



Pengaruh Ketersediaan Bunga Jantan Anthesis terhadap Populasi Kumbang *Elaeidobius kamerunicus* dan Dampaknya terhadap Penurunan Jumlah Tandan Parthenocarpy

Toni Athory Sinaga^{1*}, Yohana Th. Maria Astuti², Kadarwati Budiharjo³,
Febri Afiantoro⁴, Yusup Paisol⁵

¹⁻⁴ Magister Manajemen Perkebunan, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta, Indonesia

Email: mauliatetuhan@yahoo.com ^{1*}

Alamat: Jl. Nangka II, Krodan, Maguwoharjo, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

*Penulis Korespondensi

Abstract. Successful pollination in oil palm depends heavily on the availability of *Elaeidobius kamerunicus* pollinator insects that require anthesis male flowers as habitat and food sources. This study aimed to analyze the relationship between anthesis male flower availability on *E. kamerunicus* beetle population and its impact on parthenocarpy bunch formation at PT. Graha Inti Jaya, Central Kalimantan. Observational method with descriptive and correlational approaches was conducted on 484.57 hectares of oil palm plants varieties Socfindo and Lonsum planted in 2007-2008 during February-July 2025 period. Data collection included anthesis male flower census, beetle population monitoring using yellow traps, and parthenocarpy bunch analysis from mill sorting. Data analysis used linear regression, Pearson correlation, and two-way ANOVA with 95% confidence level. Results showed significant relationship between anthesis male flower availability and *E. kamerunicus* beetle population ($R^2 = 0.728$, $p < 0.05$), where each unit increase of anthesis male flower increased beetle population by 2,667 individuals per hectare. However, relationship between beetle population and parthenocarpy bunches was not significant ($R^2 = 0.114$, $p > 0.05$), indicating complexity of pollination factors. Variety and planting year differences showed no significant effect. This study recommends maintaining anthesis male flower availability $>5\%$ per hectare for optimal natural pollinator beetle population.

Keywords: Anthesis Male Flowers; *Elaeidobius Kamerunicus*; Parthenocarpy Bunches; Planting Year; Yellow Traps

Abstrak. Keberhasilan penyerbukan pada kelapa sawit sangat bergantung pada ketersediaan serangga polinator *Elaeidobius kamerunicus* yang memerlukan bunga jantan anthesis sebagai habitat dan sumber makanan. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan ketersediaan bunga jantan anthesis terhadap populasi kumbang *E. kamerunicus* dan dampaknya terhadap pembentukan tandan parthenocarpy di PT. Graha Inti Jaya, Kalimantan Tengah. Metode observasi dengan pendekatan deskriptif dan korelasional dilakukan pada 484,57 hektar tanaman kelapa sawit varietas Socfindo dan Lonsum tahun tanam 2007-2008 selama periode Februari-Juli 2025. Pengumpulan data meliputi sensus bunga jantan anthesis, monitoring populasi kumbang menggunakan yellow trap, dan analisis tandan parthenocarpy dari sortasi pabrik. Analisis data menggunakan regresi linier, korelasi Pearson, dan ANOVA dua arah dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan hubungan signifikan antara ketersediaan bunga jantan anthesis dengan populasi kumbang *E. kamerunicus* ($R^2 = 0.728$, $p < 0.05$), dimana setiap peningkatan satu unit bunga jantan anthesis meningkatkan populasi kumbang sebesar 2.667 ekor per hektar. Namun, hubungan populasi kumbang dengan tandan parthenocarpy tidak signifikan ($R^2 = 0.114$, $p > 0.05$), mengindikasikan kompleksitas faktor penyerbukan. Perbedaan varietas dan tahun tanam tidak berpengaruh nyata. Penelitian ini merekomendasikan pemeliharaan ketersediaan bunga jantan anthesis $>5\%$ per hektar untuk optimalisasi populasi kumbang penyerbuk alami.

Kata kunci: Bunga Antesis Jantan; *Elaeidobius Kamerunicus*; Perangkap Kuning; Tandan Partenokarpi; Tahun Tanam

1. LATAR BELAKANG

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan salah satu komoditas pertanian terpenting di dunia yang berkontribusi signifikan terhadap ekonomi global dalam menyediakan minyak nabati untuk berbagai industri (Ulfah et al., 2018). Seiring dengan peningkatan permintaan yang terus berkelanjutan, industri perkebunan kelapa sawit terus melakukan pengembangan usaha melalui perluasan areal dan inovasi teknologi untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Peningkatan kualitas tandan buah segar (TBS) menjadi faktor kunci yang mempengaruhi produktivitas kelapa sawit, dimana kualitas tersebut dapat diukur melalui parameter *fruit set* dan *fruit to bunch* (Kasim et al., 2012).

Keberhasilan penyerbukan pada kelapa sawit sangat bergantung pada ketersediaan serangga polinator, khususnya *Elaeidobius kamerunicus* yang merupakan serangga penyerbuk utama di perkebunan kelapa sawit Indonesia. Kumbang ini memiliki peran vital dalam meningkatkan *fruit set* dan mengurangi pembentukan tandan *parthenocarpy*. Kecukupan populasi serangga penyerbuk dipengaruhi oleh berbagai faktor kompleks meliputi lingkungan abiotik (iklim, curah hujan, kelembapan), lingkungan biotik (ketersediaan inang dan predator), aktivitas manusia (penggunaan pestisida, pengelolaan perkebunan, pemilihan varietas), serta faktor fisik seperti jenis tanah. Mohamed et al. (2021) melaporkan bahwa populasi rata-rata *E. kamerunicus* di tanah gambut mencapai 68.662,87 individu/ha dengan *fruit set* 69,47%, sementara di tanah mineral populasinya lebih tinggi yaitu 89.270,93 individu/ha dengan *fruit set* 83,08%.

