

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Tempat Penelitian

Kebun Pusat Pelatihan dan Pedesaan Swadaya berada di Kampung Sanin kelurahan Juhut, Kecamatan Karang Tanjung, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. Lokasi perkebunan ini merupakan salah satu wilayah dataran tinggi di Kabupaten Pandeglang yang dikenal memiliki kondisi agroklimat yang mendukung bagi budidaya tanaman perkebunan, khususnya kopi.

Kebun tempat penelitian memiliki luas kurang lebih 3.000 m² dan ditanami tanaman kopi yang dikelola secara semi-intensif. Kopi yang dibudidayakan di lokasi ini termasuk dalam kategori tanaman tahunan yang telah memasuki fase generatif, sehingga ekosistem di sekitarnya relatif stabil dan mendukung keberadaan berbagai jenis organisme, termasuk serangga.

Adapun titik koordinat yang dijadikan tempat untuk menempatkan perangkap serangga berada pada ketinggian 400 mdpl 6° 16' 41.04" LS dan 106° ±40.90" LS dan bujur 106° 5' 17.25" BT. Sedangkan pada perangkap serangga dengan ketinggian 600 mdpl 6° 16' 40.63" LS dan 106° 5' 17.52" BT. Secara topografi, wilayah ini memiliki kontur lahan yang bervariasi dengan kondisi tanah yang cukup subur serta *drainase* alami yang baik. Iklim di daerah ini berdasarkan BMKG (2025) dengan rerata curah hujan sedang sebesar 6,87 mm/hari, kelembaban dengan kategori tinggi nilai kelembapan sebesar 84,06 % dan suhu rata-rata 26,34°C, yang merupakan kondisi ideal bagi pertumbuhan tanaman kopi. Selain itu hasil uji kandungan tanah pada kebun kopi Citaman Lawang taji ini mengandung unsur makro primer tanah pada ketinggian ±400 Mdpl dengan N-total (sedang) sebesar 0,25%, P-potensial (sedang) sebesar 60 (mgP₂O₅/100g), dan K-potensial (sangat tinggi) sebesar 87,9 (mgK₂O/100mg), pada ketinggian ±500 Mdpl dengan N-total (sedang) sebesar 0,36%, P-potensial (tinggi) sebesar 79,2 (mgP₂O₅/100g), dan K-potensial (sangat tinggi) sebesar 28,4 (mgK₂O/100mg), dan pada ketinggian ±600 Mdpl dengan N-total (sedang) sebesar 0,32%, P-potensial (rendah) sebesar 31,1

(mgP₂O₅/100g), dan K-potensial (sangat tinggi) sebesar 37,9 (mgK₂O/100mg). Unsur diatas mempengaruhi dinamika populasi serangga di lingkungan tersebut.

4.2 Keanekaragaman Serangga Di Berbagai Ketinggian

Keanekaragaman secara umum dapat diartikan sebagai bermacam jenis serangga yang ditemukan di suatu tempat tertentu, pada penelitian ini yaitu keanekaragaman serangga yang terdapat pada kebun kopi. Pada hasil penelitian ini didapatkan serangga yang ada pada kebun kopi di Citaman Lawang Taji Kabupaten Pandeglang memiliki indeks keanekaragaman serangga, indeks dominansi serangga, dan indeks kemerataan serangga yang rendah hingga sedang. Ketiga perhitungan indeks berdasarkan Habibi *et al.*, (2022) dilakukan untuk mengetahui nilai kualitas lingkungan, struktur lingkungan, stabilitas ekosistem, dan mengetahui perubahan lingkungan yang terjadi pada kebun kopi. keanekaragaman serangga dapat sebagai indikator keanekaragaman hayati dan kesehatan ekosistem secara keseluruhan.

Susunan serangga merupakan suatu susunan serangga yang terdapat pada suatu tempat, dalam penelitian ini yang berarti serangga yang terdapat pada perkebunan kopi. Melalui jurnal *annual river* yang sampaikan oleh Stork (2018) bahwa secara global terdapat sebanyak 30 ordo serangga meliputi ordo archaeognatha, blattodea, coleoptera, dermaptera, diptera, embioptera, ephemeroptera, grylloblattodea, hemiptera, hymenoptera, isoptera, lepidoptera, mantodea, mantophasmatodea, mecoptera, megaloptera, neuroptera, odonata, orthoptera, phasmida, phthiraptera, plecoptera, psocodea, raphidioptera, sliphonaptera, strepsiptera, trichoptera, zoraptera, dan zygentoma. Dari keseluruhan ordo yang digolongkan sebagai serangga, lebih dari 1.6 juta spesies serangga ditemukan di negara tropis, terutama di Australia dan Indo-malaya.

Tabel 1. Keanekaragaman Serangga Di Berbagai Ketinggian

Ordo	Famili	Spesies	Peran	Banyaknya		
				400 Mdpl	500 Mdpl	600 Mdpl
Orthoptera	Acrididae	<i>Eyprepocnemis calceata</i>	Hama	0	1	0
		<i>Calliptamus barbarus</i>	Hama	0	2	0
	Gryllidae	<i>Teleogryllus emma</i>	Dekomposer	2	2	1
	Delphacidae	<i>Nilaparvata lugens</i>	Hama	4	0	0
Hemiptera		<i>Antestiopsis cruciata</i>	Hama	1	0	0
Pyralidae	<i>Plodia interpunctella</i>	Hama	17	26	0	
	<i>Kallima inachus</i>	Polinator	0	8	0	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Dione juno ssp</i>	Polinator	0	2	0
		<i>Euselates sp.</i>	Dekomposer	0	1	0
	Scarabaeidae					
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Quedius tenellus</i>	Hama	2	1	0
	Meloidae	<i>Nemognatha chrysomeloides</i>	Predator	11	0	1
		<i>Leistus spinibarbis</i>	Predator	0	3	0
	Carabidae	<i>Cymindis lateralis</i>	Dekomposer	0	0	1
		<i>Haliplus obliquus</i>	Bioindikator	0	7	2
Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Rhagonycha fulva</i>	Polinator	0	2	0
		<i>Lissonota semirufa</i>	Hama	0	1	0
	Formicidae	<i>Dolichoderus thoracicus</i>	Predator	7	11	3
		<i>Lasius fuliginosus</i>	Predator	3	8	1
	<i>Monomorium pharaonis</i>	<i>Monomorium pharaonis</i>	Predator	2	65	38
		<i>Solenopsis geminata</i>	Predator	0	9	2

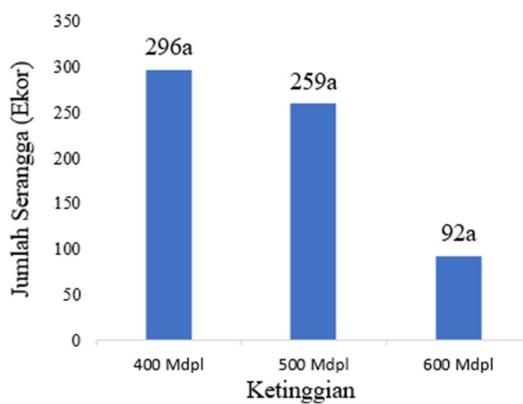
Ordo	Famili	Spesies	Peran	Banyaknya		
				400 Mdpl	500 Mdpl	600 Mdpl
Diptera	Braconidae	<i>Polyrhachis armata</i>	Predator	0	10	1
		<i>Chelaner edentatus</i>	Predator	194	25	10
		<i>Camponotus festinus</i>	Predator	2	21	9
		<i>Odontoponera denticulata</i>	Predator	8	30	7
		<i>Blacus tripudians</i>	Parasitoid	18	1	0
	Tabanidae	<i>Diachlorus ferrugatus</i>	Hama	0	1	3
	Mycetophilidae	<i>Saigusaia flaviventris</i>	Polinator	1	6	3
		<i>Trichonta terminalis</i>	Dekomposer	16	4	5
		<i>Leia bivittata</i>	Dekomposer	0	3	2
	Phoridae	<i>Megaselia scalaris</i>	Polinator	0	5	2
	Piophilidae	<i>Prochyliza brevicornis</i>	Dekomposer	3	2	1
	Tipulidae	<i>Tanyptera dorsalis</i>	Dekomposer	0	2	0
Blattodea	Blattidae	<i>Periplaneta americana</i>	Dekomposer	5	0	0
Jumlah				296	259	92
Total					647	

Berdasarkan penelitian dan identifikasi serangga yang telah dilakukan, total serangga yang didapat menggunakan *pitfall trap*, *yellow pan trap*, dan *light trap* pada ketinggian ± 400 mdpl, ± 500 mdpl dan ± 600 mdpl yang berada di perkebunan kopi sebanyak 647 individu. Data identifikasi individu serangga yang didapat terdiri dari 6 ordo, 21 famili, 33 spesies (tabel 1). Eman ordo yang didapat terdiri dari orthoptera dengan banyak famili sebanyak 2, ordo Hemiptera dengan famili sebanyak 2, ordo Epidoptera dengan famili sebanyak 3, ordo Coleoptera dengan famili sebanyak 5, ordo Hymenoptera dengan famili sebanyak 3, ordo Diptera dengan famili sebanyak 5, dan ordo Blattodea hanya 1 famili. Serangga yang didapat selama 4 minggu pada perkebunan kopi, diperoleh sebanyak 647 individu

yang terdiri dari famili Acrididae, Gryllidae, Delphacidae, Pentatomidae, Pyralidae, Nymphalidae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Meloidae, Carabidae, Haliplidae, Cantharidae, Ichneumonidae, Formicidae, Braconidae, Tabanidae, Mycetophilidae, Phoridae, Piophilidae, Tipulidae, dan Blattidae.

4.3 Jumlah Serangga

Jumlah serangga merupakan indikator penting yang mencerminkan kestabilan dan keseimbangan suatu ekosistem. Keberadaannya sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti ketinggian tempat, suhu, kelembapan, vegetasi, serta ketersediaan sumber pakan dan habitat yang sesuai. Perubahan kondisi lingkungan dapat menyebabkan variasi jumlah serangga pada setiap lokasi. Oleh karena itu, analisis terhadap jumlah serangga pada berbagai ketinggian dilakukan untuk memahami hubungan antara faktor lingkungan dan kelimpahan individu, serta untuk menggambarkan kondisi ekologis wilayah penelitian secara menyeluruh.



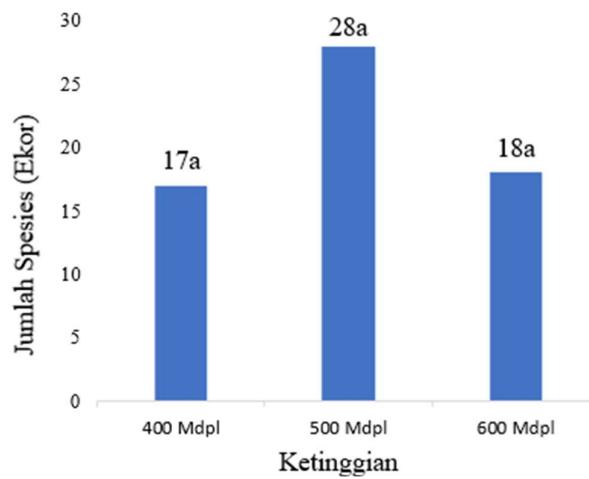
Gambar 3. Diagram batang jumlah serangga kebun kopi di setiap ketinggian.

Angka-angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan f tabel 1% .

Berdasarkan dari gambar 3, menunjukkan hubungan antara ketinggian tempat dengan jumlah serangga yang ditemukan. Pada ketinggian 400 mdpl, jumlah serangga mencapai 296 ekor, kemudian menurun menjadi 259 ekor pada ketinggian 500 mdpl, dan semakin rendah yaitu 92 ekor pada ketinggian 600 mdpl. Pola ini memperlihatkan adanya kecenderungan bahwa semakin tinggi suatu lokasi, jumlah

serangga yang ditemukan semakin berkurang. Penurunan jumlah serangga pada ketinggian yang lebih tinggi dapat disebabkan oleh perubahan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, serta ketersediaan sumber pakan. Daerah dengan ketinggian lebih rendah umumnya memiliki suhu yang lebih hangat dan kelembapan yang tinggi, yang mendukung aktivitas metabolisme, pertumbuhan, dan reproduksi serangga. Sebaliknya, pada ketinggian lebih tinggi, suhu yang rendah dan tekanan udara yang menurun dapat menghambat perkembangan dan kelangsungan hidup serangga.

Selain faktor iklim, perbedaan vegetasi juga dapat memengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan serangga di berbagai ketinggian. Vegetasi pada daerah dataran rendah biasanya lebih beragam dan menyediakan sumber makanan serta tempat berlindung yang lebih banyak bagi berbagai jenis serangga. Di sisi lain, vegetasi di dataran tinggi cenderung lebih terbatas dan homogen, sehingga hanya sedikit spesies serangga yang mampu beradaptasi dengan kondisi tersebut. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Rahmawati *et al.* (2016) yang melaporkan bahwa keanekaragaman dan jumlah serangga menurun seiring meningkatnya ketinggian tempat. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan yang dipengaruhi oleh ketinggian berperan penting dalam menentukan struktur komunitas serangga di suatu ekosistem.



Gambar 4. Diagram Batang Jumlah Serangga Berdasarkan Spesies Di Setiap ketinggian. Angka-angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan f tabel 1% .

Grafik batang di atas menunjukkan hubungan antara ketinggian tempat dan jumlah spesies serangga yang ditemukan pada tiga ketinggian berbeda, yaitu 400 mdpl, 500 mdpl, dan 600 mdpl. Berdasarkan data yang ditampilkan, jumlah spesies serangga tertinggi ditemukan pada ketinggian 500 mdpl dengan total 28 spesies. Sementara itu, pada ketinggian 400 mdpl ditemukan 17 spesies, dan pada ketinggian 600 mdpl sedikit meningkat menjadi 18 spesies. Hal ini menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies serangga tidak meningkat secara linear terhadap ketinggian, melainkan membentuk pola optimum pada ketinggian menengah.

Kondisi ini dapat dijelaskan melalui konsep *mid-elevation peak*, di mana keanekaragaman spesies sering kali mencapai puncaknya pada ketinggian sedang. Pada ketinggian menengah, faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan ketersediaan vegetasi cenderung berada pada kondisi yang seimbang dan ideal untuk berbagai jenis serangga. Faktor-faktor ini menciptakan habitat yang mendukung bagi spesies dari dataran rendah maupun dataran tinggi, sehingga terjadi tumpang tindih distribusi spesies dan meningkatkan jumlah total spesies yang ditemukan.

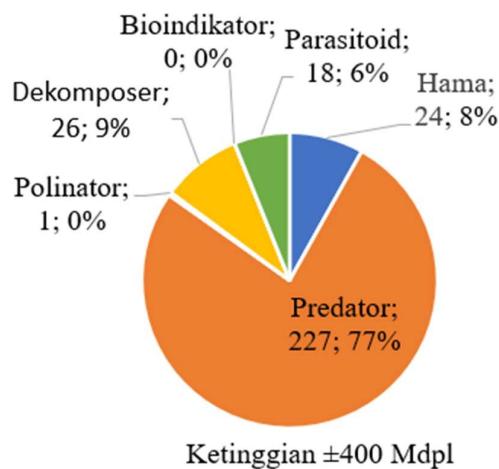
Sebaliknya, pada ketinggian rendah 400 Mdpl, meskipun suhu lebih tinggi dan vegetasi lebih beragam, beberapa spesies mungkin tidak mampu beradaptasi dengan tekanan kompetisi antarspesies yang tinggi atau gangguan aktivitas manusia seperti pertanian intensif dan penggunaan pestisida. Sedangkan pada ketinggian yang lebih tinggi 600 Mdpl, kondisi lingkungan menjadi lebih ekstrem dengan suhu rendah dan tekanan udara menurun, yang dapat menghambat perkembangan dan keberlangsungan hidup serangga tertentu, sehingga jumlah spesies yang ditemukan juga menurun.

Selain faktor lingkungan, variasi jumlah spesies ini juga dapat dipengaruhi oleh jenis tanaman inang yang tumbuh di setiap ketinggian. Keberagaman tanaman inang sangat berpengaruh terhadap keanekaragaman serangga, terutama serangga herbivora dan polinator. Pada ketinggian menengah, biasanya terdapat peralihan

vegetasi dari dataran rendah ke vegetasi khas dataran tinggi, sehingga menyediakan variasi pakan yang lebih luas bagi serangga. Dengan demikian, interaksi antara faktor biotik dan abiotik menjadi penentu utama bagi distribusi dan kelimpahan spesies serangga di berbagai ketinggian. Hasil temuan ini sejalan dengan penelitian Asril *et al.*, (2022) menyatakan bahwa keanekaragaman spesies serangga tertinggi ditemukan pada ketinggian menengah karena keseimbangan antara suhu, kelembapan, dan ketersediaan vegetasi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ketinggian 500 mdpl merupakan zona optimum bagi keberagaman spesies serangga di lokasi penelitian ini.

4.4 Peran Serangga Di Berbagai Ketinggian

Diperoleh 21 famili dan terdiri dari 8 spesies berperan sebagai hama yaitu terdiri dari *eyprepocnemis calceata*, *Calliptamus barbarus*, *Nilaparvata lugens*, *Antestiopsis cruciata*, *Plodia interpunctella*, *Quedius tenellus*, *Lissonota semirufa*, dan *Diachlorus ferrugatus*. Sepuluh spesies sebagai predator terdiri dari *Dolichoderus thoracicus*, *Nemognatha chrysomeloides*, *Lasius Fuliginosus*, *Monomirium pharaonis*, *Leistus spinibarbis*, *Solenopsis geminata*, *Polyrhachis armata*, *Chelaner edentatus*, *Camponotus festinus*, dan *Odontoponera denticulata*. Sebagai polinator sebanyak 5 spesies yang terdiri dari *Kallima inachus*, *Dione juno* ssp, *Rhagonycha fulva*, *Saigusaia flaviventris*, dan *Megaselia scalaris*. Sebanyak 8 spesies sebagai dekomposer terdiri dari *Teleogryllus emma*, *Euselates* sp., *Cymindis*



lateralis, *Trichonta terminalis*, *Leia bivittata*, *Prochyliza brevicornis*, *Tanyptera dorsalis*, dan *Periplaneta americana*. Sebagai bioindikator yaitu *Haliplus obliquus*, dan sebagai parasitoid yaitu *Blacus Tripudians*.

