (JP): PLAPAC Co., Ltd.
- Vockeroth JR, Thompson FC. 1992. *Manual of Nearctic Diptera Volume 2*. McAlpine JF, Rudnitski SM, editor. Ottawa (CA): Canada Communication Group-Publishing. 718-720.
- Yata O, Morishita K. 1991. *Butterflies of The South East Asian Island II Pieridae- Danaidae*. Tsukada E, editor. Tokyo (JP): PLAPAC Co.Ltd.
- Yousefi, M., Rafie, A. S. M., Abd Aziz, S., & Azrad, S. 2020. *Introduction of current pollination techniques and factors affecting pollination effectiveness by *Elaeidobius kamerunicus* in oil palm plantations on regional and global scale: A review*. *South African Journal of Botany*, 132, 171-179.