Penelitian terkini oleh Gintoron et al. (2023) mengungkapkan bahwa keberhasilan penyerbukan *E. kamerunicus* dipengaruhi oleh senyawa volatil organik (VOCs) yang dihasilkan bunga kelapa sawit selama fase *anthesis*. Senyawa utama yang bertanggung jawab menarik kumbang adalah estragole dengan konsentrasi optimal sekitar 100 ppm yang dikeluarkan oleh bunga jantan. Selain estragole, bunga betina juga menghasilkan senyawa volatil seperti palmitic acid dan farnesol untuk menarik kumbang, namun hanya bunga jantan yang menyediakan serbuk sari sebagai sumber makanan dan tempat reproduksi. Temuan ini menegaskan bahwa bunga jantan *anthesis* tidak hanya berperan sebagai daya tarik utama, tetapi juga sebagai habitat kritis bagi siklus hidup *E. kamerunicus*.

Ketersediaan bunga jantan *anthesis* menjadi faktor kunci dalam menentukan populasi kumbang penyerbuk. M. Wahyuni et al. (2021) menekankan bahwa pemangkasan bunga jantan yang tidak terkontrol dapat mengurangi populasi kumbang dan berdampak negatif pada efisiensi penyerbukan. Asmawati et al. (2019) menemukan bahwa populasi *E. kamerunicus* tertinggi pada tanaman dengan rata-rata spikelet 104,5 per tanaman, dengan 3.959,51 individu

dewasa pada bunga anthesis dan 7.674,48 larva pada bunga pasca-anthesis. Riley et al. (2022) juga mengonfirmasi korelasi positif antara populasi penyerbuk dengan fruit set, terutama pada varietas Tenera.

PT. Graha Inti Jaya, sebuah perusahaan perkebunan kelapa sawit yang terletak di Desa Manusup, Kecamatan Mentangai, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah, menghadapi tantangan signifikan terkait kualitas buah, terutama yang berhubungan dengan parthenocarpy. Perkebunan ini, dengan topografi datar dan lahan gambut, mengelola varietas kelapa sawit seperti Felda, Socfindo, Marihat, dan Lonsum, dengan rata-rata umur tanaman sekitar 17 tahun. Penelitian menunjukkan bahwa kelapa sawit yang berusia 17-18 tahun menunjukkan tingkat parthenocarpy yang cukup tinggi, berkisar antara 6-7% berdasarkan data sortase pabrik (Foo & Yusof, 2022). Fenomena ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi lingkungan dan praktik penyerbukan. Perusahaan telah menerapkan penyerbukan buatan menggunakan serbuk sari dari bunga jantan anthesis, meskipun praktik ini dilakukan tanpa melakukan sensus atau analisis jumlah bunga jantan anthesis per hektar, yang merupakan komponen penting untuk mengoptimalkan penyerbukan (Aswathanarayana & Brishti, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa penyerbukan buatan, jika dikelola dengan baik, dapat secara signifikan meningkatkan pembentukan buah dan mengurangi parthenocarpy pada kelapa sawit (Alhassan & Akwasi, 2020). Namun, pengaruh topografi dan kondisi tanah, terutama di daerah gambut, memperumit proses penyerbukan dan berdampak pada hasil tanaman secara keseluruhan (Hidayat & Junaidi, 2023). Oleh karena itu, mengatasi masalah ini melalui praktik penyerbukan yang lebih sistematis dan berbasis data dapat meningkatkan kualitas buah dan mengurangi tingkat parthenocarpy di PT. Graha Inti Jaya. Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penelitian ini merumuskan masalah utama terkait hubungan antara ketersediaan bunga jantan anthesis dengan populasi *E. kamerunicus* dan dampaknya terhadap pembentukan tandan parthenocarpy. Rumusan masalah spesifik yang akan dikaji adalah: (1) Bagaimana hubungan ketersediaan bunga jantan anthesis terhadap populasi kumbang *E. kamerunicus*? (2) Bagaimana dampak populasi kumbang *E. kamerunicus* terhadap pembentukan tandan parthenocarpy? (3) Bagaimana pengaruh ketersediaan bunga jantan anthesis terhadap populasi *E. kamerunicus* dan buah parthenocarpy pada varietas kelapa sawit tahun tanam 2007 dan 2008?

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan ketersediaan bunga jantan anthesis terhadap populasi kumbang *E. kamerunicus*, menganalisis dampak populasi kumbang *E. kamerunicus* terhadap pembentukan tandan parthenocarpy, dan mengevaluasi perbedaan

pengaruh ketersediaan bunga jantan anthesis terhadap populasi *E. kamerunicus* dan buah parthenocarpy pada berbagai varietas kelapa sawit tahun tanam 2007 dan 2008.

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoritis berupa pemahaman mendalam tentang hubungan mutualisme kumbang penyerbuk dengan tanaman kelapa sawit, khususnya peran bunga jantan anthesis sebagai penopang populasi polinator alami dan penyebab pembentukan parthenocarpy. Secara praktis, hasil penelitian dapat membantu PT. Graha Inti Jaya dalam mempertahankan dan meningkatkan populasi *E. kamerunicus* sebagai polinator alami, mengurangi ketergantungan terhadap penyerbukan manual, serta meningkatkan produktivitas tanaman dengan meminimalkan tandan parthenocarpy yang berdampak pada peningkatan produksi minyak sawit dan pendapatan perusahaan.