Gambar 5. Diagram Lingkaran Peran Serangga Pada Ketinggian ± 400 Mdpl

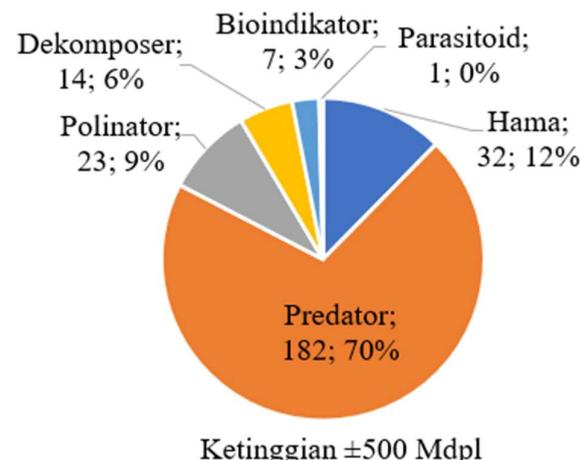
Diagram lingkaran di atas menunjukkan komposisi peran serangga yang ditemukan pada ketinggian sekitar 400 mdpl sebanyak 296 ekor serangga yang didapat. Berdasarkan data yang disajikan, kelompok serangga predator mendominasi dengan jumlah 227 individu atau sekitar 77% dari total serangga yang ditemukan. Kelompok berikutnya adalah dekomposer sebanyak 26 individu (9%), hama sebanyak 24 individu (8%), parasitoid sebanyak 18 individu (6%), dan polinator hanya 1 individu (0%). Tidak ditemukan kelompok serangga yang berperan sebagai bioindikator pada ketinggian ini.

Dominasi serangga predator menunjukkan bahwa pada ketinggian 400 mdpl, ekosistem memiliki keseimbangan alami yang cukup baik, terutama dalam hal pengendalian populasi serangga lain. Predator seperti laba-laba, capung, dan kumbang predator berperan penting dalam menjaga stabilitas populasi hama dengan memangsa serangga herbivora. Hal ini menandakan bahwa area pada ketinggian ini memiliki ketersediaan pakan yang melimpah bagi predator serta kondisi lingkungan yang mendukung aktivitas berburu dan reproduksi mereka.

Keberadaan serangga dekomposer sebesar 9% juga menunjukkan bahwa proses dekomposisi bahan organik berlangsung secara aktif. Dekomposer seperti lalat dan kumbang tanah berperan penting dalam menguraikan sisa-sisa bahan organik menjadi nutrisi yang dapat diserap kembali oleh tanaman. Aktivitas ini membantu menjaga kesuburan tanah dan mendukung siklus nutrisi dalam ekosistem. Meskipun jumlahnya tidak sebesar predator, kelompok ini memiliki kontribusi besar terhadap keseimbangan ekosistem di dataran rendah.

Sementara itu, kelompok hama dan parasitoid masing-masing berperan sebesar 8% dan 6%. Serangga hama yang ditemukan kemungkinan merupakan spesies yang berasosiasi dengan tanaman pertanian di sekitar lokasi, seperti kutu daun, ulat, atau

trips. Namun, kehadiran parasitoid menjadi faktor pengendali alami terhadap populasi hama tersebut. Parasitoid seperti tawon kecil (*Braconidae* atau *Ichneumonidae*) dapat menekan populasi hama dengan cara bertelur di dalam tubuh inang, yang kemudian akan mati setelah larva parasitoid berkembang. Dengan demikian, hubungan antara hama dan parasitoid menciptakan keseimbangan ekologi yang dinamis pada ketinggian 400 mdpl. Hasil ini sejalan dengan pernyataan Dwisatria *et al* (2025) bahwa serangga predator mendominasi pada ekosistem dataran rendah karena tingginya ketersediaan mangsa dan vegetasi yang beragam. Hal ini memperkuat temuan bahwa pada ketinggian sekitar 400 mdpl, peran serangga predator sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan mengendalikan populasi hama secara alami.



Gambar 6. Diagram Lingkaran Peran Serangga Pada Ketinggian ± 500 Mdpl

Diagram lingkaran di atas menggambarkan komposisi peran serangga yang ditemukan pada ketinggian sekitar 500 mdpl didapat sebanyak 259 ekor serangga. Berdasarkan data tersebut, serangga dengan peran sebagai predator mendominasi dengan jumlah 182 individu atau sekitar 70% dari total populasi yang ditemukan. Selanjutnya, terdapat serangga hama sebanyak 32 individu (12%), polinator sebanyak 23 individu (9%), dekomposer sebanyak 14 individu (6%), bioindikator sebanyak 7 individu (3%), dan parasitoid hanya 1 individu (0%). Komposisi ini

menunjukkan bahwa pada ketinggian menengah, keanekaragaman peran serangga cukup beragam, dengan dominasi yang masih kuat oleh kelompok predator.

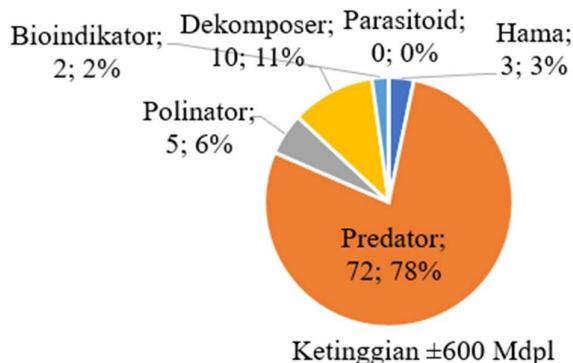
Dominasi serangga predator pada ketinggian 500 mdpl menunjukkan bahwa keseimbangan ekosistem masih sangat terjaga. Predator berfungsi sebagai pengendali alami terhadap populasi hama dan serangga lainnya, sehingga berperan penting dalam menjaga stabilitas populasi serangga di lingkungan tersebut. Kondisi lingkungan di ketinggian menengah yang cenderung sejuk dan lembap tampaknya ideal bagi predator seperti laba-laba, kumbang predator, dan capung untuk berkembang biak serta berburu mangsa. Dengan demikian, tingginya populasi predator mengindikasikan adanya rantai makanan yang stabil dan sistem pengendalian hayati yang efektif.

Peran serangga hama dan polinator juga unggul pada ketinggian ini. Hama sebesar 12% menunjukkan bahwa pada ketinggian menengah, aktivitas pertanian atau keberadaan vegetasi yang menjadi inang serangga masih cukup tinggi, sehingga menyediakan sumber pakan yang menarik bagi serangga herbivora. Sementara itu, kehadiran polinator sebesar 9% menunjukkan ekosistem yang produktif dan mendukung proses penyerbukan alami. Kelompok polinator seperti lebah dan lalat penyerbuk memiliki peran penting dalam meningkatkan produktivitas tanaman, terutama tanaman berbunga yang terdapat di sekitar area penelitian.

Selain itu, ditemukan pula keberadaan bioindikator sebesar 3% dan dekomposer sebesar 6%. Bioindikator berfungsi untuk mencerminkan kondisi lingkungan; keberadaannya pada ketinggian ini menandakan bahwa kualitas habitat cukup baik dan belum mengalami gangguan signifikan. Dekomposer, seperti kumbang tanah dan lalat pengurai, berperan penting dalam menguraikan sisa bahan organik menjadi unsur hara yang bermanfaat bagi tanah. Kehadiran keduanya menunjukkan bahwa siklus ekosistem di daerah ini berjalan secara berkesinambungan dan mendukung keanekaragaman hayati.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Wulandari *et al.* (2022) dalam *Jurnal Entomologi Tropika* berjudul “Keanekaragaman dan Peran Ekologis Serangga pada Gradien Ketinggian di Ekosistem Pertanian Kopi”. Penelitian tersebut melaporkan bahwa pada ketinggian menengah (sekitar 500 mdpl), peran serangga

predator dan polinotor cenderung meningkat karena kondisi iklim yang moderat dan vegetasi yang beragam. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pada ketinggian 500 mdpl, struktur komunitas serangga menunjukkan keseimbangan ekologis yang baik, di mana kelompok predator tetap dominan, namun kelompok lain seperti hama, polinotor, dan dekomposer turut berperan aktif dalam menjaga dinamika ekosistem.



Gambar 7. Diagram Lingkaran Peran Serangga Pada Ketinggian ±600 Mdpl

Diagram lingkaran di atas menunjukkan komposisi peran serangga yang ditemukan pada ketinggian sekitar 600 mdpl didapatkan sebanyak 92 ekor serangga. Berdasarkan data tersebut, kelompok predator mendominasi komunitas serangga dengan jumlah 72 individu atau sekitar 78% dari total keseluruhan. Selanjutnya terdapat dekomposer sebanyak 10 individu (11%), polinotor sebanyak 5 individu (6%), bioindikator sebanyak 2 individu (2%), hama sebanyak 3 individu (3%), dan parasitoid tidak ditemukan (0%). Komposisi ini menunjukkan bahwa meskipun jumlah total serangga menurun pada ketinggian yang lebih tinggi, struktur komunitasnya masih didominasi oleh kelompok predator.

Dominasi kelompok predator pada ketinggian 600 mdpl mengindikasikan bahwa keseimbangan ekosistem masih terjaga melalui mekanisme pengendalian alami. Serangga predator seperti laba-laba, kumbang, atau semut pemburu berperan penting dalam menekan populasi serangga lain yang berpotensi menjadi hama. Kondisi lingkungan di ketinggian ini yang cenderung lebih sejuk dan lembap

memungkinkan predator beradaptasi dengan baik, meskipun ketersediaan mangsa relatif lebih sedikit dibandingkan ketinggian rendah. Hal ini menunjukkan kemampuan predator untuk bertahan pada kondisi lingkungan ekstrem dengan efisiensi energi yang tinggi.

Kelompok dekomposer yang berjumlah 11% juga memiliki peran penting dalam menjaga kesuburan tanah dan mendukung siklus materi organik. Keberadaan dekomposer seperti lalat pengurai dan kumbang tanah menunjukkan bahwa proses dekomposisi masih berlangsung aktif meskipun pada suhu yang lebih rendah. Sementara itu, polinator (6%) dan bioindikator (2%) juga ditemukan dalam jumlah kecil. Polinator berperan dalam membantu penyerbukan tanaman berbunga yang masih tumbuh pada area dataran tinggi, sedangkan bioindikator menunjukkan bahwa kualitas habitat masih tergolong baik dan relatif alami.

Sebaliknya, kelompok hama hanya mencapai 3% dan parasitoid tidak ditemukan sama sekali. Hal ini bisa disebabkan oleh suhu yang lebih rendah dan tekanan lingkungan yang kurang mendukung perkembangan hama tanaman. Selain itu, menurunnya ketersediaan vegetasi inang di ketinggian tinggi juga membatasi populasi hama. Ketiadaan parasitoid mungkin menunjukkan bahwa rantai makanan yang melibatkan kelompok ini terputus akibat rendahnya populasi hama sebagai inang utama. Dengan demikian, meskipun jumlah total serangga menurun, keseimbangan ekosistem masih terjaga dengan dominasi kelompok predator dan dekomposer.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Putri *et al.* (2021) dalam *Jurnal Entomologi Tropika* berjudul “*Struktur Komunitas dan Peran Ekologis Serangga pada Gradien Ketinggian di Ekosistem Perkebunan Dataran Tinggi*”. Penelitian tersebut melaporkan bahwa pada ketinggian di atas 500 mdpl, jumlah individu serangga menurun, namun kelompok predator tetap mendominasi karena peran ekologisnya yang stabil dalam mengendalikan populasi hama dan menjaga keseimbangan ekosistem. Dengan demikian, pada ketinggian 600 mdpl, komunitas serangga masih menunjukkan interaksi ekologis yang fungsional meskipun dalam kondisi lingkungan yang lebih terbatas.

Dari keenam peran yang didapatkan di perkebunan kopi yaitu hama, predator, polinator, dekomposer, bioindikator, dan parasitoid. Serangga hama banyak

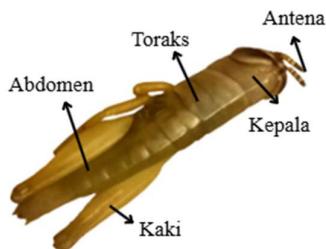
ditemukan pada ketinggian 500 mdpl. Serangga predator dominansi ditemukan pada ketinggian 400, namun pada ketinggian 500 juga tidak jauh banyak serangga predator, namun pada ketinggian 600 mdpl hanya sebanyak 72 individu. Serangga polinator sebanyak 23 individu pada ketinggian 500 mdpl, dan pada ketinggian 400 dan 600 mdpl jauh lebih sedikit serangga polinator yang didapatkan, hanya sebanyak 6 individu. Dari total serangga dekomposer yang didapat yaitu 50 individu, lebih dominan serangga dengan peran ini didapat pada ketinggian 400 mdpl sebanyak 26 individu dan sisanya tersebar pada ketinggian 500 dan 600 mdpl. Peran serangga yang ditemukan sebanyak 9 individu dengan peran sebagai bioindikator lebih banyak ditemukan pada ketinggian 500 mdpl. Serangga dengan peran sebagai parasitoid lebih dominan ditemukan pada ketinggian terendah yaitu 400 mdpl sebanyak 19 individu dan tidak ditemukan pada ketinggian lainnya.

4.4.1 Serangga Hama

Serangga hama merupakan serangga yang keberadaanya tidak diinginkan karena merugikan suatu komiditi di tempat tertentu. Selain itu pengertian dari serangga hama menurut Kristiaga *et al.*, (2020) organisme yang bersifat merusak tumbuhan dan kebanyakan merugikan petani dalam segi ekonomi dan menjadi salah satu kendala produksi dalam mengelola tanaman. Merusak tanaman, mengurangi hasil panen, dan menyebarkan penyakit terjadi karena adanya serangga hama. Kerusakan tanaman dapat terjadi karena bagian dari tanaman seperti daun, bunga, batang, bahkan biji dikonsumsi oleh serangga hama. Selain itu juga serangga hama sebagai indikator alami kerusakan ekologis yang merugikan dan menjadi target dalam pengelolaan yang efektif dalam usaha mengurangi populasi dengan memanfaatkan musuh alami dari serangga hama. Serangga hama yang didapatkan pada penelitian ini mayoritas ditemukan pada ketinggian ± 500 mdpl. Ketinggian 500 mdpl merupakan suatu zona transisi yang sering memiliki kondisi lingkungan yang unik, yang berpengaruh pada keberadaan serangga hama. Berdasarkan narasi yang disampaikan oleh Karungi *et al.*, (2018) mengenai hubungan ketinggian permukaan dan jarak vegetasi dengan serangga bahwa suhu, kelembapan dan vegetasi berperan dalam penentuan jenis dan serangga hama yang ditemukan.

Adapun spesies-spesies serangga hama yang ditemukan yaitu sebagai berikut:

1. *Eyprepocnemis calceata*



Gambar 8. *Eyprepocnemis calceata*
(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Eyprepocnemis calceata, yang dikenal sebagai belalang padang rumput, memiliki morfologi yang khas dengan tubuh ramping dan kaki belakang yang kuat, yang memungkinkannya melompat dengan baik. Belalang ini biasanya memiliki warna hijau atau coklat yang berfungsi sebagai kamuflase di lingkungan sekitarnya, membantu mereka menghindari predator. Dengan antena panjang dan sayap yang berkembang, *Eyprepocnemis calceata* dapat bergerak dengan lincah di antara dedaunan tanaman kopi, di mana mereka sering ditemukan. Morfologi ini tidak hanya berfungsi untuk mobilitas, tetapi juga untuk berinteraksi dengan lingkungan, termasuk dalam mencari makanan dan pasangan.

Kepala (*caput*) dari belalang hijau dilengkapi dengan sepasang antena yang relatif pendek, serta sepasang mata majemuk dan tiga mata *ocelli*. Jenis kepala pada serangga ini termasuk *hypognathous*, dengan mulut yang berfungsi untuk menggigit dan mengunyah. Antena belalang hijau memiliki bentuk yang ramping dan menyerupai benang halus, yang diklasifikasikan sebagai tipe antena jenis yang berbentuk ramping, lurus seperti benang, dan terdiri dari ruas-ruas yang ukurannya hampir seragam dari pangkal hingga ujung (*filiform*) (Kartika, 2020). Bagian sayap depan terbuat dari material seperti perkamen yang berfungsi melindungi sayap belakang, dikenal sebagai tegmina. Tegmina ini berbentuk bulat, dilengkapi dengan

pola rangka, dan berwarna cokelat muda. Secara keseluruhan, sayap serangga ini termasuk dalam tipe sayap lurus (Valinta, 2021). Tungkai belalang hijau terdiri dari *coxa* (1 segmen), *trochanter* (1 segmen), *tibia* (1 segmen), serta *tarsus* (3 segmen). Jenis tungkai ini bersifat *saltatorial*, yang mendukung kemampuan melompat.

Habitat *Eyprepocnemis calceata* umumnya ditemukan di area pertanian, termasuk perkebunan kopi, di mana mereka dapat mengakses berbagai jenis vegetasi. Dalam konteks perkebunan kopi, belalang ini berperan ganda; di satu sisi, mereka dapat menjadi hama yang merusak daun dan tunas muda tanaman kopi, tetapi di sisi lain, mereka juga berfungsi sebagai bagian dari rantai makanan, menjadi mangsa bagi predator alami seperti burung dan serangga pemangsa. Dengan demikian, keberadaan *Eyprepocnemis calceata* di perkebunan kopi mencerminkan interaksi kompleks dalam ekosistem, di mana mereka dapat mempengaruhi kesehatan tanaman dan keseimbangan ekosistem secara keseluruhan. Pengelolaan yang tepat terhadap populasi belalang ini sangat penting untuk menjaga produktivitas dan keberlanjutan perkebunan kopi.