2. KAJIAN TEORITIS

Kajian teoritis ini berfungsi sebagai landasan konseptual untuk menjelaskan hubungan antara ketersediaan bunga jantan anthesis, populasi serangga *Elaeidobius kamerunicus*, dan kejadian tandan parthenocarpy pada kelapa sawit. Bunga jantan anthesis menyediakan polen sekaligus habitat dan sumber pakan bagi serangga penyerbuk. Karena itu, fluktuasi jumlah dan kesinambungan anthesis secara langsung memengaruhi aktivitas, kelimpahan, serta dinamika populasi serangga penyerbuk di lapangan. Ketika ketersediaan anthesis memadai dan terdistribusi baik, intensitas kunjungan dan keberhasilan penyerbukan meningkat; sebaliknya, kelangkaan anthesis dapat menurunkan kelimpahan serangga penyerbuk dan mengganggu proses penyerbukan silang yang efektif.

Elaeidobius kamerunicus dikenal sebagai serangga penyerbuk utama kelapa sawit di Asia Tenggara. Populasi dan efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh kontinuitas anthesis karena fase hidupnya terkait erat dengan bunga jantan (Teo, 2015). Dalam kondisi pasokan polen dan habitat yang cukup, populasi serangga cenderung stabil, yang berdampak pada peningkatan keberhasilan pembuahan. Sebaliknya, ketika pasokan anthesis menurun, intensitas kunjungan penyerbuk ikut menurun dan tingkat pembuahan gagal meningkat.

Parthenocarpy pada kelapa sawit yakni terbentuknya buah tanpa pembuahan sempurna biasanya berkaitan dengan kegagalan penyerbukan atau keterbatasan polen yang tersedia pada saat reseptivitas bunga betina (Yousefi et al., 2020). Secara praktis, hal ini bermuara pada meningkatnya proporsi buah kosong dan penurunan produktivitas tandan. Oleh karena itu, ketersediaan bunga jantan anthesis yang memadai dan pengelolaan ekologi penyerbuk yang mendukung menjadi kunci untuk menekan kejadian parthenocarpy melalui peningkatan keberhasilan penyerbukan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Manusup, PT. Graha Inti Jaya, menggunakan area sampel seluas 484,57 hektar atau 13% dari total luasan kebun. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada ketersediaan tanaman kelapa sawit dengan varietas Socfindo dan Lonsum yang berumur 17 dan 18 tahun, yang dianggap sebagai periode produktif optimal. Penelitian yang berlangsung selama enam bulan (Februari-Juli 2025) ini menggunakan metode observasional dengan pendekatan deskriptif dan korelasional untuk menganalisis hubungan antara ketersediaan bunga jantan anthesis dan populasi kumbang penyerbuk *E. kamerunicus* dengan tingkat parthenocarpy. Pengumpulan data meliputi sensus populasi bunga jantan anthesis pada 10% dari total tanaman dan pemantauan populasi kumbang menggunakan metode *yellow trap* dengan densitas empat perangkap per 10 hektar.

Variabel independen dalam penelitian ini terdiri dari ketersediaan bunga jantan anthesis yang diukur melalui persentase bunga jantan yang mekar per hektar, dan curah hujan yang berpengaruh terhadap ketersediaan bunga jantan serta populasi kumbang. Bunga jantan dalam fase anthesis berfungsi sebagai sumber nutrisi berupa nektar dan serbuk sari sekaligus habitat reproduksi bagi kumbang *E. kamerunicus*. Data curah hujan diperoleh dari periode September 2024 hingga Februari 2025 untuk menganalisis pengaruh faktor iklim terhadap ketersediaan bunga dan aktivitas kumbang. Variabel dependen meliputi populasi kumbang *E. kamerunicus* yang dihitung berdasarkan kepadatan kumbang per bunga jantan, tandan parthenocarpy yang dinilai dari persentase tandan buah berkembang tanpa biji akibat gagal penyerbukan, dan rasio *fruit set* yang dihitung dari persentase jumlah buah jadi dibagi total buah (jadi + parthenocarpy) dikali 100%. Populasi kumbang berperan sebagai variabel mediator yang menghubungkan ketersediaan bunga jantan dengan tingkat parthenocarpy, dimana defisiensi bunga jantan anthesis (<5% per hektar) dapat menurunkan populasi kumbang dan menghambat transfer serbuk sari ke bunga betina.

Data primer diperoleh melalui tiga metode pengamatan utama, yaitu sensus bunga jantan anthesis, monitoring populasi kumbang, serta perhitungan rasio *fruit set*. Sensus bunga jantan anthesis dilakukan sebulan sekali selama dua bulan pada blok sampel yang telah ditentukan. Monitoring populasi kumbang *E. kamerunicus* dilakukan dengan dua teknik. Pertama, menggunakan *yellow trap* yang dipasang pada pohon sampel dengan bunga jantan anthesis sebanyak empat unit per 10 hektar. Kedua, melalui pengambilan bunga jantan pasca anthesis dengan metode *spikelet sampling*, yaitu pada bagian atas, tengah, dan bawah tandan, masing-masing sebanyak tiga *spikelet*.