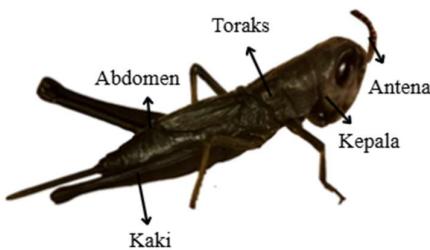
Selain itu *Eyprepocnemis calceata* berperan penting dalam ekosistem pertanian karena aktivitasnya dapat mempengaruhi vegetasi dan rantai makanan. Inang utama *E. calceata* adalah tanaman berdaun hijau seperti rumput-rumputan (famili Poaceae) dan beberapa tanaman budidaya seperti padi (*Oryza sativa*), jagung (*Zea mays*), dan tanaman leguminosa. Serangga ini memilih inang berdasarkan ketersediaan sumber pakan yang tinggi dan kelembapan lingkungan yang mendukung aktivitas makan serta reproduksi. Pemilihan tanaman inang juga dipengaruhi oleh kandungan nutrisi daun, terutama kadar protein dan serat kasar. Penelitian menunjukkan bahwa *E. calceata* cenderung memilih daun muda yang lebih lunak dan bernutrisi tinggi, karena lebih mudah dikunyah serta menunjang pertumbuhan dan perkembangan nimfa. Ketika populasi belalang ini meningkat, aktivitas makannya dapat menimbulkan kerusakan signifikan pada vegetasi, terutama pada lahan pertanian monokultur yang memiliki sedikit variasi tanaman inang.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda

Kelas	: Insecta
Ordo	: Orthoptera
Famili	: Acrididae
Genus	: <i>Eyprepocnemis</i>
Spesies	: <i>Eyprepocnemis calceata</i>

2. *Calliptamus barbarus*



Gambar 9. *Calliptamus barbarus*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Shoaib, et al., (2019) menjelaskan spesies belalang kayu ini memiliki ukuran sedang hingga besar, dengan panjang mencapai 17-30 mm, didominasi warna abu-abu secara keseluruhan dan bagian ventral yang berwarna merah. Kepala (*fastigium*) berbentuk bulat dan menonjol ke arah anterior di antara basis *proboscis*. Punggung (*pronotum*) dilengkapi dengan garis median yang menonjol secara jelas, dengan permukaan yang membentuk tiga *sulkus transversal*. Penampang *pronotum* mendekati bentuk persegi panjang, dengan sisi-sisinya menurun secara vertikal dan permukaan superior yang rata. *Prosternum*, sebagai bagian anterior thorax, memiliki *protuberansi* kerucut yang khas dan menonjol. *Tegmina*, atau sayap depan, selalu berkembang secara sempurna, sehingga memungkinkan kemampuan penerbangan yang baik. Panjang *tegmina* bervariasi antar spesies, dapat melampaui ujung lutut posterior atau sedikit lebih pendek, disertai variasi bentuk yang spesifik. Sayap posterior bersifat *hyalin* atau transparan, kadang-kadang dengan *fasia* basal lebar berwarna merah muda atau pink. Kaki posteriornya robust dengan femur yang sangat kuat; sisi medial femur umumnya menampilkan pola tiga makula gelap, meskipun pola tersebut dapat menyatu, mengalami reduksi parsial, atau diwarnai merah secara parsial. *Femur* posterior memiliki *striasi medial* yang memanjang

inferior. Pada jantan, *cerci* berukuran sangat panjang dan penis berbentuk *sferis*. Sisi medial *femur posterior* sebagian besar berwarna hitam dengan lapisan merah, dihiasi tiga *fasia* terang yang tidak kontinu. *Tibia posterior* berwarna oranye-merah pada aspek medial.

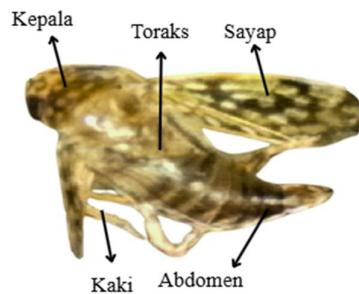
Spesies ini distribusi geografis di wilayah selatan dan tenggara. habitat seperti semak belukar, pegunungan berbatu, stepa, padang rumput, serta vegetasi di berbagai lokasi. *Calliptamus barbarus* barbarus secara khas mendiami substrat berbatu, lereng curam, atau kemiringan yang menyerupai lereng. Selama penelitian terkini, sejumlah spesimen diperoleh dari beragam vegetasi, termasuk *Cynodon dactylon*, *Helianthus annuus*, *Oryza sativa* (L.), *Pennisetum purpureum*, serta lahan-lahan pertanian yang dibudidayakan.

Serangga ini bersifat *fitofag*, yaitu pemakan tumbuhan, dengan inang utama berupa tanaman berdaun sempit seperti rumput-rumputan (*Poaceae*), serealia, dan beberapa tanaman leguminosa. Dalam kondisi populasi tinggi, *C. barbarus* dapat menyerang tanaman budidaya seperti gandum (*Triticum aestivum*), jelai (*Hordeum vulgare*), jagung (*Zea mays*), serta tanaman padang penggembalaan, menyebabkan penurunan hasil panen secara signifikan. Habitat alami *C. barbarus* umumnya berada pada wilayah beriklim kering hingga semi-kering dengan vegetasi rendah, seperti padang rumput terbuka, lahan pertanian tidak intensif, dan daerah semak. Lingkungan yang memiliki suhu tinggi dan kelembapan rendah mendukung perkembangan telur dan nimfa serangga ini. Telur biasanya diletakkan di dalam tanah berpasir di sekitar akar tanaman inang, sehingga saat menetas, nimfa dapat langsung memperoleh sumber pakan. Ketergantungan terhadap tanaman inang tertentu menjadikan populasi *C. barbarus* sangat dipengaruhi oleh ketersediaan vegetasi hijau di lingkungan tersebut. *C. barbarus* cenderung memilih daun muda yang kaya nutrisi dan memiliki kadar air tinggi, karena lebih mudah dicerna dan menunjang pertumbuhan serta reproduksi individu dewasa. Aktivitas makan yang intensif dapat menyebabkan defoliasi luas, terutama pada lahan pertanian monokultur yang minim keanekaragaman tanaman. Selain menyerang daun, serangga ini juga dapat merusak pucuk tanaman muda, menghambat proses fotosintesis dan pertumbuhan vegetatif.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Orthoptera
Famili	: Acrididae
Genus	: <i>Calliptamus</i>
Spesies	: <i>Calliptamus barbarus</i>

3. *Nilaparvata lugens*



Gambar 10. *Nilaparvata lugens*
(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Wereng coklat (*Nilaparvata lugens*) merupakan serangga fitofag yang menghisap cairan tanaman, dengan warna tubuh yang cenderung kecoklatan. Ukuran panjang tubuhnya berkisar antara 2 hingga 4,4 mm. Pada tahap dewasa, serangga ini menampilkan dua morf varian, yakni bentuk brakhiptera (bersayap pendek) dan makroptera (bersayap panjang). Varian makroptera memiliki kemampuan penerbangan yang memadai, sehingga memungkinkan migrasi jarak jauh. Wereng coklat dikategorikan sebagai serangga monofag, dengan inang utama yang terbatas pada tanaman padi (*Oryza sativa*) serta varietas liar seperti *Oryza perennis* dan *Oryza spontanea*.

Struktur tubuh menurut Firdaus dan Haryadi (2022) secara umum terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala, thorax, dan abdomen, yang masing-masing menunjukkan adaptasi khusus. Kepala wereng coklat berbentuk prognathous (arah depan), relatif kecil dan lebar, dilengkapi dengan sepasang antena filiform yang pendek dan bersegmen (sekitar 10-12 segmen), berfungsi untuk sensorik dan deteksi feromon. Mata majemuknya besar dan menonjol, memberikan pandangan

luas untuk menghindari predator, sementara tiga ocelli sederhana hadir untuk persepsi cahaya. Mulutnya tipe piercing-sucking, dengan labium panjang yang membentuk proboscis fleksibel untuk menembus jaringan tanaman dan menghisap floem, sering kali disertai enzim saliva yang menghambat pertahanan tanah inang.

Thorax wereng coklat kuat dan mendukung variasi sayap yang menjadi ciri utama polimorfismenya. Pada bentuk *makroptera* (bersayap panjang), sayap depan (*tegmina*) panjang dan transparan (*hyalin*), mencapai atau melampaui ujung abdomen, memungkinkan penerbangan jarak jauh untuk migrasi musiman. Sayap belakang lipat dan lebih kecil, tersembunyi di bawah *tegmina*. Sebaliknya, bentuk brakhiptera (bersayap pendek) memiliki *tegmina* yang sangat pendek atau *rudimenter*, membatasi kemampuan terbang tetapi meningkatkan efisiensi energi untuk reproduksi di lokasi tetap. *Pronotum* dan *mesonotum* membentuk punggung *thorax* yang datar dan coklat, dengan garis-garis longitudinal samar untuk penguatan struktural. Kaki-kakinya cursorial, dengan *femur* dan *tibia* yang panjang dan ramping; kaki belakang lebih kuat untuk melompat pendek guna milarikan diri dari ancaman. *Tarsus* memiliki dua segmen dengan *arolium* untuk adhesi pada permukaan tanaman.

Abdomen wereng coklat relatif besar dan lentur, terdiri dari 11 segmen pada jantan dan betina, dengan warna coklat gelap yang memudar ke *ventral*. Pada betina, *ovipositor* pendek dan bergerigi digunakan untuk memasukkan telur ke dalam jaringan tanaman; *abdomen* membengkak saat *gravid*. Jantan memiliki *cerci* pendek dan *aedeagus* sederhana untuk kopulasi. Telur berbentuk oval, panjang sekitar 1 mm, berwarna putih kekuningan, dan diletakkan secara berkelompok (hingga 100-300 butir per betina) di pangkal pelepah daun padi, meskipun pada kepadatan populasi tinggi, penempatan dapat bergeser ke ujung pelepah atau urat daun untuk menghindari kompetisi. *Nympha* (stadia larva) melalui lima instar, dengan tubuh lunak, antena pendek, dan sayap yang belum berkembang, berwarna lebih terang dan tanpa kemampuan terbang.

Reproduksi wereng coklat berlangsung secara seksual, dengan siklus hidup yang relatif singkat. Periode pra-oviposisi berlangsung selama 3-4 hari pada bentuk brakhiptera dan 3-8 hari pada bentuk makroptera. Pada betina, perkembangan reproduktif dapat dibedakan menjadi fase pra-oviposisi selama 2-8 hari dan fase

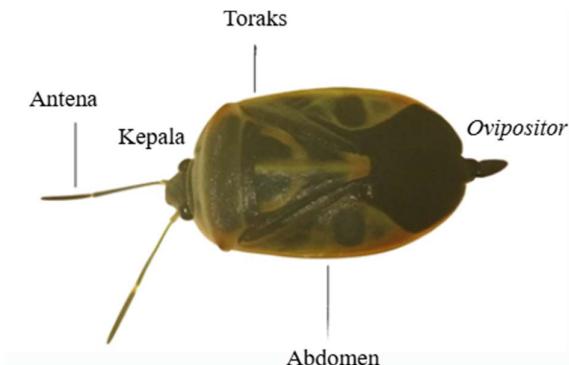
oviposisi selama 9-23 hari. Proses oviposisi itu sendiri dapat terjadi dalam rentang waktu beberapa jam hingga 3 hari. Sementara itu, stadium pra-imago memakan waktu 19-23 hari. Telur biasanya diletakkan secara berkelompok di pangkal pelepah daun; namun, pada kondisi populasi yang tinggi, penempatan telur dapat bergeser ke ujung pelepah daun atau urat daun.

Serangga *Nilaparvata lugens*, dikenal sebagai wereng batang cokelat, merupakan hama utama pada tanaman padi (*Oryza sativa L.*) yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap lingkungan pertanian tropis dan subtropis. Habitat ideal serangga ini adalah lahan sawah dengan kondisi kelembapan tinggi, suhu hangat, dan keberadaan tanaman padi sebagai inang utama. Populasi *N. lugens* berkembang pesat pada ekosistem sawah irigasi yang memiliki kontinuitas tanam tanpa jeda bera, karena kondisi tersebut menyediakan sumber makanan yang stabil. Faktor lingkungan seperti suhu, curah hujan, dan kelembapan udara berperan penting dalam dinamika populasinya; suhu optimal antara 25–30°C mendukung reproduksi dan perkembangan nimfa secara maksimal. Selain faktor abiotik, ketersediaan varietas padi yang rentan dan penggunaan pestisida kimia berlebihan juga dapat meningkatkan populasi hama ini dengan menekan populasi musuh alaminya.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Hemiptera
Famili	: Delphacidae
Genus	: <i>Nilaparvata</i>
Spesies	: <i>Nilaparvata lugens</i>

4. *Antestiopsis cruciata*



Gambar 11. *Antestiopsis cruciata*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Antestiopsis cruciata atau yang lebih dikenal dengan sebutan kepik kopi merupakan anggota famili Pyrrhocoridae dalam ordo Hemiptera, merupakan serangga fitofag yang dikenal sebagai salah satu hama utama pada tanaman kopi. Spesies ini, sering disebut sebagai kumbang Antestia atau *lace bug*, menampilkan morfologi yang adaptif untuk gaya hidup saprofit dan fitofag, dengan tubuh yang dirancang untuk mobilitas, penghisap nutrisi dari tanaman inang, dan kamuflase di lingkungan vegetatif. Karakteristik umum morfologi dewasa genus Antestiopsis, dengan variasi yang membedakannya dari spesies saudaranya seperti *Antestiopsis intricata*, terutama dalam pola warna dan struktur genital.

Zani dan Rhwegasira (2023) menyampaikan ukuran tubuh *Antestiopsis cruciata* relatif sedang untuk serangga Hemiptera, dengan panjang total dewasa berkisar antara 8 hingga 12 mm pada jantan dan sedikit lebih panjang pada betina (hingga 13 mm). Lebar tubuh sekitar 4-6 mm, memberikan bentuk oval yang kompak dan aerodinamis. Bobotnya ringan, sekitar 20-30 mg, yang mendukung kemampuan terbang jarak pendek untuk dispersi. Variasi ukuran ini dipengaruhi oleh faktor nutrisi selama stadium nympha, di mana individu yang berkembang pada inang berkualitas tinggi cenderung mencapai ukuran maksimal.

Struktur tubuh *Antestiopsis cruciata* terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala, *thorax*, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi

ekologisnya. Kepala berbentuk *prognathous* (arah depan), lebar sekitar 1,5-2 mm, dilengkapi dengan sepasang antena *filiform* yang panjang (sekitar 5-7 mm) dan bersegmen (4 segmen utama), berfungsi sebagai organ sensorik untuk mendeteksi feromon dan host plant volatiles. Mata majemuknya besar dan menonjol, memberikan lapangan pandang luas untuk menghindari predator seperti burung atau laba-laba, sementara *ocelli absen* atau rudimenter. *Rostrum (proboscis)* panjang dan fleksibel (sekitar 4-5 mm), tipe *piercing-sucking*, memungkinkan penetrasi jaringan tanaman untuk menghisap getah dari floem, sering disertai injeksi saliva yang mengandung enzim pencernaan ekstraseluler.

Thorax merupakan bagian sentral yang kuat, dengan *pronotum trapezoidal* yang lebar dan bertekstur kasar berwarna coklat kemerahan, memberikan perlindungan mekanis. *Scutellum* (pelindung belakang thorax) menonjol dan segitiga, mencakup sebagian besar sayap depan (*hemelytra*). *Hemelytra* semi-transparent dengan vena kuat, berwarna merah kecoklatan dengan pola reticulasi halus yang menyerupai jaring laba-laba ciri diagnostik genus ini dan mencapai ujung abdomen saat istirahat. Sayap belakang (*alae*) sepenuhnya berkembang, memungkinkan penerbangan aktif untuk migrasi musiman. Kaki-kakinya cursorial dan ramping, dengan femur dan tibia yang panjang; tarsus 3-segmen dengan claw untuk adhesi pada permukaan daun. *Connexivum* (pinggiran abdomen yang terlihat) berwarna merah cerah, kontras dengan dorsum coklat gelap, yang berfungsi sebagai sinyal warning terhadap predator.

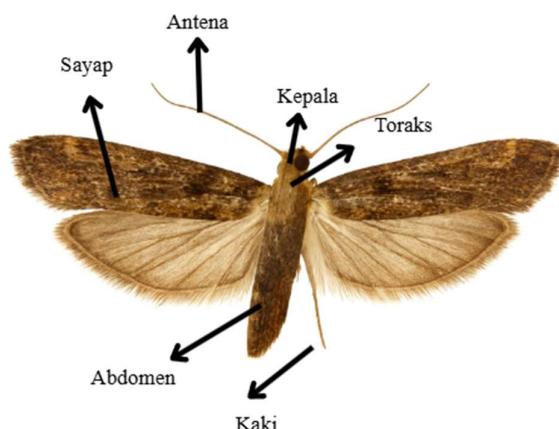
Abdomen lentur dan terdiri dari 8-9 segmen visible, dengan warna ventral yang lebih terang (kuning-merah) untuk ventilasi dan reproduksi. Pada betina, ovipositor pendek dan bergerigi digunakan untuk meletakkan telur di celah kulit tanaman; abdomen membengkak saat oviposisi, dengan kapasitas hingga 100-200 telur per siklus. Jantan memiliki *pygophore* yang khas dengan paramera simetris untuk kopulasi. Telur berbentuk *barrel-shaped*, panjang 1-1,5 mm, berwarna putih kekuningan, dan diletakkan secara berkelompok di bawah permukaan daun atau buah kopi. Stadium *nympha* melalui lima instar, dengan tubuh lunak, antena pendek, dan *hemelytra* yang belum berkembang, berwarna lebih pucat untuk kamuflase awal.

Habitat *Anthestiopsis cruciata* secara primer bersifat tropis dan subtropis, dengan distribusi yang meluas melalui perdagangan kopi. Spesies ini mendiami perkebunan kopi (*Coffea arabica*) sebagai inang utama, di mana ia menyerang bunga, buah, dan daun muda, menyebabkan kerusakan nekrosis dan penurunan kualitas biji kopi hingga 20-50%. Selain kopi, ia dapat ditemukan pada tanaman alternatif seperti teh (*Camellia sinensis*), kakao (*Theobroma cacao*), dan tanaman liar seperti *Croton* spp. atau *fig trees* di hutan sekunder. Habitatnya mencakup ketinggian 500-2000 Mdpl, dengan iklim lembab (curah hujan 1000-2000 mm/tahun) dan suhu 20-30°C, di mana vegetasi lebat menyediakan perlindungan dari predator dan kondisi ekstrem. Pada musim kering, populasi cenderung bermigrasi ke area dengan kelembaban lebih tinggi, sementara di perkebunan monokultur, kepadatan dapat mencapai 10-50 individu per tanaman, memicu ledakan populasi yang memerlukan intervensi pengendalian biologis atau kimia.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Hemiptera
Famili	: Pentatomidae
Genus	: <i>Antestiopsis</i>
Spesies	: <i>Antestiopsis cruciata</i>

5. *Plodia interpunctella*



Gambar 12. *Plodia interpunctella*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Plodia interpunctella atau yang lebih dikenal dengan sebutan ngengat tepung menurut Muzafer (2022), yang dikenal sebagai ngengat tepung India atau *Indian meal moth*, merupakan serangga ordo Lepidoptera famili Pyralidae, yang termasuk dalam kelompok ngengat penggerek. Spesies ini merupakan hama utama yang menyerang produk makanan kering, dengan morfologi yang diadaptasi untuk kehidupan di lingkungan buatan manusia, seperti gudang dan dapur. Morfologi dewasa dan stadium larva sebagai strategi evolusioner untuk dispersi, pencarian makanan, dan reproduksi cepat, memungkinkan invasi cepat pada stok makanan seperti tepung, sereal, kacang-kacangan, dan buah kering. Variasi morfologi minor dapat diamati antar populasi, dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban.

Ukuran *Plodia interpunctella* relatif kecil hingga sedang untuk ngengat Lepidoptera. Pada tahap dewasa, panjang tubuh (dari kepala hingga ujung abdomen) berkisar antara 7 hingga 10 mm, sementara rentang sayap (*wingspan*) mencapai 13 hingga 20 mm, dengan jantan cenderung lebih kecil daripada betina. Bobot dewasa sekitar 10-20 mg, yang mendukung penerbangan aktif untuk mencari inang. Stadium larva (*nympha*) dapat tumbuh hingga panjang 12-15 mm saat matang, dengan diameter tubuh sekitar 2-3 mm, memberikan bentuk silindris yang fleksibel. Telur berukuran sangat kecil, oval dengan panjang 0,3-0,5 mm dan lebar 0,2 mm, sementara pupa (kepompong) panjang 8-12 mm, berbentuk silinder dan dibungkus sutra.