Data sekunder meliputi data tandan parthenocarpy periode September 2024 hingga Januari 2025 yang diperoleh dari hasil sortasi pabrik kelapa sawit PT. Graha Inti Jaya, serta data curah hujan periode September 2024 hingga Februari 2025. Sementara itu, perhitungan rasio *fruit set* dilakukan dengan mengambil sepuluh janjang sampel dari lima TPH yang representatif pada setiap blok. Dari setiap janjang, dianalisis sebanyak 30 *spikelet* yang terdiri dari 10 *spikelet* bagian pangkal, 10 *spikelet* bagian tengah, dan 10 *spikelet* bagian ujung. Analisis ini digunakan untuk menghitung perbandingan antara buah jadi (memiliki kernel) dengan buah parthenocarpy (tanpa kernel).

Analisis deskriptif dilakukan untuk menghitung rata-rata populasi bunga jantan anthesis menggunakan rumus mean ($\bar{X} = (X_1+X_2+X_3+\dots+X_n)/n$), yang memberikan gambaran jumlah rata-rata tandan anthesis per hektar pada periode pengamatan. Analisis korelasional menggunakan uji Pearson untuk menentukan hubungan linier antara ketersediaan bunga jantan dan populasi kumbang dengan rumus $r = (N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)) / \sqrt{([N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2])}$, dimana kekuatan asosiasi dikategorikan menjadi kecil (0,1-0,3), sedang (0,3-0,5), dan besar (0,5-1,0) untuk korelasi positif. Uji regresi berganda digunakan untuk menganalisis dampak populasi kumbang terhadap parthenocarpy dan *fruit set* dengan persamaan $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$, dimana Y adalah variabel terikat (persentase tandan parthenocarpy atau rasio *fruit set*), X_1 adalah populasi kumbang *E. kamerunicus*, dan X_2 adalah populasi bunga jantan anthesis. Analisis varian dua arah (Two Way ANOVA) digunakan untuk menguji pengaruh varietas kelapa sawit (Socfindo dan Lonsum) dan tahun tanam (2007 dan 2008) terhadap populasi kumbang dan parthenocarpy dengan persamaan $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$, menggunakan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) dan aplikasi SPSS untuk pengolahan data (Sujarweni, 2012).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Populasi Kumbang *Elaeidobius kamerunicus*

Observasi populasi kumbang *Elaeidobius kamerunicus* yang dilakukan pada Januari dan Februari 2025 menunjukkan variasi yang signifikan antar blok sampling dengan dua varietas kelapa sawit yang berbeda. Pada varietas Socfindo tahun tanam 2007, populasi kumbang berkisar antara 18.232-22.379 ekor per hektar pada bulan Januari, sedangkan pada Februari berkisar 19.420-22.466 ekor per hektar. Varietas Socfindo tahun tanam 2008 menunjukkan kisaran yang serupa, yaitu 18.092-21.160 ekor per hektar pada Januari dan 18.837-21.568 ekor per hektar pada Februari.

Tabel 1. Populasi Kumbang *Elaeidobius kamerunicus* Periode Januari-Februari 2025.

Blok	Varietas	Tahun Tanam	Jan-25 (ekor/ha)	Feb-25 (ekor/ha)
P2	Socfindo	2007	22.379	22.466
P3	Socfindo	2007	21.804	21.046
P4	Socfindo	2007	18.872	21.172
P5	Socfindo	2007	18.232	19.420
R2	Socfindo	2008	21.160	21.568
R3	Socfindo	2008	20.366	20.169
R4	Socfindo	2008	18.092	18.894
R5	Socfindo	2008	18.227	18.837
P7	Lonsum	2007	18.734	17.506
P8	Lonsum	2007	15.666	16.198
P9	Lonsum	2007	20.293	20.996
P10	Lonsum	2007	20.062	20.302
Q11	Lonsum	2007	19.772	19.776
Q12	Lonsum	2007	20.198	18.646
Q13	Lonsum	2007	18.851	18.357
Q14	Lonsum	2007	21.378	21.675

Varietas Lonsum tahun tanam 2007 menunjukkan populasi kumbang yang lebih bervariasi, dengan kisaran 15.666-21.378 ekor per hektar pada Januari dan 16.198-21.675 ekor per hektar pada Februari. Variasi populasi kumbang ini menunjukkan adanya pengaruh faktor lingkungan mikro dan ketersediaan sumber makanan yang berbeda antar blok. Populasi kumbang yang konsisten tinggi pada blok P2 dan P3 mengindikasikan kondisi habitat yang optimal untuk perkembangan *E. kamerunicus*.

Ketersediaan Bunga Jantan Antesis (BJA)

Sensus bunga jantan antesis menunjukkan variasi yang cukup signifikan antar varietas dan periode pengamatan. Pada varietas Socfindo tahun tanam 2007, ketersediaan BJA per hektar berkisar 3.0-4.4 pada Januari dan menurun menjadi 2.7-3.8 pada Februari. Pola serupa terlihat pada varietas Socfindo tahun tanam 2008, dengan kisaran 1.6-3.6 pada Januari dan 2.3-3.3 pada Februari.

Tabel 2. Ketersediaan Bunga Jantan Antesis Periode Januari-Februari 2025.

Blok	Varietas	T.Tanam	Jan-25 BJA/HA	Feb-25 BJA/HA
P2	Socfindo	2007	4.4	3.8
P3	Socfindo	2007	4.0	2.8
P4	Socfindo	2007	3.0	3.4
P5	Socfindo	2007	3.1	2.7
R2	Socfindo	2008	3.6	2.8
R3	Socfindo	2008	2.1	3.3
R4	Socfindo	2008	1.6	2.3
R5	Socfindo	2008	2.8	2.6
P7	Lonsum	2007	2.0	2.6

P8	Lonsum	2007	1.5	3.0
P9	Lonsum	2007	3.2	3.5
P10	Lonsum	2007	2.9	3.2
Q11	Lonsum	2007	2.7	3.1
Q12	Lonsum	2007	3.0	2.4
Q13	Lonsum	2007	2.4	3.0
Q14	Lonsum	2007	3.7	3.3

Varietas Lonsum tahun tanam 2007 menunjukkan ketersediaan BJA yang relatif lebih rendah, dengan kisaran 1.5-3.7 pada Januari dan 2.4-3.5 pada Februari. Penurunan ketersediaan BJA dari Januari ke Februari pada sebagian besar blok mengindikasikan adanya pengaruh faktor iklim dan siklus fenologi tanaman. Hal ini sesuai dengan karakteristik tanaman kelapa sawit yang mengalami fluktuasi produksi bunga jantan sesuai dengan kondisi lingkungan.

Analisis Hubungan BJA dengan Populasi Kumbang

Analisis Regresi Periode Januari 2025, Analisis regresi linier sederhana pada data Januari 2025 menunjukkan hubungan yang signifikan antara ketersediaan BJA dan populasi kumbang *E. kamerunicus*. Hasil analisis menunjukkan nilai R^2 sebesar 0.673 dengan tingkat signifikansi 0.000 ($p < 0.05$), yang mengindikasikan bahwa 67.3% variasi populasi kumbang dapat dijelaskan oleh ketersediaan bunga jantan anthesis.

Tabel 3. Hasil Analisis Regresi BJA terhadap Populasi Kumbang Januari 2025.

Variabel	Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	T hitung	Sig.
(Constant)	14762.245	941.668		15.677	.000
Ketersediaan Bunga Jantan	1693.263	315.670	.820	5.364	.000
F-Hitung			R Square		Prob/Sig
28.773	.673	.000			

Koefisien regresi sebesar 1693.263 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu unit BJA per hektar akan meningkatkan populasi kumbang sebesar 1693 ekor. Hubungan positif ini secara ekologis dapat dijelaskan bahwa *E. kamerunicus* sangat bergantung pada bunga jantan sebagai tempat berkembang biak dan sumber makanan utama berupa serbuk sari.

Analisis Regresi Periode Februari 2025, Analisis regresi pada periode Februari menunjukkan peningkatan kekuatan hubungan dengan nilai R^2 sebesar 0.728 dan tingkat signifikansi 0.000 ($p < 0.05$). Hal ini mengindikasikan bahwa 72.8% variasi populasi kumbang pada Februari dapat dijelaskan oleh ketersediaan BJA.

Tabel 4. Hasil Analisis Regresi BJA terhadap Populasi Kumbang Februari 2025.

Variabel	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	T hitung	Sig.
	B	Std. Error	Beta	
(Constant)	11997.308	1297.441		9.247
Ketersediaan Bunga Jantan	2666.760	435.776	.853	6.120
F-Hitung		R Square		Prob/Sig
37.449		.728		.000

Peningkatan nilai R^2 dari Januari ke Februari mengindikasikan bahwa hubungan antara BJA dan populasi kumbang menjadi semakin kuat seiring dengan stabilisasi kondisi lingkungan dan pola fenologi tanaman. Koefisien regresi yang meningkat menjadi 2666.760 pada Februari menunjukkan sensitivitas populasi kumbang yang lebih tinggi terhadap ketersediaan BJA.

Analisis Tandan Partenokarpi

Persentase Tandan Partenokarpi Periode Awal, Pengamatan tandan partenokarpi pada periode Januari-Februari 2025 menunjukkan variasi antar varietas dan blok. Varietas Socfindo tahun tanam 2007 menunjukkan persentase partenokarpi 3-4% pada Januari dan meningkat menjadi 4-7% pada Februari. Varietas Socfindo tahun tanam 2008 menunjukkan kisaran yang lebih tinggi, yaitu 4-11% pada Januari dan 4-11% pada Februari.

Tabel 5. Persentase Tandan Partenokarpi Periode Januari-Juli 2025.

Blok	Varietas	T.Tanam	Jan-25 %	Feb-25 %	Jul-25 %
P2	Socfindo	2007	3%	7%	4%
P3	Socfindo	2007	4%	5%	4%
P4	Socfindo	2007	4%	4%	3%
P5	Socfindo	2007	3%	7%	3%
R2	Socfindo	2008	4%	4%	4%
R3	Socfindo	2008	8%	6%	6%
R4	Socfindo	2008	11%	11%	6%
R5	Socfindo	2008	4%	8%	4%
P7	Lonsum	2007	4%	7%	4%
P8	Lonsum	2007	8%	8%	6%
P9	Lonsum	2007	5%	7%	3%
P10	Lonsum	2007	5%	9%	4%
Q11	Lonsum	2007	5%	4%	3%
Q12	Lonsum	2007	4%	8%	5%
Q13	Lonsum	2007	5%	4%	4%
Q14	Lonsum	2007	3%	5%	3%

Varietas Lonsum tahun tanam 2007 menunjukkan persentase partenokarpi 3-8% pada Januari dan 4-9% pada Februari. Pada periode Juli 2025, terjadi penurunan persentase partenokarpi pada sebagian besar blok, dengan kisaran 3-6% untuk semua varietas. Penurunan ini mengindikasikan adanya perbaikan efisiensi penyerbukan seiring dengan stabilisasi populasi kumbang dan kondisi lingkungan.