Struktur tubuh *Plodia interpunctella* terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi ekologisnya sebagai hama internal. Kepala dewasa bulat dan kecil (lebar sekitar 1-1,5 mm), dilengkapi dengan sepasang antena *filiform* yang panjang (sekitar 5-7 mm) dan bersegmen, berfungsi sebagai organ sensorik untuk mendeteksi feromon seks dan bau makanan fermentasi. Mata majemuknya besar dan reniform, memberikan visi sudut lebar untuk navigasi di kegelapan gudang, sementara *ocelli absen*. Mulutnya

tipe *siphoning*, dengan *proboscis* panjang dan koil (sekitar 4-6 mm) untuk menyerap nektar atau cairan manis, meskipun dewasa jarang makan dan lebih bergantung pada cadangan energi dari larva. Pada larva, kepala coklat gelap dan keras (*sclerotized*), dengan mandibula kuat untuk mengunyah substrat kering; antena pendek dan *palpial* sensorik untuk eksplorasi.

Thorax dewasa ramping dan kuat, dengan *pro-* dan *mesonotum* yang menyatu membentuk punggung berbulu halus berwarna abu-abu kecoklatan. Sayap depan (*forewings*) lebar dan lancip, berwarna coklat tembaga di bagian basal dan distal dengan pola garis-garis gelap yang khas (menyerupai *coppery sheen*), sementara sayap belakang (*hindwings*) putih murni dengan *fringe* halus, memungkinkan penerbangan zig-zag untuk menghindari predator. Saat istirahat, sayap dilipat di atas abdomen seperti atap. Kaki-kakinya *cursorial*, dengan femur dan tibia yang panjang dan berbulu; *tarsus* 5-segmen dengan *pulvilli* pada permukaan granular. Pada larva, thorax lunak dan krem berbintik hitam, dengan tiga pasang kaki berjalan sejati dan *proleg pseudo* pada abdomen untuk pergerakan *loop-like (inchworm motion)*, yang efisien untuk menavigasi melalui tumpukan makanan. Pupa dibungkus dalam sutra keputih-putihan, dengan kremaster untuk fiksasi pada substrat.

Abdomen dewasa lentur dan terdiri dari 10 segmen, dengan warna ventral yang lebih terang (kuning pucat) untuk respirasi dan oviposisi. Pada betina, abdomen membengkak saat gravid, dengan ovipositor pendek untuk meletakkan telur secara acak di permukaan makanan; kapasitas telur mencapai 100-300 butir per betina. Jantan memiliki uncus dan gnathos yang khas untuk kopulasi, dengan antena yang lebih bercabang untuk deteksi feromon. Telur berwarna putih kekuningan, bertekstur kasar untuk adhesi, dan menetas dalam 3-7 hari menjadi larva yang aktif. Larva memiliki abdomen krem dengan 10 segmen, berbintik hitam dorsal, dan spinneret untuk memproduksi sutra saat membuat jaring makanan atau pupasi.

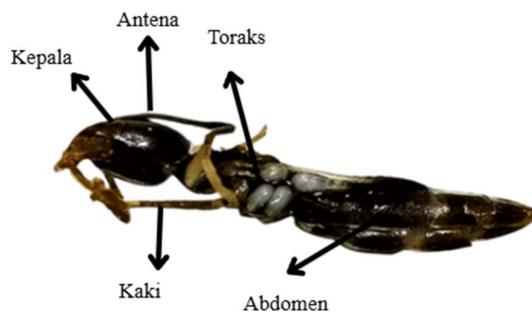
Berdasarkan pernyataan Corzo *et al.*, (2020) habitat *Plodia interpunctella* bersifat antropogenik dan kosmopolitan, berasal dari wilayah tropis dan subtropis, tetapi kini tersebar global melalui perdagangan makanan. Spesies ini mendiami lingkungan di mana suhu optimal 25-30°C dan kelembaban relatif 60-70%

mendukung siklus hidupnya yang singkat (28-35 hari). Di habitat alami yang jarang, ia dapat ditemukan pada biji-bijian liar atau buah jatuh di hutan tropis, tetapi preferensi utamanya adalah substrat organik yang tersimpan di tempat gelap dan hangat. Kepadatan populasi dapat mencapai ratusan individu per kilogram makanan, menyebabkan kontaminasi dan kerugian ekonomi hingga 10-20% pada stok penyimpanan, terutama di negara berkembang dengan pengawasan sanitasi rendah.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Lepidoptera
Famili	: Pryralidae
Genus	: <i>Plodia</i>
Spesies	: <i>Plodia interpunctella</i>

6. *Quendius tenellus*



Gambar 13. *Quendius tenellus*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Quedius tenellus anggota famili Staphylinidae dalam ordo Coleoptera, merupakan kumbang rove (*rove beetle*) yang umum ditemukan di wilayah tropis. Spesies ini berperan sebagai predator penting dalam ekosistem tanah, memangsa serangga kecil, nematoda, dan invertebrata lainnya, sehingga berkontribusi pada pengendalian hama alami. Morfologi *Quedius tenellus* mencerminkan adaptasi untuk kehidupan di substrat lembab dan gelap, dengan tubuh yang memanjang dan

fleksibel untuk navigasi cepat di antara serasah daun atau celah tanah. Variasi morfologi minor dapat diamati antar populasi, terutama dalam warna dan ukuran antena, yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti kelembaban dan ketersediaan mangsa.

Berdasarkan Brunke (2023) ukuran *Quedius tenellus* relatif kecil hingga sedang untuk kumbang *Staphylinidae*. Pada tahap dewasa, panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung abdomen) berkisar antara 4,5 hingga 6 mm, dengan lebar maksimal sekitar 1-1,5 mm di regio thorax. Bobot dewasa sekitar 5-10 mg, yang mendukung mobilitas tinggi tanpa mengorbankan kekuatan. Jantan dan betina memiliki ukuran serupa, meskipun betina cenderung sedikit lebih robust untuk mendukung reproduksi. Stadium larva (larva) dapat mencapai panjang hingga 5-7 mm saat matang, dengan bentuk memanjang dan segmen yang jelas, sementara telur berukuran sangat kecil (panjang 0,5-0,8 mm) dan berbentuk oval.

Struktur tubuh *Quedius tenellus* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi predatori dan eksplorasi substrat. Kepala berbentuk prognathous (arah depan) dan relatif besar (lebar sekitar 0,8-1 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 11-segmen yang filiform dengan klub distal (3-4 segmen akhir membesar), berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi getaran mangsa dan feromon. Mata majemuknya sedang hingga besar, memberikan visi lateral yang baik untuk perburuan di kegelapan, sementara *ocelli absen*. Mandibula kuat dan *falciform* (berbentuk sabit), diadaptasi untuk merobek mangsa lunak seperti larva serangga atau cacing tanah; *labium* dan *maxillae* panjang untuk manipulasi makanan.

Thorax kuat dan memanjang, dengan *pronotum transversal* yang lebar (lebih lebar daripada kepala) dan berbentuk trapezoidal, berwarna hitam mengkilap dengan pubescens halus untuk perlindungan. *Elytra* (sayap depan yang mengeras) pendek dan tidak menutupi abdomen sepenuhnya ciri diagnostik famili *Staphylinidae* sehingga abdomen terlihat dan fleksibel untuk pergerakan cepat. Sayap belakang (alae) sepenuhnya berkembang, memungkinkan penerbangan pendek untuk dispersi, meskipun spesies ini lebih sering berjalan. *Scutellum* kecil dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan panjang, dengan femur dan tibia yang ramping; tarsus 5-segmen dengan dua claw untuk grip pada permukaan licin seperti

tanah basah atau kulit kayu. Pada larva, thorax lunak dengan kaki berjalan sederhana dan proleg ventral untuk pergerakan melata.

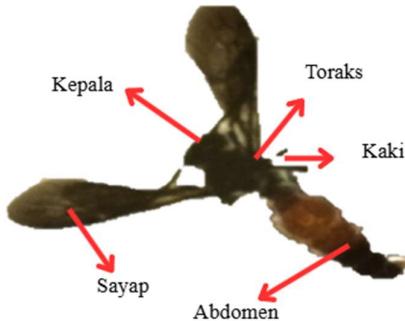
Abdomen fleksibel dan terdiri dari 8-9 segmen visible, dengan warna ventral yang lebih terang (coklat kemerahan) untuk respirasi dan oviposisi. Pada betina, ovipositor pendek dan teleskopik digunakan untuk meletakkan telur di substrat lembab; abdomen membengkak saat gravid, dengan kapasitas hingga 20-50 telur per siklus. Jantan memiliki tergit 9 yang modifikasi untuk kopulasi, dengan aedeagus sederhana. Telur berwarna putih kekuningan, diletakkan secara individual atau kelompok kecil di dekat sumber makanan. Larva memiliki abdomen memanjang dengan *urogomphi* (tonjolan ekor) pendek untuk pertahanan, dan tubuh berwarna krem berbintik hitam untuk kamuflase di tanah.

Habitat *Quedius tenellus* bersifat terrestrial dan lembab, terkonsentrasi di wilayah hutan temperata dan boreal Eropa (seperti Inggris, Jerman, Rusia) serta Asia, dengan distribusi yang meluas ke Amerika Utara melalui introduksi. Spesies ini mendiami substrat organik seperti serasah daun, kayu busuk, tanah lembab di bawah batu atau kulit pohon, dan tepi sungai, di mana kelembaban tinggi (60-80%) dan suhu 10-20°C optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 1-2 tahun, dengan overwintering sebagai dewasa atau larva). Preferensi habitatnya mencakup hutan *deciduous* dan *coniferous*, taman, dan area pertanian organik, di mana ia berburu mangsa seperti *Collembola*, *Acarina*, dan larva *Diptera*. Kepadatan populasi dapat mencapai 50-100 individu per meter persegi di mikrohabitat lembab, berkontribusi pada dekomposisi dan siklus nutrisi tanah. Pada kondisi kering, spesies ini cenderung bermigrasi ke area lebih lembab, sementara di habitat urban, ia dapat ditemukan di kompos atau pupuk organik.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Coleoptera
Famili	: Staphylinidae
Genus	: <i>Quedius</i>
Spesies	: <i>Quedius tenellus</i>

7. *Lissonota semirufa*



Gambar 14. *Lissonota semirufa*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Lissonota semirufa anggota famili Ichneumonidae dalam ordo Hymenoptera, merupakan tawon parasitoid yang berperan penting sebagai agen biologis pengendali hama serangga. Spesies ini, termasuk dalam subfamili Campopleginae, menyerang larva ngengat (Lepidoptera) dan kumbang (Coleoptera), terutama pada tahap akhir perkembangan inangnya. Morfologi *Lissonota semirufa* dirancang untuk adaptasi parasitoidisme, dengan struktur yang mendukung pencarian inang, penerbangan jarak menengah, dan oviposisi presisi di dalam jaringan inang. Variasi morfologi minor terlihat antar populasi, terutama dalam panjang ovipositor dan pola warna, yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu dan ketersediaan inang.

Ukuran *Lissonota semirufa* relatif kecil hingga sedang untuk tawon Ichneumonidae. Pada tahap dewasa, panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung abdomen) berkisar antara 6 hingga 10 mm pada betina, yang lebih panjang daripada jantan (4-7 mm), memberikan keuntungan untuk oviposisi. Lebar thorax sekitar 1,5-2 mm, dengan bobot dewasa sekitar 5-15 mg yang mendukung penerbangan efisien. Stadium larva (dalam inang) memanjang hingga 5-8 mm saat matang, sementara telur berukuran sangat kecil (panjang 0,2-0,4 mm) dan berbentuk silinder. Pupa (kepompong) panjang 4-7 mm, dibungkus di dalam inang atau substrat.

Struktur tubuh *Lissonota semirufa* terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi parasitoid. Kepala berbentuk *prognathous* (arah depan) dan relatif lebar (sekitar 1-1,5 mm), dilengkapi dengan sepasang antena *filiform* yang panjang (sekitar 4-6 mm) dan bersegmen (20-30 segmen), berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi feromon inang dan getaran melalui host-seeking behavior. Mata majemuknya sedang dan reniform, memberikan sudut lebar untuk navigasi vegetasi, sementara tiga ocelli hadir untuk persepsi cahaya. Mulutnya tipe *masticatory*, dengan mandibula kecil untuk membersihkan diri dan labium panjang untuk minum nektar; palpi maxillaris dan labialis bersegmen untuk manipulasi.

Thorax kuat dan menyatu, dengan pronotum dan mesonotum yang membentuk punggung bertekstur kasar berwarna hitam kecoklatan dengan pubescens halus. Sayap depan (*forewings*) dan belakang (*hindwings*) *hyalin* (transparan) dengan vena kuat dan stigma pterostigma coklat gelap, memungkinkan penerbangan aktif hingga 1-2 km untuk mencari inang. Panjang sayap mencapai 5-8 mm, dengan *hamuli* (kait sayap) untuk penguncian saat istirahat. *Scutellum* menonjol dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan ramping, dengan femur dan tibia yang panjang; tarsus 5-segmen dengan arolium dan claw untuk adhesi pada daun atau kulit inang. Pada betina, kaki tengah sering memiliki spur tibial untuk grooming.

Abdomen lentur dan terdiri dari 7-8 *terga* dan *sterna visible*, dengan warna semi-rufous (kemerahan) pada segmen posterior—ciri diagnostik spesies ini—kontras dengan dorsum hitam. Pada betina, ovipositor panjang dan fleksibel (sekitar 4-7 mm, dapat melebihi panjang abdomen), bergerigi untuk menembus jaringan inang dan meletakkan telur secara presisi; abdomen membengkak saat gravid, dengan kapasitas hingga 50-100 telur per siklus. Jantan memiliki paramera simetris dan *aedeagus* sederhana untuk kopulasi. Telur berwarna putih kekuningan, diletakkan tunggal di dalam larva inang seperti ngengat penggerek buah atau daun. Larva eukoilid (eksternal awalnya, kemudian internal) memiliki tubuh memanjang, haptor (organ penempel) ventral, dan mandibula untuk memakan jaringan inang.

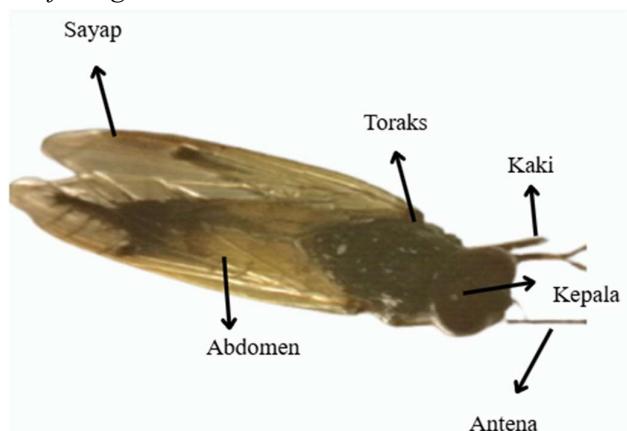
Habitat *Lissonota semirufa* bersifat terrestrial dan vegetatif, namun berdasarkan pernyataan dari Verheyde *et al.*, (2021) terkonsentrasi di wilayah

Palearktik seperti Eropa (Inggris, Jerman, Rusia) dan Asia Tengah, dengan distribusi yang meluas melalui migrasi alami. Spesies ini mendiami hutan deciduous, padang rumput, kebun buah, dan perkebunan, di mana inang utamanya adalah larva Lepidoptera (misalnya, Tortricidae atau Noctuidae) pada tanaman seperti apel, beri, atau tanaman herba. Habitatnya mencakup ketinggian 100-1000 Mdpl, dengan iklim temperata (suhu 15-25°C dan kelembaban 50-70%) yang optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 20-40 hari, dengan satu hingga dua generasi per tahun). Di habitat ini, tawon dewasa sering terlihat di bunga liar untuk nektar, sementara oviposisi terjadi pada substrat lembab seperti daun atau buah yang terinfestasi. Kepadatan populasi dapat mencapai 10-50 individu per hektar di area dengan inang melimpah, berkontribusi pada pengendalian biologis hama pertanian. Pada musim dingin, spesies ini bertahan hidup ketika musim dingin sebagai pupa di dalam inang atau serasah.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Hymenoptera
Famili	: Ichneumonidae
Genus	: <i>Lissonota</i>
Spesies	: <i>Lissonota semirufa</i>

8. *Diachlorus ferrugatus*



Gambar 15. *Diachlorus ferrugatus*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Diachlorus ferrugatus menurut Sequeira *et al.*, (2025), anggota famili Tabanidae dalam ordo Diptera, merupakan lalat tabanid atau lalat kuda (*horsefly*) yang dikenal sebagai hama vektor penyakit pada ternak dan manusia di wilayah Neotropika. Spesies ini berperan sebagai predator oportunistis dan parasit penghisap darah, dengan morfologi yang diadaptasi untuk penerbangan cepat, deteksi inang, dan pengisapan nutrisi dari mamalia. Morfologi *Diachlorus ferrugatus* mencerminkan karakteristik umum Tabanidae, dengan variasi minor dalam pola warna dan panjang proboscis antar populasi, yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kelembaban dan ketersediaan inang.

Ukuran *Diachlorus ferrugatus* relatif sedang hingga besar untuk lalat Tabanidae. Pada tahap dewasa, panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung abdomen) berkisar antara 10 hingga 15 mm, dengan rentang sayap (wingspan) mencapai 15-20 mm. Betina cenderung lebih besar daripada jantan (hingga 16 mm), yang mendukung kebutuhan protein untuk reproduksi. Bobot dewasa sekitar 20-40 mg, memberikan aerodinamika untuk penerbangan aktif. Stadium larva (maggot) dapat tumbuh hingga panjang 20-30 mm saat matang, dengan bentuk memanjang dan segmen yang jelas, sementara telur berukuran kecil (panjang 1-2 mm) dan diletakkan dalam kelompok.

Struktur tubuh *Diachlorus ferrugatus* terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi hematofag (penghisap darah). Kepala berbentuk holometabolous dan besar (lebar sekitar 2-3 mm), dilengkapi dengan sepasang mata majemuk holoptik yang sangat besar dan menonjol, berwarna hijau kebiruan pada betina (dichoptic pada jantan), berfungsi untuk mendeteksi gerakan inang dari jarak jauh melalui polarisasi cahaya. Antena pendek dan bersegmen tiga (dengan arista filiform), berperan sebagai sensorik untuk bau karbon dioksida dan feromon. *Proboscis* (belalai) panjang dan kuat (sekitar 5-8 mm), tipe *piercing-sucking* dengan enam lobi tajam untuk menembus kulit dan menghisap darah, sering disertai enzim antikoagulan dalam saliva yang dapat menularkan patogen seperti *Trypanosoma* spp.