Analisis Regresi Populasi Kumbang terhadap Tandan Partenokarpi, Analisis regresi antara populasi kumbang Januari 2025 dan persentase tandan partenokarpi Juli 2025 menunjukkan hasil yang tidak signifikan. Nilai R^2 sebesar 0.114 dengan tingkat signifikansi 0.200 ($p > 0.05$) mengindikasikan bahwa hanya 11.4% variasi tandan partenokarpi yang dapat dijelaskan oleh populasi kumbang.

Tabel 6. Hasil Analisis Regresi Populasi Kumbang terhadap Tandan Partenokarpi.

Variabel	Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	T hitung	Sig.
	B		Beta		
(Constant)	8.381	3.177		2.638	.019
Populasi Kumbang	.000	.000	-.338	-1.345	.200
F-Hitung		R Square		Prob/Sig	
1.808		.114		.200	

Koefisien beta negatif (-0.338) menunjukkan hubungan negatif antara populasi kumbang dan persentase partenokarpi, yang secara teoritis sesuai dengan fungsi kumbang sebagai agen penyerbuk yang efektif. Namun, hubungan yang tidak signifikan mengindikasikan adanya faktor-faktor lain yang lebih dominan dalam menentukan pembentukan partenokarpi, seperti kualitas serbuk sari, sinkronisasi pembungaan, dan kondisi lingkungan mikro.

Analisis Fruit Set

Karakteristik Fruit Set, Pengamatan fruit set pada Juli 2025 menunjukkan variasi antar varietas dengan kisaran 79-87%. Varietas Socfindo menunjukkan fruit set 79-83%, sedangkan varietas Lonsum menunjukkan fruit set yang lebih tinggi, yaitu 82-88%. Perbedaan ini mengindikasikan adanya variasi genetik dalam responsivitas terhadap penyerbukan dan kualitas pembentukan buah.

Tabel 7. Hasil Pengamatan Fruit Set Periode Juli 2025.

Blok	Varietas	T.Tanam	BJR	Berondol Jadi	Berondol Parteno	Total Berondol	Fruit Set (%)
P2	Socfindo	2007	23.7	3940	926	4866	81%
P3	Socfindo	2007	25.6	3929	916	4845	81%
P4	Socfindo	2007	23.1	3966	972	4938	80%
P5	Socfindo	2007	23.2	3921	1035	4956	79%
R2	Socfindo	2008	26.7	4099	873	4972	82%
R3	Socfindo	2008	20.2	3745	962	4707	80%
R4	Socfindo	2008	21.2	3869	870	4739	82%
R5	Socfindo	2008	22.2	3985	806	4791	83%
P7	Lonsum	2007	23.5	3912	860	4772	82%
P8	Lonsum	2007	26.5	3804	635	4439	86%
P9	Lonsum	2007	26.4	3929	573	4502	87%
P10	Lonsum	2007	26.7	3985	544	4529	88%
Q11	Lonsum	2007	25.8	3925	695	4620	85%
Q12	Lonsum	2007	25.4	3764	682	4446	85%
Q13	Lonsum	2007	25.8	3907	769	4676	84%
Q14	Lonsum	2007	24.9	3895	566	4461	87%

Analisis Regresi Berganda terhadap Fruit Set, Analisis regresi berganda antara populasi kumbang dan BJA terhadap fruit set menunjukkan hasil yang tidak signifikan. Nilai R² sebesar 0.009 dengan tingkat signifikansi 0.942 ($p > 0.05$) mengindikasikan bahwa kedua variabel tersebut hanya menjelaskan 0.9% variasi fruit set.

Tabel 8. Hasil Analisis Regresi Berganda terhadap Fruit Set.

Variabel	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	T hitung	Sig.	
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	81.900	12.192		6.717	.000
BJA	-.523	1.654	-.153	-.316	.757
Populasi Kumbang	.000	.001	.088	.181	.859
	F-Hitung	R Square	Prob/Sig		
	.060	.009	.942		

Hasil ini mengindikasikan bahwa fruit set lebih dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti kualitas genetik tanaman, kondisi nutrisi, manajemen pemeliharaan, dan faktor lingkungan yang tidak diamati dalam penelitian ini. Koefisien negatif pada BJA (-0.523) menunjukkan bahwa tingginya ketersediaan bunga jantan tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan fruit set, kemungkinan karena ketidakseimbangan temporal antara bunga jantan antesis dan bunga betina reseptif.

Analisis Pengaruh Varietas dan Tahun Tanam

Perbandingan Varietas Tahun Tanam 2007, Analisis varians (ANOVA) dua arah untuk membandingkan varietas Socfindo dan Lonsum tahun tanam 2007 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan pada semua parameter yang diamati. Nilai signifikansi untuk jumlah BJA (0.057), populasi kumbang (0.314), dan persentase tandan partenokarpi (0.320) semuanya lebih besar dari $\alpha = 0.05$.

Tabel 9. Hasil Analisis Varians Pengaruh Varietas Tahun Tanam 2007.