Thorax kuat dan menyatu, dengan scutum (punggung *thorax*) bertekstur kasar berwarna coklat kemerahan (*ferrugineus*) ciri diagnostik spesies ini dilengkapi *pubescens* halus untuk perlindungan. Sayap depan dan belakang hyalin (transparan) dengan vena kuat dan diskal cell tertutup, memungkinkan terbang hingga 20-30 km/jam untuk mengejar inang. Panjang sayap mencapai 10-12 mm, dengan halter (organ keseimbangan) untuk stabilitas. Kaki-kakinya panjang dan ramping, dengan femur dan tibia yang kuat; tarsus 5-segmen dengan pulvillus empuk untuk mendarat pada bulu ternak. Pada betina, kaki sering memiliki spur untuk grooming, sementara jantan memiliki kaki lebih pendek.

Abdomen lentur dan terdiri dari 8-9 segmen visible, dengan warna ventral yang lebih terang (kuning pucat) untuk respirasi dan oviposisi. Pada betina, abdomen membengkak saat siap bertelur, dengan ovipositor pendek untuk meletakkan telur di substrat lembab; kapasitas telur mencapai 200-500 butir per siklus, diletakkan dalam massa vertikal di vegetasi dekat air. Jantan memiliki tergit modifikasi untuk kopulasi, dengan aedeagus sederhana. Telur berwarna hitam kecoklatan, bertekstur kasar untuk adhesi. Larva memiliki abdomen memanjang dengan pseudopodia ventral untuk pergerakan melata di substrat basah, dan tubuh berwarna krem berbintik untuk kamuflase.

Habitat *Diachlorus ferrugatus* bersifat tropis dan semi-akvatik, terkonsentrasi di wilayah Amerika Selatan seperti Brasil, Kolombia, Venezuela, dan Peru, dengan distribusi yang meluas melalui migrasi alami dan perdagangan ternak. Spesies ini mendiami hutan hujan, savana, dan padang rumput dekat badan air (sungai, rawa, atau danau), di mana betina menyerang inang mamalia seperti sapi, kuda, dan manusia untuk darah, menyebabkan iritasi kulit dan penularan penyakit seperti surra (*Trypanosomiasis*). Preferensi habitatnya mencakup ketinggian 0-1000 Mdpl, dengan iklim lembab (curah hujan 1500-3000 mm/tahun) dan suhu 25-35°C yang optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 30-60 hari, dengan beberapa generasi per tahun). Larva berkembang di substrat organik lembab seperti lumpur, daun busuk, atau kotoran hewan, sementara dewasa aktif di siang hari di area terbuka. Kepadatan populasi dapat mencapai 50-200 individu per hektar di musim hujan, berkontribusi pada kerugian ekonomi di peternakan hingga 10-20% akibat penurunan produktivitas ternak.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Diptera
Famili	: Tabanidae
Genus	: <i>Diachlorus</i>
Spesies	: <i>Diachlorus ferrugatus</i>

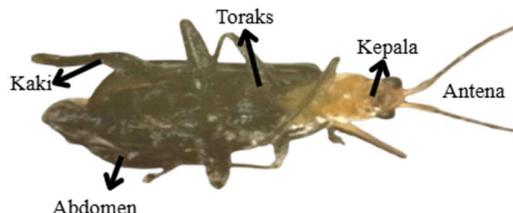
4.4.2 Serangga Predator

Salah satu upaya untuk mengendalikan serangga hama yaitu menggunakan bantuan musuh alami dari serangga hama tersebut, yaitu salah satunya dengan memanfaatkan keberadaan dari serangga predator. Serangga predator sendiri merupakan serangga yang berperan aktif memakan (berburu) serangga lain (mangsa) untuk keberlangsungan hidup serangga predator sendiri. Namun menurut Samsuri (2019) serangga predator merupakan hewan yang membunuh, memangsa bahkan memakan seluruh atau sebagian bagian dari mangsanya dan membutuhkan lebih dari satu mangsa untuk tumbuh dan berkembang. Muliani (2022) menyatakan serangga predator sebagai pengendali utama populasi serangga lain terutama serangga hama, menjaga keseimbangan ekosistem dan sebagai agen pengendali hayati yang ramah lingkungan dalam pertanian, sehingga berperan penting dalam usaha pembasmi serangga hama tanpa menggunakan pestisida kimia. Serangga predator yang ditemukan di perkebunan kopi memiliki jumlah yang lebih banyak dari serangga lainnya, terutama ordo hymenoptera dan coleoptera. Serangga hymenoptera salah satunya seperti semut (formicidae) berperan sebagai predator dengan memangsa serangga hama untuk bertahan hidup dan mengendalikan populasi dari serangga hama. Spesies predator terbanyak yang ditemukan yaitu *chelaner edentatus*. Selain itu serangga predator yang ditemukan yaitu dengan ordo coleoptera terutama pada famili meloidae dan carabidae. Serangga predator banyak ditemukan pada ketinggian 400 dan 500 mdpl. Faktor lingkungan salah satunya tinggakat elevasi dataran berpengaruh pada keberadaan spesies predator. Narasi ini

di dukung dengan pendapat dari Delci *et al.*, (2016) bahwa keberadaan serangga predator lebih tinggi di dataran rendah dibanding dengan dataran tinggi.

Adapun spesies-spesies serangga predator yang ditemukan yaitu sebagai berikut

1. *Nemognatha chrysomeloides*



Gambar 16. *Nemognata chrysomeloidae*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Nemognatha chrysomeloides berdasarkan pernyataan Riccieri *et al.*, (2023) anggota famili Meloidae dalam ordo Coleoptera, merupakan kumbang blister (*blister beetle*) yang dikenal karena produksi cantharidin, senyawa toksik yang berfungsi sebagai pertahanan kimia. Spesies ini berperan sebagai predator hipermetaboli pada tahap larva, menyerang sarang lebah dan tawon, sementara dewasa bersifat polifag pada polen dan nektar. Morfologi *Nemognatha chrysomeloides* mencerminkan adaptasi untuk kehidupan di lingkungan bunga dan substrat tanah, dengan tubuh yang memanjang dan warna aposemik (peringatan) untuk menghalau predator. Variasi morfologi minor terlihat dalam pola warna dan panjang antena antar populasi, yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti paparan sinar matahari dan ketersediaan inang.

Ukuran *Nemognatha chrysomeloides* relatif sedang untuk kumbang Meloidae. Pada tahap dewasa, panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung abdomen) berkisar antara 8 hingga 14 mm, dengan lebar maksimal sekitar 3-5 mm di regio thorax. Betina cenderung lebih besar daripada jantan (hingga 15 mm), yang mendukung produksi telur. Bobot dewasa sekitar 15-30 mg, memberikan mobilitas untuk penerbangan pendek antar bunga. Stadium larva (triungulin) sangat kecil (panjang 1-2 mm saat menetas), sementara larva akhir (campodeiform) dapat

mencapai 10-12 mm. Telur berukuran kecil (panjang 0,5-1 mm) dan berbentuk oval, diletakkan dalam kelompok.

Struktur tubuh *Nemognatha chrysomeloides* terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung siklus hidup hipermetaboli. Kepala berbentuk *prognathous* (arah depan) dan relatif kecil (lebar sekitar 1-1,5 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 11-semen yang filiform dengan klub distal yang lebar, berfungsi sebagai organ sensorik untuk mendeteksi feromon inang dan bau bunga. Mata majemuknya sedang dan reniform, memberikan visi sudut lebar untuk menghindari predator burung, sementara ocelli absen. Mandibula kuat dan serrated untuk mengunyah polen pada dewasa, serta merobek mangsa pada larva; labium dan maxillae panjang untuk manipulasi makanan.

Thorax kuat dan memanjang, dengan *pronotum transversal* yang lebar dan berbentuk trapezoidal, berwarna hitam mengkilap dengan margin kuning pola aposemik khas genus Nemognatha. *Elytra* (sayap depan yang lunak) pendek dan tidak menutupi abdomen sepenuhnya, berwarna kuning cerah dengan garis hitam longitudinal, memungkinkan ekspansi abdomen saat istirahat dan penerbangan. Sayap belakang (alae) sepenuhnya berkembang, memungkinkan penerbangan aktif hingga 50-100 m untuk mencari bunga. Scutellum kecil dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan panjang, dengan femur dan tibia yang ramping; tarsus 5-semen dengan dua *claw* dan *pulvillus* pada permukaan bunga atau tanah. Pada larva triungulin, kaki berjalan panjang untuk mobilitas hipermetaboli menuju sarang inang.

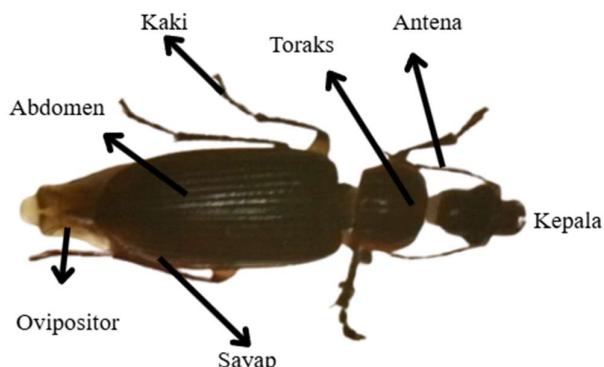
Abdomen fleksibel dan terdiri dari 8-9 segmen visible, dengan warna ventral yang lebih terang (kuning pucat) untuk respirasi dan oviposisi. Pada betina, abdomen membengkak saat gravid, dengan ovipositor pendek untuk meletakkan telur di tanah dekat sarang lebah; kapasitas telur mencapai 100-200 butir per siklus. Jantan memiliki tergit 9 yang modifikasi untuk kopulasi, dengan aedeagus sederhana. Telur berwarna putih kekuningan, diletakkan dalam lubang tanah. Larva memiliki abdomen memanjang dengan urogomphi pendek untuk pertahanan, dan tubuh berwarna abu-abu berbintik untuk kamuflase di substrat; pada tahap akhir, larva gemuk dan coarctate (terkepung) untuk pupasi.

Habitat *Nemognatha chrysomeloides* bersifat tropis dan semi-arid, dengan distribusi yang meluas melalui dispersi alami. Spesies ini mendiami padang rumput, tepi hutan kering, dan area bunga liar (seperti Asteraceae dan Fabaceae), di mana dewasa berkumpul untuk makan polen dan nektar, sementara larva parasitoid pada sarang lebah soliter (misalnya, Megachilidae) atau tawon. Preferensi habitatnya mencakup ketinggian 500-2000 m di atas permukaan laut, dengan iklim hangat (suhu 20-30°C dan kelembaban 40-60%) yang optimal untuk siklus hidup hipermetaboli (sekitar 1-2 bulan, dengan satu generasi per tahun). Di habitat ini, populasi dewasa sering terlihat di musim bunga (musim kering), sementara telur dan larva berkembang di tanah berpasir atau berbatu dekat vegetasi. Kepadatan populasi dapat mencapai 20-50 individu per meter persegi di area bunga melimpah, berkontribusi pada dinamika ekosistem sebagai predator alami lebah liar, meskipun dapat menjadi hama jika menyerang tanaman pertanian.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Coleoptera
Famili	: Meloidae
Genus	: <i>Nemognatha</i>
Spesies	: <i>Nemognatha chrysomeloides</i>

2. *Leistus spinibarbis*



Gambar 17. *Leistus spinibarbis*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Leistus spinibarbis, menurut Klessner *et al.*, (2022) menyatakan anggota famili Carabidae dalam ordo Coleoptera, merupakan kumbang tanah (*ground beetle*) yang berperan sebagai predator penting dalam ekosistem tanah. Spesies ini memangsa invertebrata kecil seperti cacing tanah, serangga lunak, dan nematoda, sehingga berkontribusi pada pengendalian hama alami dan dekomposisi organik. Morfologi Leistus spinibarbis mencerminkan adaptasi untuk kehidupan nocturnal di substrat lembab, dengan tubuh yang memanjang dan kuat untuk perburuan cepat dan penggalian. Variasi morfologi minor terlihat dalam ukuran antena dan pubescens antar populasi, yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kelembaban tanah dan ketersediaan mangsa.

Ukuran Leistus spinibarbis relatif sedang untuk kumbang Carabidae. Pada tahap dewasa, panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung abdomen) berkisar antara 10 hingga 13 mm, dengan lebar maksimal sekitar 3-4 mm di regio thorax. Jantan dan betina memiliki ukuran serupa, meskipun betina cenderung lebih robust untuk mendukung reproduksi. Bobot dewasa sekitar 20-40 mg, yang mendukung mobilitas tinggi di permukaan tanah. Stadium larva dapat mencapai panjang hingga 12-15 mm saat matang, dengan bentuk memanjang dan segmen yang jelas, sementara telur berukuran sangat kecil (panjang 0,8-1,2 mm) dan berbentuk oval.

Struktur tubuh L. spinibarbis terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi predatori. Kepala berbentuk prognathous (arah depan) dan relatif besar (lebar sekitar 1,5-2 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 11-segmen yang filiform dengan segmen basal yang lebih panjang, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendekripsi getaran mangsa dan kelembaban melalui chemoreceptor. Mata majemuknya sedang dan reniform, memberikan visi nocturnal yang baik untuk perburuan di kegelapan, sementara ocelli absen. Mandibula kuat dan falciform (berbentuk sabit), diadaptasi untuk merobek mangsa lunak; labium dan maxillae panjang untuk manipulasi makanan, dengan palpi yang sensitif.

Thorax kuat dan memanjang, dengan pronotum transversal yang lebar dan berbentuk subquadrate, berwarna hitam mengkilap dengan pubescens halus dan

spinibarbis (bulu berduri) khas pada margin—ciri diagnostik spesies ini. Elytra (sayap depan yang mengeras) panjang dan menutupi abdomen sepenuhnya, berwarna hitam dengan striae (garis) longitudinal yang dalam untuk kekuatan struktural, memungkinkan pergerakan cepat tanpa penerbangan. Sayap belakang (alae) rudimenter atau absen pada banyak individu, menunjukkan gaya hidup terrestrial yang dominan. Scutellum kecil dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan panjang, dengan femur dan tibia yang ramping; tarsus 5-segmen dengan dua claw dan empodia untuk grip pada tanah lembab atau serasah. Pada larva, thorax lunak dengan kaki berjalan sederhana dan proleg ventral untuk pergerakan melata.

Abdomen fleksibel dan terdiri dari 8 segmen visible, dengan warna ventral yang lebih terang (coklat kemerahan) untuk respirasi dan oviposisi. Pada betina, ovipositor pendek dan teleskopik digunakan untuk meletakkan telur di celah tanah; abdomen membengkak saat gravid, dengan kapasitas hingga 30-50 telur per siklus. Jantan memiliki tergit 9 yang modifikasi untuk kopulasi, dengan aedeagus sederhana. Telur berwarna putih kekuningan, diletakkan secara individual di substrat lembab. Larva memiliki abdomen memanjang dengan urogomphi (tonjolan ekor) pendek untuk pertahanan, dan tubuh berwarna coklat gelap berbintik untuk kamuflase di tanah.

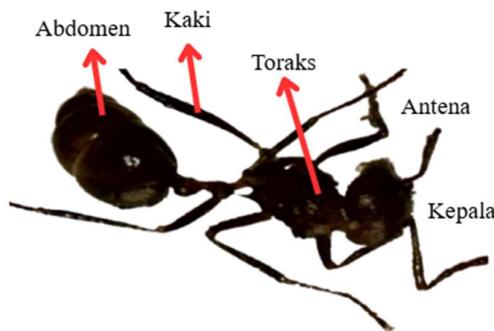
Habitat *Leistus spinibarbis* bersifat terrestrial dan lembab. Spesies ini mendiami hutan deciduous dan coniferous, tepi sungai, dan area tanah lembab di bawah serasah daun atau kayu busuk, di mana ia berburu mangsa nocturnal. Preferensi habitatnya mencakup ketinggian 0-1000 m di atas permukaan laut, dengan iklim temperata (suhu 5-20°C dan kelembaban 70-90%) yang optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 1-2 tahun, dengan overwintering sebagai larva atau dewasa). Di habitat ini, populasi aktif di malam hari, bersembunyi di bawah batu atau kulit pohon selama siang. Kepadatan populasi dapat mencapai 20-100 individu per meter persegi di mikrohabitat lembab, berkontribusi pada keanekaragaman hayati tanah dan pengendalian hama pertanian organik. Pada kondisi kering, spesies ini cenderung bermigrasi ke area lebih lembab.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda

Kelas	: Insecta
Ordo	: Coleoptera
Famili	: Carabidae
Genus	: <i>Leistus</i>
Spesies	: <i>Leistus spinibarbaris</i>

3. *Dolichoderus thoracicus*



Gambar 18. *Dolichoderus thoracicus*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Dolichoderus thoracicus berdasarkan pada Lin *et al.*, (2021) merupakan anggota famili Formicidae dalam ordo Hymenoptera, merupakan semut oportunist yang dikenal sebagai odorous house ant atau semut rumah berbau, karena produksi senyawa kimia volatil yang menimbulkan bau tidak sedap saat koloni terganggu. Spesies ini bersifat omnivora, memangsa serangga kecil, nektar, buah, dan sisa makanan manusia, sehingga sering menjadi hama rumah tangga di wilayah tropis. Morfologi *Dolichoderus thoracicus* mencerminkan adaptasi untuk kehidupan kolonial di lingkungan antropogenik dan alami, dengan struktur yang mendukung foraging efisien, pertahanan kimiawi, dan reproduksi massal. Variasi morfologi minor terlihat antar kasta (pekerja, ratu, jantan), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti nutrisi dan kelembaban.

Ukuran *Dolichoderus thoracicus* relatif kecil untuk semut Formicidae. Pada kasta pekerja (*worker*), panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung gaster) berkisar antara 2 hingga 3 mm, dengan lebar kepala sekitar 0,5-0,7 mm. Ratu (*queen*) lebih besar, mencapai 5-7 mm, sementara jantan (*male*) berukuran 3-4 mm, memberikan keuntungan untuk penerbangan nuptial. Bobot dewasa pekerja sekitar

1-2 mg, yang mendukung mobilitas tinggi dalam koloni besar (hingga ribuan individu). Stadium larva memanjang hingga 2-3 mm saat matang, sementara telur berukuran sangat kecil (panjang 0,3-0,5 mm) dan berbentuk oval. Pupasi (kepompong) panjang 1,5-2,5 mm, tergantung kasta.

Struktur tubuh *Dolichoderus thoracicus* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, *thorax*, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi kolonial. Kepala pekerja bulat dan kecil (lebar sekitar 0,5 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 12-semen yang filiform dengan klub 3-semen, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi feromon jejak, bau makanan, dan getaran melalui chemoreceptor. Mata majemuknya kecil dan ovoid, memberikan visi terbatas untuk navigasi di kegelapan sarang, sementara ocelli hadir hanya pada *alates* (bentuk bersayap). Mandibula kuat dan triangular untuk mengunyah mangsa atau membangun sarang; labium dan maxillae panjang untuk grooming dan minum cairan manis.