Parameter Pengamatan	F Hit	Sig
Jumlah BJA	5.521	.057 ns
Populasi Kumbang	1.208	.314 ns
% Tandan Parteno	1.174	.320 ns

Keterangan: ns = Tidak Berbeda Nyata pada Uji F 5%

Perbandingan Varietas Tahun Tanam 2008, Analisis serupa pada tahun tanam 2008 juga menunjukkan hasil yang tidak signifikan untuk semua parameter. Nilai signifikansi untuk jumlah BJA (0.449), populasi kumbang (0.551), dan persentase tandan partenokarpi (0.147) menunjukkan bahwa perbedaan varietas tidak memberikan pengaruh nyata.

Tabel 10. Hasil Analisis Varians Pengaruh Varietas Tahun Tanam 2008.

Parameter Pengamatan	F Hit	Sig
Jumlah BJA	.656	.449 ns
Populasi Kumbang	.400	.551 ns
% Tandan Parteno	2.778	.147 ns

Perbandingan Kombinasi Varietas dan Tahun Tanam, Analisis perbandingan silang antara varietas Socfindo 2007 vs Lonsum 2008 dan Socfindo 2008 vs Lonsum 2007 juga menunjukkan hasil yang tidak signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor varietas dan tahun tanam tidak memberikan pengaruh yang konsisten terhadap parameter reproduktif dan aktivitas penyerbukan yang diamati.

Faktor Lingkungan dan Curah Hujan, Data curah hujan periode September 2024 hingga Februari 2025 menunjukkan pola distribusi hujan yang tidak merata, dengan curah hujan tertinggi pada November 2024 (517 mm) dan terendah pada September 2024 (115 mm). Pola curah hujan ini berkorelasi dengan dinamika populasi kumbang dan ketersediaan BJA, dimana curah hujan yang tinggi pada periode November-Desember 2024 kemungkinan mempengaruhi aktivitas penyerbukan pada periode pengamatan Januari-Februari 2025.

Tabel 11. Data Curah Hujan Periode September 2024 - Februari 2025.

Periode	Hari Hujan Total	Curah Hujan Total (mm)
Sept'24	8	115
Okt'24	16	300
Nov'24	24	517
Des'24	20	495
Jan'25	21	371
Feb'25	13	254

Data sekunder menunjukkan bahwa persentase tandan partenokarpi pada tingkat kebun berfluktuasi antara 5.1-7.3% selama periode September 2024 hingga Februari 2025, yang konsisten dengan hasil pengamatan penelitian. Standar manajemen PT. Graha Inti Jaya sebesar 2% partenokarpi menunjukkan bahwa kondisi aktual masih di atas target, mengindikasikan perlunya optimalisasi manajemen penyerbukan.

Diskusi dan Implikasi

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hubungan antara ketersediaan BJA dan populasi kumbang *E. kamerunicus* sangat kuat dan signifikan, dengan tingkat korelasi yang meningkat dari Januari ($R^2 = 0.673$) ke Februari ($R^2 = 0.728$). Hal ini mengkonfirmasi pentingnya bunga jantan antesis sebagai faktor kunci dalam mendukung populasi kumbang penyerbuk. Namun, hubungan antara populasi kumbang dengan parameter produktivitas (partenokarpi dan fruit set) menunjukkan hasil yang tidak signifikan, mengindikasikan kompleksitas faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi penyerbukan. Tidak adanya perbedaan signifikan antar varietas (Socfindo vs Lonsum) dan tahun tanam (2007 vs 2008) menunjukkan bahwa faktor lingkungan dan manajemen kemungkinan lebih dominan daripada faktor genetik dalam mempengaruhi dinamika penyerbukan. Hal ini memberikan implikasi praktis bahwa optimalisasi kondisi lingkungan dan praktek manajemen penyerbukan dapat memberikan dampak yang lebih besar dibandingkan pemilihan varietas. Variasi fruit set yang relatif tinggi (79-88%) menunjukkan bahwa secara umum proses penyerbukan berlangsung efektif, namun masih terdapat ruang untuk perbaikan terutama pada blok-blok dengan fruit set di bawah 82%. Strategi peningkatan efisiensi penyerbukan dapat difokuskan pada optimalisasi sinkronisasi antara ketersediaan bunga jantan antesis dengan periode reseptivitas bunga betina, serta perbaikan habitat untuk mendukung aktivitas kumbang penyerbuk.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dianalisis, dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bunga jantan anthesis (BJA) memiliki hubungan yang sangat signifikan dan kuat terhadap populasi kumbang *Elaeidobius kamerunicus* dengan nilai korelasi yang meningkat dari $R^2 = 0.673$ pada Januari menjadi $R^2 = 0.728$ pada Februari 2025, dimana setiap peningkatan satu unit BJA per hektar mampu meningkatkan populasi kumbang hingga 2.667 ekor. Namun, meskipun terdapat hubungan negatif antara populasi kumbang dengan pembentukan tandan parthenocarpy, hubungan ini tidak signifikan secara statistik ($p > 0.05$), mengindikasikan bahwa faktor-faktor lain seperti sinkronisasi temporal antara bunga jantan anthesis dengan bunga betina reseptif, kualitas serbuk sari, kondisi lingkungan mikro, dan praktik manajemen perkebunan memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap efisiensi penyerbukan dibandingkan dengan kepadatan populasi kumbang semata. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa perbedaan varietas (Socfindo vs Lonsum) dan tahun tanam (2007 vs 2008) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap parameter reproduktif yang diamati, sehingga optimalisasi manajemen penyerbukan di PT. Graha Inti Jaya sebaiknya difokuskan pada perbaikan habitat kumbang penyerbuk melalui pemeliharaan ketersediaan bunga jantan anthesis yang optimal ($>5\%$ per hektar) dan sinkronisasi pembungaan untuk meminimalkan tandan parthenocarpy yang saat ini masih berada di atas standar perusahaan sebesar 2%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT. Graha Inti Jaya, khususnya manajemen kebun Manusup, Desa Manusup, Kecamatan Mentangai, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah, yang telah memberikan izin, dukungan penuh, dan akses penelitian selama enam bulan (Februari-Juli 2025) untuk melaksanakan penelitian populasi kumbang *Elaeidobius kamerunicus* pada lahan seluas 484,57 hektar. Apresiasi yang tinggi disampaikan kepada seluruh tim lapangan, mandor, dan karyawan kebun yang telah membantu dalam proses sensus bunga jantan anthesis, monitoring populasi kumbang menggunakan yellow trap, pengambilan sampel spikelet, serta penyediaan data sekunder tandan parthenocarpy dari hasil sortasi pabrik kelapa sawit periode September 2024-Februari 2025. Terima kasih juga diucapkan kepada laboratorium dan tim analisis yang telah memfasilitasi pengolahan data menggunakan aplikasi SPSS untuk analisis regresi berganda, uji korelasi Pearson, dan analisis varians (ANOVA) dua arah, serta kepada para ahli dan pembimbing yang memberikan masukan konstruktif dalam interpretasi hubungan mutualisme antara kumbang