Thorax ramping dan menyatu tanpa cincin waist yang jelas (ciri famili Dolichoderinae), dengan pronotum dan mesonotum yang membentuk punggung halus berwarna hitam kecoklatan. Pada alates (ratu dan jantan muda), sayap depan dan belakang *hyalin* (transparan) dengan vena kuat, memungkinkan penerbangan nuptial massal; panjang sayap mencapai 3-5 mm. Scutellum kecil dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan panjang, dengan femur dan tibia yang ramping; tarsus 5-semen dengan dua claw dan arolium untuk adhesi pada permukaan vertikal seperti dinding rumah atau daun. Pada pekerja, kaki belakang sering digunakan untuk transportasi makanan, sementara pada ratu, thorax lebih robust untuk produksi telur.

Abdomen fleksibel dan terdiri dari gaster yang membesar (*postpetiole*), dengan petiolus 1-semen yang tipis, ciri diagnostik genus Dolichoderus. Warna ventral lebih terang (coklat kemerahan) untuk ventilasi dan pertahanan. Pada pekerja dan ratu, abdomen dilengkapi dengan kelenjar Dufour yang menghasilkan senyawa formic acid dan iridomyrmecin, yang disemprotkan sebagai pertahanan kimiawi saat terancam. Pada ratu, abdomen membengkak saat gravid, dengan ovipositor internal untuk meletakkan telur; kapasitas telur mencapai 100-200 butir per hari. Jantan memiliki paramera simetris dan aedeagus sederhana untuk kopulasi.

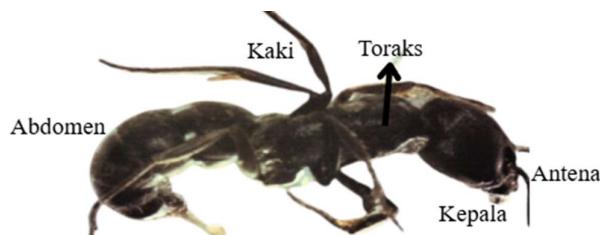
Telur berwarna putih kekuningan, diletakkan di ruang sarang lembab. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak, bergantung pada pekerja untuk pemberian makan trophallaxis.

Habitat *Dolichoderus thoracicus* bersifat tropis dan subtropis, terkonsentrasi di wilayah Indo-Pasifik seperti Asia Tenggara (Indonesia, Malaysia, Filipina), Australia, dan Pasifik Selatan, dengan distribusi yang meluas melalui perdagangan manusia. Spesies ini mendiami lingkungan antropogenik seperti rumah tangga, gudang, kebun, dan perkebunan, serta habitat alami seperti hutan hujan dan tepi sungai, di mana koloni membangun sarang di celah tanah, kayu busuk, atau di bawah batu. Preferensi habitatnya mencakup suhu hangat (25-35°C) dan kelembaban tinggi (60-80%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 4-6 minggu per generasi, dengan koloni poligini beberapa ratu). Di habitat ini, semut foraging di siang hari untuk sumber karbohidrat seperti madu embun atau sisa makanan, sementara sarang dapat mencapai 10.000 individu per koloni. Kepadatan populasi tinggi di area urban, menyebabkan kontaminasi makanan dan gigitan iritatif, meskipun berperan sebagai predator alami kutu daun di pertanian.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Hymenoptera
Famili	:	Formicidae
Genus	:	<i>Dolichoderus</i>
Spesies	:	<i>Dolichoderus thoracicus</i>

4. *Lasius fuliginosus*



Gambar 19. *Lasius fuliginosus*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Lasius fuliginosus, anggota famili Formicidae dalam ordo Hymenoptera, merupakan semut pohon hitam (*jet ant*) yang dikenal karena kemampuan membangun sarang besar di kayu dan pertahanan agresif dengan semprotan asam format. Spesies ini bersifat omnivora, memangsa serangga, afid, nektar, dan jamur, sehingga berperan sebagai pengendali hama alami di ekosistem hutan. Morfologi *Lasius fuliginosus* mencerminkan adaptasi untuk kehidupan arboreal dan kolonial, dengan struktur yang mendukung foraging vertikal, komunikasi feromonal, dan ekspansi koloni melalui budding. Variasi morfologi minor terlihat antar kasta (pekerja, ratu, jantan), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti nutrisi koloni dan kelembaban kayu.

Ukuran *Lasius fuliginosus* relatif sedang hingga besar untuk semut Formicidae. Pada kasta pekerja (*worker*), panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung gaster) berkisar antara 4 hingga 6 mm, dengan lebar kepala sekitar 0,8-1 mm. Ratu (*queen*) jauh lebih besar, mencapai 12-15 mm, sementara jantan (*male*) berukuran 6-8 mm, memberikan keuntungan untuk penerbangan nuptial jarak jauh. Bobot dewasa pekerja sekitar 3-5 mg, yang mendukung mobilitas tinggi dalam koloni raksasa (hingga 1 juta individu). Stadium larva memanjang hingga 4-5 mm saat matang, sementara telur berukuran sangat kecil (panjang 0,4-0,6 mm) dan berbentuk oval. Pupa (kepompong) panjang 3-4 mm, tergantung kasta, dan sering dibungkus oleh pekerja.

Struktur tubuh *Lasius fuliginosus* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi kolonial arboreal. Kepala pekerja bulat dan proporsional (lebar sekitar 0,8 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 12-semen yang filiform dengan klub 3-semen, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi feromon jejak, bau afid, dan getaran kayu melalui *hygroreceptor*. Mata majemuknya besar dan ovoid, memberikan visi sudut lebar untuk navigasi di kanopi pohon, sementara ocelli hadir pada alates (bentuk bersayap) untuk orientasi penerbangan. Mandibula kuat dan triangular untuk mengunyah kayu lunak atau mangsa; labium dan maxillae panjang untuk grooming dan trophallaxis (pertukaran makanan).

Thorax ramping dan menyatu dengan petiolus 2-segmen (node pertama bulat, kedua persegi), ciri diagnostik subfamili Formicinae dengan pronotum dan mesonotum yang membentuk punggung halus berwarna hitam mengkilap (*fuliginosus*). Pada alates, sayap depan dan belakang hyalin (transparan) dengan vena kuat dan stigma pterostigma gelap, memungkinkan penerbangan nuptial sinkron; panjang sayap mencapai 8-10 mm. *Scutellum* menonjol dan segitiga. Kaki-kakinya *cursorial* dan panjang, dengan *femur* dan *tibia* yang kuat; *tarsus* 5-segmen dengan dua *claw* dan *pulvillus* untuk adhesi pada kulit pohon atau daun. Pada pekerja, kaki depan sering digunakan untuk menggali terowongan di kayu, sementara pada ratu, *thorax* lebih *robust* untuk produksi telur berkelanjutan.

Abdomen fleksibel dan terdiri dari gaster yang membesar, dengan warna hitam pekat di seluruh segmen untuk kamuflase di kayu gelap. Pada pekerja dan ratu, abdomen dilengkapi dengan kelenjar format yang menghasilkan asam format *volatile*, disemprotkan melalui *nozzle* untuk pertahanan terhadap predator seperti burung atau tawon. Pada ratu, abdomen membengkak saat *gravid*, dengan ovipositor internal untuk meletakkan telur; kapasitas telur mencapai 50-100 butir per hari, mendukung pertumbuhan koloni. Jantan memiliki paramera simetris dan aedeagus sederhana untuk kopulasi. Telur berwarna putih kekuningan, diletakkan di kamar sarang lembab. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak, bergantung pada pekerja untuk pemberian makan dan kebersihan.

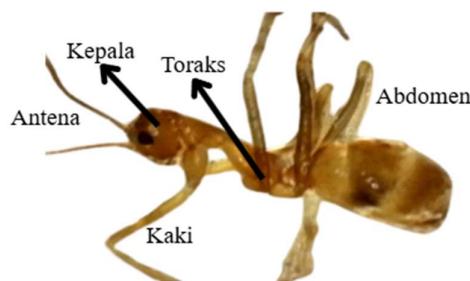
Habitat *Lasius fuliginosus* menurut Novgorodova (2021) bersifat temperata dan arboreal, terkonsentrasi di wilayah Palearktik seperti Eropa Barat dan Tengah (Prancis, Jerman, Inggris, Polandia), dengan distribusi yang meluas ke Asia Barat. Spesies ini mendiami hutan deciduous dan campuran, taman kota, dan kebun, di mana koloni membangun sarang besar (diameter hingga 2 meter) di kayu mati atau hidup (seperti pohon ek, beech, atau willow), sering menyebabkan kerusakan struktural. Preferensi habitatnya mencakup suhu sedang (15-25°C) dan kelembaban tinggi (70-90%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 6-8 minggu per generasi, dengan koloni monogini satu ratu utama). Di habitat ini, semut foraging di siang hari melalui terowongan kayu dan jejak feromonal, memelihara afid untuk madu embun sebagai sumber utama karbohidrat. Kepadatan populasi dapat mencapai 500.000-1 juta individu per sarang, berkontribusi pada aerasi tanah dan

pengendalian hama serangga, meskipun dapat menjadi hama urban jika menyerang bangunan kayu.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Hymenoptera
Famili	:	Formicidae
Genus	:	<i>Lasius</i>
Spesies	:	<i>Lasius fuliginosus</i>

5. *Monomirium pharaonis*



Gambar 20. *Monomorium peraonis*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Monomorium pharaonis, anggota famili Formicidae dalam ordo Hymenoptera, merupakan semut firaun yang dikenal sebagai hama invasif global karena kemampuan penyebaran cepat melalui perdagangan makanan dan transportasi. Spesies ini bersifat omnivora, memakan sisa makanan manusia, lemak, dan serangga mati, sehingga sering mengkontaminasi lingkungan rumah tangga dan fasilitas kesehatan. Morfologi *Monomorium pharaonis* beradaptasi untuk kehidupan kolonial di habitat antropogenik, dengan struktur yang mendukung foraging halus, reproduksi tinggi, dan pertahanan non-kimiawi. Variasi morfologi minor terlihat antar kasta (pekerja, ratu, jantan), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti ketersediaan nutrisi dan kepadatan koloni.

Ukuran *Monomorium pharaonis* relatif sangat kecil untuk semut Formicidae. Pada kasta pekerja (worker), panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung gaster) berkisar antara 1,5 hingga 2 mm, dengan lebar kepala sekitar 0,3-0,4 mm. Ratu (queen) lebih besar, mencapai 3-4 mm, sementara jantan (male) berukuran 2,5-3 mm, memberikan keuntungan untuk penerbangan nuptial singkat. Bobot dewasa pekerja sekitar 0,5-1 mg, yang mendukung mobilitas tinggi dalam koloni superkoloni (hingga jutaan individu). Stadium larva memanjang hingga 1-1,5 mm saat matang, sementara telur berukuran sangat kecil (panjang 0,2-0,3 mm) dan berbentuk oval. Pupasi (kepompong) panjang 1-1,5 mm, tergantung kasta, dan sering terlindung di sarang.

Struktur tubuh *Monomorium pharaonis* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi kolonial invasif. Kepala pekerja bulat dan mungil (lebar sekitar 0,3 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 12-segmen yang filiform dengan klub 2-segmen, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi feromon jejak, bau makanan, dan getaran melalui *olfaktoreceptor*. Mata majemuknya kecil dan ovoid, memberikan visi terbatas untuk navigasi di celah sempit, sementara ocelli hadir pada *alates* (bentuk bersayap) untuk orientasi cahaya. Mandibula kecil dan triangular untuk mengunyah partikel makanan halus atau melukai kompetitor; labium dan maxillae pendek untuk grooming dan minum cairan.

Thorax ramping dan menyatu dengan petiolus 2-segmen (node pertama bulat, kedua persegi panjang) ciri diagnostik genus Monomorium dengan promotum dan mesonotum yang membentuk punggung halus berwarna kuning kecoklatan. Pada alates, sayap depan dan belakang hyalin (transparan) dengan vena sederhana, memungkinkan penerbangan nuptial indoor, panjang sayap mencapai 1,5-2 mm. Scutellum kecil dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan pendek, dengan femur dan tibia yang ramping; tarsus 5-segmen dengan dua claw dan arolium untuk adhesi pada permukaan licin seperti meja dapur atau dinding. Pada pekerja, kaki depan digunakan untuk transportasi makanan kecil, sementara pada ratu, thorax lebih robust untuk produksi telur kontinu.

Abdomen fleksibel dan terdiri dari gaster yang halus tanpa kelenjar beracun (tidak seperti Formicinae), dengan warna ventral yang lebih terang (kuning pucat)

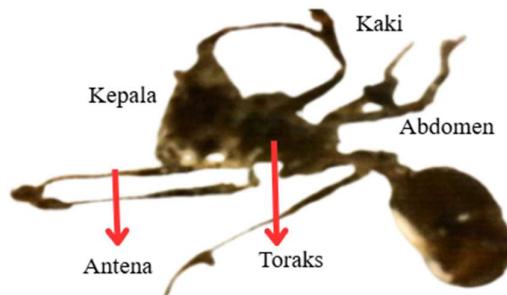
untuk ventilasi. Spesies ini tidak memiliki sengat, melainkan mengandalkan mandibula untuk pertahanan dan rekruitmen melalui alarm feromon. Pada ratu, abdomen membengkak saat gravid, dengan ovipositor internal untuk meletakkan telur; kapasitas telur mencapai 20-50 butir per hari, mendukung koloni poligini (banyak ratu). Jantan memiliki paramera simetris dan aedeagus sederhana untuk kopulasi. Telur berwarna putih kekuningan, diletakkan di ruang sarang hangat. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak, bergantung pada pekerja untuk trophallaxis dan kebersihan koloni.

Habitat *Monomorium pharaonis* menurut Eichler (2019) bersifat kosmopolitan dan urban, berasal dari wilayah Afrika Utara dan Mediterania, dengan distribusi global melalui impor makanan (ditemukan di Amerika, Eropa, Asia, dan Australia). Spesies ini mendiami lingkungan antropogenik seperti rumah tangga, restoran, rumah sakit, dan gudang, di mana koloni membangun sarang kecil di celah dinding, di balik wallpaper, atau dekat sumber air dan makanan. Preferensi habitatnya mencakup suhu hangat (20-30°C) dan kelembaban tinggi (50-70%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 4-6 minggu per generasi, dengan koloni poligini yang ekspansif). Di habitat ini, semut foraging di siang dan malam untuk sumber protein dan karbohidrat, sering membentuk jejak feromon panjang. Kepadatan populasi dapat mencapai 10.000-100.000 individu per sarang, menyebabkan kontaminasi makanan dan penularan patogen seperti *Salmonella*, meskipun berperan sebagai pembersih sisa organik di lingkungan urban.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Hymenoptera
Famili	: Formicidae
Genus	: <i>Monomorium</i>
Spesies	: <i>Monomorium pharaonis</i>

6. *Solenopsis geminata*



Gambar 21. *Solenopsis geminata*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Solenopsis geminata anggota famili Formicidae dalam ordo Hymenoptera, merupakan semut api tropis (*tropical fire ant*) yang dikenal karena sengatannya yang menyakitkan dan kemampuan invasifnya yang tinggi, menyebabkan kerugian ekologis dan ekonomi di wilayah non-asal. Spesies ini bersifat omnivora, memangsa serangga, biji-bijian, dan sisa makanan, sehingga berperan sebagai predator alami sekaligus hama pertanian. Morfologi *Solenopsis geminata* mencerminkan adaptasi untuk kehidupan kolonial di substrat terbuka, dengan struktur yang agresif, pertahanan melalui sengat, dan reproduksi massal. Variasi morfologi minor terlihat antar kasta (pekerja minor/major, ratu, jantan), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu dan ketersediaan nutrisi.

Ukuran *Solenopsis geminata* relatif kecil hingga sedang untuk semut Formicidae. Pada kasta pekerja minor (*small worker*), panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung gaster) berkisar antara 2 hingga 3 mm, sementara pekerja major (*large worker*) mencapai 4-5 mm, dengan lebar kepala sekitar 0,4-0,8 mm. Ratu (*queen*) lebih besar, mencapai 7-9 mm, dan jantan (*male*) berukuran 4-6 mm, memberikan keuntungan untuk penerbangan nuptial. Bobot dewasa pekerja sekitar 1-3 mg, yang mendukung mobilitas tinggi dalam koloni besar (hingga 100.000-500.000 individu). Stadium larva memanjang hingga 3-4 mm saat matang, sementara telur berukuran sangat kecil (panjang 0,3-0,5 mm) dan berbentuk oval. Pupasi (kepompong) panjang 2-4 mm, tergantung kasta, dan sering dibungkus oleh pekerja untuk perlindungan.

Struktur tubuh *Solenopsis geminata* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi kolonial invasif. Kepala pekerja bulat dan proporsional (lebar sekitar 0,4-0,8 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 12-segmen yang filiform dengan klub 2-segmen, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi feromon jejak, bau mangsa, dan getaran melalui olfaktoreceptor. Mata majemuknya sedang dan ovoid, memberikan visi sudut lebar untuk pertahanan koloni, sementara ocelli hadir pada alates (bentuk bersayap) untuk orientasi penerbangan. Mandibula kuat dan triangular, dengan gigi tajam untuk mengunyah mangsa atau menggali sarang; labium dan maxillae panjang untuk grooming dan trophallaxis.

Thorax ramping dan menyatu dengan petiolus 2-segmen (node pertama bulat, kedua persegi) ciri diagnostik subfamili Myrmicinae dengan pronotum dan mesonotum yang membentuk punggung halus berwarna merah kecoklatan (*geminata*). Pada alates, sayap depan dan belakang hyalin (transparan) dengan vena kuat, memungkinkan penerbangan nuptial massal; panjang sayap mencapai 5-7 mm. Scutellum kecil dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan panjang, dengan femur dan tibia yang kuat; tarsus 5-segmen dengan dua claw dan pulvillus untuk adhesi pada tanah berpasir atau vegetasi. Pada pekerja major, mandibula dan kaki lebih robust untuk pertahanan, sementara pada ratu, thorax lebih tebal untuk produksi telur.

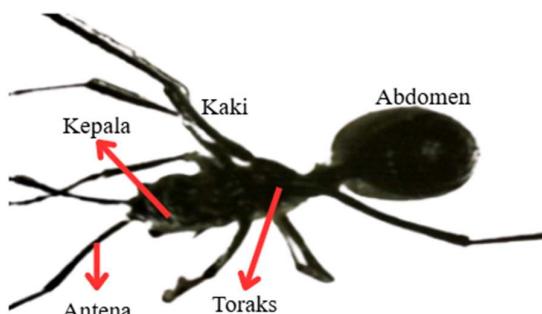
Abdomen yang fleksibel dan terdiri dari gaster yang membesar, dengan warna ventral yang lebih gelap (hitam) untuk kamuflase di tanah. Pada semua kasta non-jantan, abdomen dilengkapi dengan sengat (stinger) yang panjang (sekitar 0,5 mm) dan beracun, digunakan untuk injeksi alkaloid seperti solenopsin yang menyebabkan rasa terbakar; kelenjar venom menghasilkan racun untuk pertahanan dan subjugasi mangsa. Pada ratu, abdomen membengkak saat gravid, dengan ovipositor internal untuk meletakkan telur; kapasitas telur mencapai 100-200 butir per hari, mendukung koloni monogini atau poligini. Jantan memiliki paramera simetris dan aedeagus sederhana untuk kopulasi. Telur berwarna putih kekuningan, diletakkan di kamar sarang. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak, bergantung pada pekerja untuk pemberian makan dan ventilasi sarang.

Habitat *Solenopsis geminata* pada Lee et al., (2021) tropis dan subtropis, berasal dari Amerika Tengah dan Selatan, dengan distribusi invasif global ke Asia, Australia, dan Pasifik melalui perdagangan tanaman. Spesies ini mendiami area terbuka seperti padang rumput, perkebunan, taman, dan tepi hutan, di mana koloni membangun sarang berongga di tanah berpasir atau berlumpur, sering dengan cerobong tanah (*mound*) hingga 30 cm tinggi. Preferensi habitatnya mencakup suhu hangat (25-35°C) dan kelembaban sedang (40-70%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 4-6 minggu per generasi, dengan beberapa generasi per tahun). Di habitat ini, semut foraging di siang hari untuk protein dan karbohidrat, membentuk jejak feromonal dan menyerang secara massal. Kepadatan populasi dapat mencapai 1.000-10.000 individu per sarang, menyebabkan penurunan biodiversitas melalui kompetisi dan predasi, serta kerugian pertanian hingga miliaran dolar akibat serangan pada tanaman dan ternak.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Hymenoptera
Famili	:	Formicidae
Genus	:	<i>Solenopsis</i>
Spesies	:	<i>Solenopsis geminata</i>

7. *Polyrhachis armata*



Gambar 22. *Polyrhachis armata*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Polyrhachis armata menurut Sangtam *et al.*, (2025) anggota famili Formicidae dalam ordo Hymenoptera, sering disebut sebagai semut berduri (*spiny ant*) yang dikenal karena struktur pertahanan fisiknya yang unik, berfungsi sebagai penghalang mekanis terhadap predator. Spesies ini bersifat omnivora, memakan nektar, serangga kecil, dan madu embun dari afid, sehingga berperan sebagai polinator sekunder dan predator di kanopi hutan. Morfologi *Polyrhachis armata* berdasarkan pernyataan dari Sangtam *et al.*, (2025) mencerminkan adaptasi untuk kehidupan arboreal di lingkungan tropis, dengan duri dan pubescens yang mendukung pertahanan pasif, foraging vertikal, dan koloni teritorial. Variasi morfologi minor terlihat antar kasta (pekerja, ratu, jantan), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kelembaban kanopi dan ketersediaan sumber makanan.

Ukuran *Polyrhachis armata* relatif sedang hingga besar untuk semut Formicinae. Pada kasta pekerja (*worker*), panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung gaster) berkisar antara 5 hingga 7 mm, dengan lebar kepala sekitar 1-1,2 mm. Ratu (*queen*) lebih besar, mencapai 10-12 mm, sementara jantan (*male*) berukuran 6-8 mm, memberikan keuntungan untuk penerbangan nuptial di kanopi. Bobot dewasa pekerja sekitar 4-6 mg, yang mendukung mobilitas tinggi dalam koloni sedang (hingga 5.000-10.000 individu). Stadium larva memanjang hingga 4-5 mm saat matang, sementara telur berukuran kecil (panjang 0,5-0,7 mm) dan berbentuk oval. Pupasi (kepompong) panjang 3-5 mm, tergantung kasta, dan sering dilindungi di sarang vegetasi.

Struktur tubuh *Polyrhachis armata* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi kolonial arboreal. Kepala pekerja bulat dan proporsional (lebar sekitar 1 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 12-semen yang filiform dengan klub 3-semen, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendekripsi feromon jejak, bau nektar, dan getaran daun melalui *hygroreceptor*. Mata majemuknya besar dan ovoid, memberikan visi sudut lebar untuk navigasi di kanopi bercahaya redup, sementara ocelli hadir pada *alates* (bentuk bersayap) untuk orientasi fototaktik. Mandibula kuat dan triangular untuk mengunyah mangsa lunak atau memotong serat tanaman; labium dan maxillae panjang untuk grooming dan ekstraksi cairan manis.

Thorax robust dan menyatu dengan petiolus 2-segmen (node pertama bulat, kedua persegi panjang) ciri diagnostik genus *Polyrhachis* dengan pro- dan mesonotum yang dilengkapi duri panjang (sekitar 1-2 mm) dan berduri (armata), berwarna hitam mengkilap untuk pertahanan mekanis terhadap burung dan laba-laba. Pada alates, sayap depan dan belakang hyalin (transparan) dengan vena kuat dan hamuli untuk penerbangan stabil; panjang sayap mencapai 7-9 mm. Scutellum menonjol dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan panjang, dengan femur dan tibia yang kuat serta berbulu; tarsus 5-segmen dengan dua claw dan pulvillus untuk adhesi pada daun licin atau ranting. Pada pekerja, kaki tengah sering digunakan untuk bridging (menghubungkan antar daun), sementara pada ratu, thorax lebih tebal untuk produksi telur.

Abdomen fleksibel dan terdiri dari gaster yang halus dengan pubescens halus, berwarna hitam pekat di seluruh segmen untuk kamuflase di vegetasi gelap. Pada pekerja dan ratu, abdomen dilengkapi dengan kelenjar format yang menghasilkan asam format, disemprotkan melalui *nozzle* untuk pertahanan kimiawi tambahan terhadap invader. Pada ratu, abdomen membengkak saat gravid, dengan ovipositor internal untuk meletakkan telur; kapasitas telur mencapai 50-100 butir per hari, mendukung koloni monogini. Jantan memiliki paramera simetris dan aedeagus sederhana untuk kopulasi. Telur berwarna putih kekuningan, diletakkan di kamar sarang daun. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak, bergantung pada pekerja untuk trophallaxis dan perlindungan dari hujan.

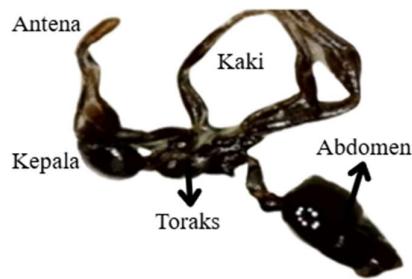
Habitat *Polyrhachis armata* bersifat tropis dan arboreal, terkonsentrasi di wilayah Asia Tenggara seperti Indonesia, Malaysia, Thailand, dan Filipina, dengan distribusi yang terbatas pada hutan primer dan sekunder. Spesies ini mendiami kanopi hutan hujan, tepi sungai, dan vegetasi semak, di mana koloni membangun sarang karton dari serat daun dan resin, sering tergantung di ranting atau daun lebar. Preferensi habitatnya mencakup suhu hangat (25-32°C) dan kelembaban tinggi (80-95%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 6-8 minggu per generasi, dengan satu hingga dua generasi per tahun). Di habitat ini, semut foraging di siang hari melalui jejak feromonal di daun, memelihara afid untuk madu embun sebagai sumber utama karbohidrat. Kepadatan populasi dapat mencapai 500-2.000 individu per sarang,

berkontribusi pada keanekaragaman hayati kanopi melalui predasi dan polinasi, meskipun rentan terhadap deforestasi yang mengurangi habitat arboreal.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Hymenoptera
Famili	:	Formicidae
Genus	:	<i>Polyrhachis</i>
Spesies	:	<i>Polyrhachis armata</i>

8. *Chelaner edentatus*



Gambar 23. *Chelaner edentatus*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Chelaner edentatus menurut Spark *et al.*, (2019) merupakan anggota famili Formicidae dalam ordo Hymenoptera, merupakan semut tanah kecil (*meat ant* atau *jack jumper ant*) yang dikenal karena perilaku foraging di substrat kering dan kemampuan bertahan di lingkungan arid. Spesies ini bersifat omnivora, memakan serangga mati, biji-bijian, dan nektar, sehingga berperan sebagai dekomposer dan predator sekunder di ekosistem semi-kering. Morfologi *Chelaner edentatus* mencerminkan adaptasi untuk kehidupan terrestrial di tanah berpasir, dengan struktur yang mendukung penggalian sarang, pertahanan melalui mandibula, dan koloni territorial. Variasi morfologi minor terlihat antar kasta (pekerja minor/major, ratu, jantan), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kekeringan dan ketersediaan air.

Ukuran *Chelaner edentatus* relatif sangat kecil untuk semut Myrmicinae. Pada kasta pekerja minor (*small worker*), panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung gaster) berkisar antara 1,5 hingga 2,5 mm, sementara pekerja major (*large worker*) mencapai 3-4 mm, dengan lebar kepala sekitar 0,3-0,6 mm. Ratu (*queen*) lebih besar, mencapai 5-6 mm, dan jantan (*male*) berukuran 3-4 mm, memberikan keuntungan untuk penerbangan nuptial musiman. Bobot dewasa pekerja sekitar 0,5-1,5 mg, yang mendukung mobilitas tinggi dalam koloni sedang (hingga 10.000-50.000 individu). Stadium larva memanjang hingga 2-3 mm saat matang, sementara telur berukuran sangat kecil (panjang 0,2-0,4 mm) dan berbentuk oval. Pupasi (kepompong) panjang 1,5-2,5 mm, tergantung kasta, dan sering terlindung di galeri tanah.

Struktur tubuh *Chelaner edentatus* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi kolonial di lingkungan kering. Kepala pekerja bulat dan mungil (lebar sekitar 0,3-0,6 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 12-segmen yang filiform dengan klub 2-segmen, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi feromon jejak, bau makanan, dan kelembaban tanah melalui hygroreceptor. Mata majemuknya kecil dan ovoid, memberikan visi terbatas untuk navigasi di permukaan tanah, sementara ocelli hadir pada alates (bentuk bersayap) untuk orientasi cahaya. Mandibula kecil tapi tajam dan triangular, diadaptasi untuk mengunyah biji atau mangsa lunak; labium dan maxillae pendek untuk grooming dan ekstraksi cairan.

Thorax ramping dan menyatu dengan petiolus 2-segmen (node pertama bulat, kedua persegi panjang, tanpa duri) ciri diagnostik genus Chelaner dengan pronotum dan mesonotum yang membentuk punggung halus berwarna coklat kemerahan. Pada alates, sayap depan dan belakang hyalin (transparan) dengan vena sederhana, memungkinkan penerbangan nuptial singkat; panjang sayap mencapai 2-3 mm. Scutellum kecil dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan pendek, dengan femur dan tibia yang ramping; tarsus 5-segmen dengan dua claw dan arolium untuk adhesi pada pasir longgar. Pada pekerja major, mandibula dan kaki lebih kuat untuk penggalian, sementara pada ratu, thorax lebih robust untuk produksi telur.

Abdomen fleksibel dan terdiri dari gaster yang halus tanpa sengat kuat (mengandalkan mandibula untuk pertahanan), dengan warna ventral yang lebih

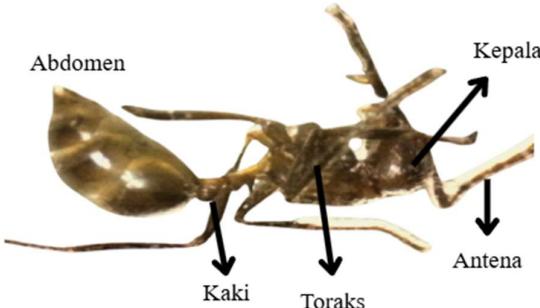
terang (kuning pucat) untuk ventilasi di sarang panas. Pada pekerja dan ratu, abdomen dilengkapi dengan kelenjar alkalaoid ringan untuk alarm feromon, meskipun tidak venomous seperti saudaranya *Solenopsis*. Pada ratu, abdomen membengkak saat gravid, dengan ovipositor internal untuk meletakkan telur; kapasitas telur mencapai 20-50 butir per hari, mendukung koloni monogini. Jantan memiliki paramera simetris dan aedeagus sederhana untuk kopulasi. Telur berwarna putih kekuningan, diletakkan di galeri lembab. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak, bergantung pada pekerja untuk trophallaxis dan pengaturan suhu sarang.

Habitat *Chelaner edentatus* bersifat arid dan semi-arid, terkonsentrasi di wilayah Australia (terutama *New South Wales*, *Queensland*, dan *Western Australia*), dengan distribusi yang terbatas pada zona temperata kering. Spesies ini mendiami tanah berpasir, padang rumput, tepi hutan eukaliptus, dan area urban seperti taman, di mana koloni membangun sarang galeri dangkal (hingga 20-30 cm dalam) tanpa cerobong mencolok. Preferensi habitatnya mencakup suhu hangat (20-35°C) dan kelembaban rendah (20-50%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 4-6 minggu per generasi, dengan overwintering sebagai dewasa). Di habitat ini, semut foraging di siang hari untuk sumber protein dan karbohidrat, membentuk jejak feromonal di permukaan tanah. Kepadatan populasi dapat mencapai 1.000-5.000 individu per sarang, berkontribusi pada aerasi tanah dan pengendalian hama serangga kecil, meskipun dapat menjadi hama minor di pertanian kering akibat kompetisi dengan spesies asli.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Hymenoptera
Famili	: Formicidae
Genus	: <i>Chelaner</i>
Spesies	: <i>Chelaner edentatus</i>

9. *Camponotus festinus*



Gambar 24. *Camponotus festinus*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Camponotus festinatus anggota famili Formicidae dalam ordo Hymenoptera, merupakan semut kayu yang dikenal karena kemampuan menggali sarang di kayu lunak dan perilaku berburu makan yang cepat (*festinatus*, berarti "cepat"). Menurut pernyataan Goodisman *et al.*, (2005) spesies ini bersifat omnivora, memakan serangga, nektar, dan jamur, sehingga berperan sebagai dekomposer kayu dan predator di ekosistem hutan. Morfologi *Camponotus festinatus* beradaptasi pada lingkungan semi-arboreal di substrat kayu, dengan struktur yang mendukung penggalian, pertahanan melalui semprotan asam, dan koloni terstruktur. Variasi morfologi minor terlihat antar kasta (pekerja minor/major, ratu, jantan), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kelembaban kayu dan ketersediaan nutrisi.

Ukuran *Camponotus festinatus* relatif besar untuk semut Formicinae. Pada kasta pekerja minor (*small worker*), panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung gaster) berkisar antara 4 hingga 6 mm, sementara pekerja major (*large worker*) mencapai 8-12 mm, dengan lebar kepala sekitar 0,8-1,5 mm. Ratu (*queen*) jauh lebih besar, mencapai 15-18 mm, dan jantan (*male*) berukuran 7-10 mm, memberikan keuntungan untuk penerbangan nuptial jarak jauh. Bobot dewasa pekerja major sekitar 10-20 mg, yang mendukung kekuatan penggalian dalam koloni besar (hingga 10.000-50.000 individu). Stadium larva memanjang hingga 6-8 mm saat matang, sementara telur berukuran kecil (panjang 0,6-0,8 mm) dan berbentuk oval. Pupasi (kepompong) panjang 5-10 mm, tergantung kasta, dan sering dibungkus oleh pekerja di galeri kayu.

Struktur tubuh *Camponotus festinatus* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi kolonial di kayu. Kepala pekerja bulat dan proporsional (lebar sekitar 0,8-1,5 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 12-segmen yang filiform dengan klub 3-segmen, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendekripsi feromon jejak, bau jamur, dan getaran kayu melalui chemoreceptor. Mata majemuknya besar dan ovoid, memberikan sudut lebar untuk navigasi di terowongan gelap, sementara ocelli hadir pada alates (bentuk bersayap) untuk orientasi penerbangan. Mandibula kuat dan triangular dengan gigi tajam, diadaptasi untuk menggali serat kayu atau merobek mangsa; labium dan maxillae panjang untuk grooming dan trophallaxis.

Thorax robust dan menyatu dengan petiolus 1-segmen (node bulat dan tebal) ciri subfamili Formicinae dengan pronotum dan mesonotum yang membentuk punggung halus berwarna hitam mengkilap (*festinatus*). Pada alates, sayap depan dan belakang hyalin (transparan) dengan vena kuat dan stigma pterostigma gelap, memungkinkan penerbangan nuptial musiman; panjang sayap mencapai 10-15 mm. Scutellum menonjol dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan panjang, dengan femur dan tibia yang kuat serta berbulu; tarsus 5-segmen dengan dua claw dan pulvillus untuk adhesi pada permukaan kayu kasar. Pada pekerja major, mandibula dan kaki lebih besar untuk penggalian utama, sementara pada ratu, thorax lebih tebal untuk produksi telur berkelanjutan.

Abdomen yang fleksibel dan terdiri dari gaster yang membesar, dengan warna ventral yang lebih terang (coklat kemerahan) untuk ventilasi di sarang lembab. Pada pekerja dan ratu, abdomen dilengkapi dengan kelenjar format yang menghasilkan asam format volatil, disemprotkan melalui nozzle untuk pertahanan terhadap predator seperti tawon atau burung. Pada ratu, abdomen membengkak saat gravid, dengan ovipositor internal untuk meletakkan telur; kapasitas telur mencapai 50-100 butir per hari, mendukung koloni monogini. Jantan memiliki paramera simetris dan aedeagus sederhana untuk kopulasi. Telur berwarna putih kekuningan, diletakkan di kamar sarang kayu. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak, bergantung pada pekerja untuk pemberian makan dan pengaturan kelembaban.

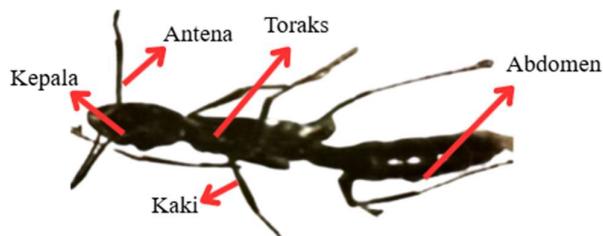
Habitat *Camponotus festinatus* bersifat subtropis dan temperata, terkonsentrasi di wilayah Amerika Selatan seperti Brasil, Argentina, dan Uruguay,

dengan distribusi yang meluas ke hutan sekunder dan area urban. Spesies ini mendiami kayu mati atau lunak (seperti pohon akasia atau kayu buatan), taman, dan tepi hutan, di mana koloni membangun sarang galeri ekstensif (hingga 1-2 m panjang) di dalam batang pohon atau balok kayu. Preferensi habitatnya mencakup suhu sedang (18-28°C) dan kelembaban tinggi (60-80%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 8-10 minggu per generasi, dengan overwintering sebagai larva atau pupa). Di habitat ini, semut foraging di malam hari melalui terowongan kayu dan jejak feromonal, memanfaatkan jamur sebagai sumber makanan utama. Kepadatan populasi dapat mencapai 5.000-20.000 individu per sarang, berkontribusi pada dekomposisi kayu dan aerasi substrat, meskipun dapat menjadi hama struktural di bangunan kayu dengan menyebabkan kerusakan.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Hymenoptera
Famili	: Formicidae
Genus	: <i>Componotus</i>
Spesies	: <i>Componotus festinus</i>

10. *Odontoponera denticulata*



Gambar 25. *Odontoponera denticulata*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Odontoponera denticulata anggota famili Formicidae dalam ordo Hymenoptera, merupakan semut ponerin (*ponerine ant*) yang dikenal sebagai semut trap-jaw karena mandibulanya yang kuat dan mekanisme penutupan cepat untuk

menangkap mangsa. Spesies ini bersifat karnivora, memangsa serangga besar seperti kumbang dan laba-laba, sehingga berperan sebagai predator apex di litter hutan. Morfologi *Odontoponera denticulata* menurut Hazarika dan Khanikor (2021) bahwa adaptasi untuk kehidupan terrestrial soliternya (koloni kecil), dengan struktur yang mendukung perburuan aktif, pertahanan melalui sengat, dan navigasi di substrat lembab. Variasi morfologi minor terlihat antar kasta (pekerja, ratu, jantan), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kelembaban tanah dan ketersediaan mangsa.