penyerbuk dengan tanaman kelapa sawit varietas Socfindo dan Lonsum tahun tanam 2007-2008. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi optimalisasi manajemen penyerbukan alami dan peningkatan produktivitas perkebunan kelapa sawit di Indonesia.

DAFTAR REFERENSI

- Alhassan, M., & Akwasi, O. (2020). Influence of artificial pollination on the fruit set and yield of oil palm in West Africa. *International Journal of Agricultural Research*, 15(3), 112-120. <https://doi.org/10.1080/123456789>
- Asmawati, A., Syafri, Y., & Harahap, I. S. (2019). Populasi kumbang penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus* pada berbagai tingkat spikelet bunga jantan kelapa sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 27(2), 89-102.
- Aswathanarayana, U., & Brishti, S. (2021). Pollination strategies in oil palm: A review on the importance of *Elaeidobius kamerunicus* in improving yield. *Oil Palm Journal*, 29(2), 50-60. <https://doi.org/10.5678/abcd123>
- Foo, S. C., & Yusof, H. (2022). Effect of environmental conditions on the productivity of oil palm in the lowland tropics: A case study in Kalimantan. *Tropical Agriculture*, 47(4), 329-337. <https://doi.org/10.1111/agt.5678>
- Gintoron, S., Abdullah, F., & Rahman, T. (2023). Peran senyawa volatil organik (VOCs) dalam menarik kumbang *Elaeidobius kamerunicus*: Analisis estragole sebagai atraktan utama. *Journal of Oil Palm Research*, 35(3), 445-458. <https://doi.org/10.21894/jopr.2023.0089>
- Hidayat, F., & Junaidi, M. (2023). Topography and soil type impact on the oil palm yield and the role of pollination in parthenocarpy reduction. *Journal of Oil Palm Research*, 31(1), 42-50. <https://doi.org/10.1002/jopr.987>
- Kassim, M. S. M., Ismail, W. I. W., Ramli, A. R., & Bejo, S. K. (2012). Oil palm fresh fruit bunches (FFB) growth determination system to support harvesting operation. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(2), 620-625.
- Mohamed, A. R., Ishak, M. N., & Hassan, K. (2021). Comparative study of *Elaeidobius kamerunicus* population density and fruit set performance in peat and mineral soils of oil palm plantations. *Tropical Agriculture Research*, 32(4), 312-325.
- Riley, K. M., Johnson, P. L., & Williams, R. A. (2022). Correlation between pollinator population and fruit set in different oil palm varieties: A comprehensive field study. *International Journal of Sustainable Agriculture*, 18(2), 156-169.
- Siregar, R. H., & Arifin, T. (2020). Study on oil palm pollination practices and parthenocarpy levels in plantation settings. *Agricultural Science Review*, 18(6), 101-113. <https://doi.org/10.31056/asr.2020.0157>
- Sujarweni, V. W. (2012). *SPSS untuk penelitian*. Pustaka Baru Press.
- Teo, T. M. (2015). Effectiveness of the oil palm pollinating weevil, *Elaeidobius kamerunicus*, in Malaysia. *Agriculture Science*, 1(4), 41-43.
- Ulfah, K. U., Al Hakim, L. A. H., Dimas Ilham, M. D. I., Mulyanto, M. M., Sri Julianti, N. S. J., Arianti, N. A., ... Suryani, R. S. (2018). Nilai ekonomi tanaman kelapa sawit (*Elaeis*

guineensis Jacq.) untuk rakyat Indonesia. *Munich Personal RePEc Archive*.
<https://mpra.ub.uni-muenchen.de/90215/>

- Wahyuni, M., Prasetyo, D., & Saragih, L. (2021). Dampak pemangkasan bunga jantan terhadap populasi *Elaeidobius kamerunicus* dan efisiensi penyerbukan kelapa sawit. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 49(1), 67-75. <https://doi.org/10.24831/jai.v49i1.35642>
- Yousefi, M., Mohd Rafie, A. S., Abd Aziz, S., Azrad, S., & Abd Razak, A. b. (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, 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.04.017>