Ukuran *Odontoponera denticulata* relatif besar untuk semut Ponerinae. Pada kasta pekerja (worker), panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung gaster) berkisar antara 8 hingga 12 mm, dengan lebar kepala sekitar 1,5-2 mm. Ratu (queen) lebih besar, mencapai 14-16 mm, sementara jantan (male) berukuran 10-12 mm, memberikan keuntungan untuk penerbangan nuptial. Bobot dewasa pekerja sekitar 15-25 mg, yang mendukung kekuatan perburuan dalam koloni kecil (hingga 100-500 individu). Stadium larva memanjang hingga 7-9 mm saat matang, sementara telur berukuran sedang (panjang 0,8-1 mm) dan berbentuk oval. Pupasi (kepompong) panjang 6-10 mm, tergantung kasta, dan sering terlindung di sarang tanah.

Struktur tubuh *Odontoponera denticulata* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi kolonial predator. Kepala pekerja besar dan prognathous (maju ke depan, lebar sekitar 1,5-2 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 12-segmen yang filiform tanpa klub jelas, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi getaran mangsa, feromon, dan bau melalui *mechanoreceptor*. Mata majemuknya sedang dan ovoid, memberikan visi stereoskopik untuk perburuan akurat, sementara ocelli hadir pada alates (bentuk bersayap) untuk orientasi penerbangan. Mandibula sangat khas: panjang, triangular dengan gigi dentikulat (*denticulata*) dan mekanisme trap-jaw yang menutup dengan kecepatan hingga 140 km/jam untuk menangkap mangsa; labium dan maxillae panjang untuk manipulasi makanan.

Thorax robust dan menyatu dengan petiolus 2-segmen (node pertama bulat, kedua persegi panjang) ciri subfamili Ponerinae dengan pronotum dan mesonotum yang membentuk punggung halus berwarna hitam mengkilap. Pada alates, sayap

depan dan belakang hyalin (transparan) dengan vena kuat dan hamuli, memungkinkan penerbangan nuptial nocturnal; panjang sayap mencapai 12-15 mm. Scutellum menonjol dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan panjang, dengan femur dan tibia yang kuat serta berotot; tarsus 5-segmen dengan dua claw besar dan pulvillus untuk adhesi pada litter basah atau tanah licin. Pada pekerja, kaki depan digunakan untuk menggali sarang sementara, sementara pada ratu, thorax lebih tebal untuk produksi telur.

Abdomen fleksibel dan terdiri dari gaster yang membesar dengan constrictio kuat, berwarna hitam pekat di seluruh segmen untuk kamuflase di litter gelap. Pada pekerja dan ratu, abdomen dilengkapi dengan sengat panjang (sekitar 2-3 mm) dan beracun, digunakan untuk injeksi peptida neurotoxin yang melumpuhkan mangsa; kelenjar venom menghasilkan racun potent untuk pertahanan dan perburuan. Pada ratu, abdomen membengkak saat gravid, dengan ovipositor internal untuk meletakkan telur; kapasitas telur mencapai 10-20 butir per hari, mendukung koloni monogini. Jantan memiliki paramera simetris dan aedeagus sederhana untuk kopulasi. Telur berwarna putih kekuningan, diletakkan di kamar sarang lembab. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak, bergantung pada pekerja untuk pemberian makan regurgitasi.

Habitat *Odontoponera denticulata* bersifat tropis dan terrestrial, terkonsentrasi di wilayah Asia Tenggara seperti India, Myanmar, Thailand, dan Indonesia (Sumatra, Borneo), dengan distribusi yang terbatas pada hutan hujan primer. Spesies ini mendiami litter daun, tanah lembab di bawah log kayu busuk, dan tepi sungai, di mana koloni membangun sarang galeri sederhana (hingga 20-30 cm dalam) tanpa cerobong. Preferensi habitatnya mencakup suhu hangat (25-30°C) dan kelembaban tinggi (80-95%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 8-12 minggu per generasi, dengan aktivitas nokturnal). Di habitat ini, semut perburuan secara individu atau kelompok kecil menggunakan mandibula trap-jaw, membentuk jejak feromonal minimal. Kepadatan populasi rendah (50-200 individu per sarang), berkontribusi pada pengendalian populasi serangga litter melalui predasi, meskipun rentan terhadap fragmentasi hutan yang mengurangi litter lembab.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Hymenoptera
Famili	: Formicidae
Genus	: <i>Odontoponera</i>
Spesies	: <i>Odontoponera denticulata</i>

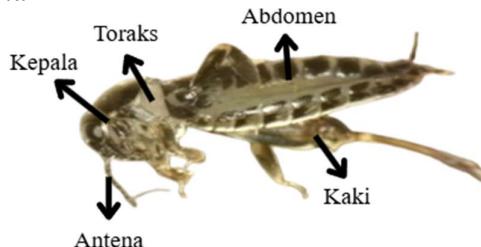
4.4.3 Serangga Dekomposer

Serangga ordo coleoptera selain sebagai predator juga sebagian berperan sebagai dekomposer, yaitu dari famili carabidae (*Cymindis lateralis*). Selain itu juga serangga dekomposer yang ditemukan meliputi dari spesies *Teleogryllus emma*, *Trichonta terminalis*, *Prochyliza brevicornis*, *Periplaneta americana*, *Tanyptera dorsalis*, *Leia bivittata*, *Euselates* sp. serangga dekomposer pada penelitian ini didapatkan sebanyak 50 individu yang masing masingnya tersebar pada berbagai spesies yang telah disebutkan sebelumnya. Penyebaran serangga dekomposer ini tersebar pada ketiga ketinggian tapi paling banyak terdapat pada ketinggian 400 mdpl sebanyak 26 individu, sebanyak 14 individu pada ketinggian 500 mdpl dan sebanyak 10 individu pada ketinggian 600 mdpl. Semakin tinggi elevasi suatu tempat berpengaruh pada keberadaan serangga dekomposer, hal ini dipengaruhi oleh faktor suhu dan kelembapan. Suhu dan kelembapan pada elevasi yang lebih tinggi umumnya memiliki suhu dan kelembapan yang lebih rendah. Hal tersebut dapat menghambat keberlangsungan hidup dan reproduksi serangga dekomposer dibanding dengan ketinggian elevasi yang lebih rendah. Kelembapan udara juga berpengaruh pada aktivitas serangga, berperan pada kadar air tubuh serangga dan siklus hidup serangga sehingga mengatur aktivitas dan penyebaran serangga, Syarkawi *et al.*, (2015). Serangga dekomposer banyak ditemukan di daerah pangkal atau perakaran tanaman, karena daerah tersebut memiliki banyak bahan yang lapuk, tanah yang lembap kaya akan bahan organik menjadi tempat tinggal serangga dekomposer.fungsi dari serangga dekomposer mengurai bahan mati menjadi senyawa sederhana untuk kemudian dimanfaatkan oleh organisme lain. Definisi serangga dekomposer sendiri merupakan serangga pengurai yang

memakan dan memecah materi organik dari organisme mati seperti bangkai dan limbah untuk mendapatkan energi dan mengeambalikan nutrisi ke lingkungan, menjaga keseimbangan dan kesuburan ekosistem, Diah *et al.*, (2022).

Adapun spesies-spesies serangga polinator yang ditemukan yaitu sebagai berikut

1. *Teleogryllus emma*



Gambar 26. *Teleogryllus emma*.

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Teleogryllus emma anggota famili Gryllidae dalam ordo Orthoptera, merupakan jangkrik Asia (*Asian cricket*) yang dikenal karena suara stridulasi jantannya yang ritmis, menurut Arai *et al.*, (2024) berfungsi sebagai sinyal kawin dan territorial. Spesies ini bersifat omnivora, dengan imago (dewasa) memakan tanaman, buah, dan serangga kecil, sementara nimfa (larva) bersifat saprofag atau predator kecil. Morfologi *Teleogryllus emma* mencerminkan adaptasi evolusioner untuk kehidupan terrestrial nocturnal, dengan struktur yang mendukung lompatan cepat, komunikasi akustik, dan reproduksi tinggi di lingkungan lembab. Variasi morfologi minor terlihat antar jenis kelamin (jantan dengan alat stridulasi lebih kompleks) dan stadium (telur, nimfa, imago), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kelembaban tanah dan ketersediaan makanan.

Ukuran *Teleogryllus emma* relatif sedang untuk jangkrik Gryllidae. Pada imago dewasa, panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung *cerci*) berkisar antara 20 hingga 30 mm, dengan lebar pronotum sekitar 5-7 mm. Jantan cenderung lebih besar daripada betina (*dimorfisme seksual ringan*), dengan bobot imago sekitar 0,5-1 g. Stadium nimfa memanjang hingga 15-25 mm saat matang (sebelum *ecdysis* terakhir), sementara telur berukuran kecil (panjang 4-5 mm) dan berbentuk lonjong. Ovipositor betina panjang 10-15 mm, tergantung kondisi nutrisi, dan sering digunakan untuk menggali tanah lembab.

Struktur tubuh *Teleogryllus emma* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi akustik dan locomotor. Kepala bulat dan *prognathous* (lebar sekitar 4-6 mm), dilengkapi dengan sepasang antena filiform panjang (hingga 50-70 mm) yang multisegmen, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendekripsi feromon, getaran, dan bau makanan melalui *mechanoreceptor* dan *chemoreceptor*. Mata majemuknya sedang dan *hemispherical*, memberikan penglihatan nokturnal untuk navigasi, sementara *ocelli* tiga buah untuk orientasi cahaya; mandibula kuat dan molar untuk mengunyah vegetasi keras. Pada nimfa, kepala lebih proporsional dengan antena yang tumbuh pesat.

Thorax robust dan menyatu, mendukung lompatan dan stridulasi (lebar sekitar 5-7 mm), dengan pronotum hitam kecoklatan yang membentuk pelindung dorsolateral. Sayap depan (tegmina) panjang dan lebar pada jantan, dengan file *stridulatory* (paha belakang) dan *scraper* untuk produksi suara; sayap belakang (hindwings) hyalin dan berlipat untuk penerbangan singkat. *Scutellum* tidak menonjol. Kaki-kakinya saltatorial dan kuat, dengan femur belakang tebal dan berotot untuk lompatan hingga 50 cm; tibia belakang berduri dengan tympanal organ (telinga) untuk mendengar stridulasi; tarsus 3-segmen dengan arolium untuk adhesi pada substrat kasar. Pada nimfa, kaki belakang tumbuh secara bertahap untuk mobilitas.

Abdomen fleksibel dan terdiri dari 10 segmen, berwarna coklat gelap dengan ukuran panjang simetris (panjang sekitar 8-10 mm), dengan spirakel lateral untuk respirasi. Pada imago, abdomen dilengkapi dengan kelenjar feromonal di segmen posterior untuk agregasi; betina memiliki ovipositor panjang dan *sabre-like* untuk meletakkan telur di tanah atau batang tanaman. Kapasitas telur mencapai 200-500 butir per betina, mendukung siklus hidup tahunan dengan *overwintering* sebagai nimfa. Jantan memiliki aedeagus sederhana untuk transfer sperma. Telur berwarna putih kekuningan dengan operculum. Nimfa memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak dan cerci pendek. *Ecdysis* terjadi 8-10 kali sebelum dewasa.

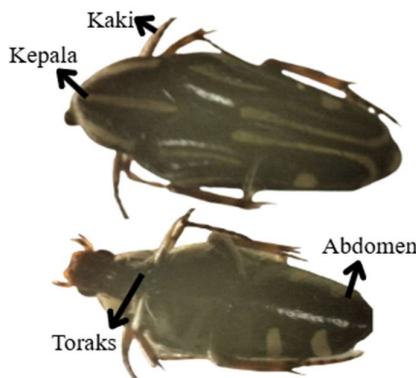
Habitat *Teleogryllus emma* bersifat tropis dan subtropis, terkonsentrasi di wilayah Asia seperti India, China, Jepang, dan Indonesia (Jawa, Sumatra), dengan distribusi yang meluas ke hutan sekunder, padang rumput, dan area urban. Spesies

ini mendiami tanah lembab di bawah litter daun, celah batu, atau tumpukan kayu, di mana koloni berkembang biak di media organik. Preferensi habitatnya mencakup suhu hangat (25-30°C) dan kelembaban tinggi (70-90%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 2-3 bulan, dengan 2-4 generasi per tahun tergantung musim hujan). Di habitat ini, jangkrik aktif nocturnal untuk stridulasi dan foraging, membentuk teritori individu. Kepadatan populasi bervariasi (10-50 individu per m²), berkontribusi pada dekomposisi litter dan rantai makanan sebagai mangsa katak atau burung, meskipun dapat menjadi hama pertanian di sawah.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Orthoptera
Famili	:	Grillidae
Genus	:	<i>Teleogryllus</i>
Spesies	:	<i>Teleogryllus emma</i>

2. *Euselates sp.*



Gambar 27. *Euselates sp.*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Serangga *Euselates* menurut Allshop *et all.*, (2024) merupakan salah satu anggota famili Scarabaeidae yang termasuk dalam ordo Lepidoptera. Secara morfologi, serangga ini memiliki tubuh yang oval dan agak cembung dengan

panjang tubuh berkisar antara 15–25 mm. Warna tubuh umumnya cokelat kehitaman dengan permukaan elytra yang keras dan mengilap. Antena *Euselates* berjenis lamelat, yaitu memiliki ujung berbentuk kipas yang berfungsi sebagai alat sensorik untuk mendeteksi bau atau feromon. Kaki-kakinya kuat dan berduri, menyesuaikan dengan perilaku menggali tanah, sedangkan bagian pronotum (punggung depan) lebar dan menutupi sebagian kepala. *Elytra* (sayap luar) menutupi sepasang sayap membran tipis yang digunakan untuk terbang pada malam hari.

Wen *et al.*, (2024) menyatakan habitat *Euselates* umumnya ditemukan di daerah tropis dan subtropis, terutama di lingkungan dengan kelembaban tinggi seperti hutan, kebun, dan lahan pertanian. Serangga ini sering dijumpai pada tanah gembur yang kaya bahan organik, karena larvanya berkembang biak di dalam tanah dengan memakan sisa-sisa tumbuhan yang membusuk. Beberapa spesies juga dapat ditemukan di sekitar tumpukan kompos, batang kayu lapuk, atau akar tanaman. Aktivitasnya lebih dominan pada malam hari (nokturnal) dengan kecenderungan tertarik terhadap cahaya.

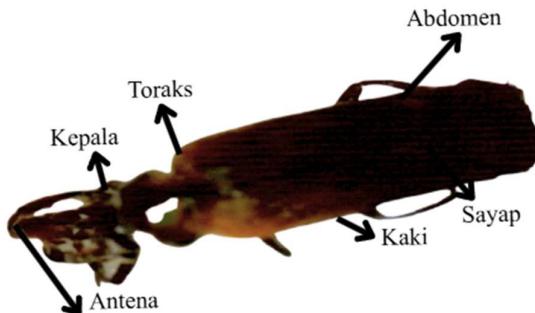
Peran ekologis *Euselates* di alam sangat penting terutama sebagai dekomposer. Larva *Euselates* membantu mempercepat proses dekomposisi bahan organik seperti daun kering dan kayu lapuk, sehingga meningkatkan kesuburan tanah. Dengan aktivitas penggalian tanah oleh larva dan imago, struktur tanah menjadi lebih gembur dan aerasi meningkat. Namun, pada beberapa kondisi, *Euselates* juga dapat berperan sebagai hama minor karena imago dapat memakan bunga atau bagian tanaman tertentu, terutama pada tanaman kelapa dan pisang. Selain peran ekologisnya, keberadaan *Euselates* juga menjadi indikator kesehatan ekosistem tanah. Populasi yang stabil menunjukkan aktivitas mikroorganisme tanah yang baik dan keseimbangan lingkungan yang terjaga.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Lepidoptera
Famili	:	Scarabeidae

Genus : *Euselates*
 Spesies : *Euselates sp.*

3. *Cymindis lateralis*



Gambar 28. *Cymindis lateralis*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Cymindis lateralis menurut Hilchie dan Ball (2024) merupakan anggota subfamili Harpalinae dalam famili Carabidae dan ordo Coleoptera, merupakan kumbang tanah (*ground beetle*) yang dikenal karena pola warnanya yang kontras hitam dengan margin lateral kuning cerah berfungsi sebagai aposematisme parsial terhadap predator. Spesies ini bersifat karnivora, dengan imago (dewasa) memangsa serangga kecil, siput, dan biji-bijian, sementara larva bersifat predator tanah terhadap invertebrata lunak. Morfologi *Cymindis lateralis* mencerminkan adaptasi evolusioner untuk kehidupan terrestrial nocturnal, dengan struktur yang mendukung perburuan cepat, penggalian, dan siklus hidup holometabolus. Variasi morfologi minor terlihat antar jenis kelamin (jantan dengan antena lebih panjang) dan populasi regional (misalnya, Eropa, Asia), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti jenis tanah dan musim kering.

Ukuran *Cymindis lateralis* relatif sedang untuk kumbang Carabidae. Pada imago dewasa, panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung abdomen) berkisar antara 12 hingga 16 mm, dengan lebar elytra sekitar 5-6 mm. Jantan cenderung lebih ramping daripada betina (dimorfisme seksual ringan), dengan bobot imago sekitar 50-80 mg. Stadium larva memanjang hingga 10-14 mm saat matang (instars ke-3), sementara telur berukuran kecil (panjang 1-1,5 mm) dan berbentuk oval.

Pupa panjang 10-12 mm, tergantung jenis kelamin, dan sering terkubur di tanah untuk perlindungan.

Struktur tubuh *Cymindis lateralis* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi predator dan *burrowing*. Kepala bulat dan prognathous (lebar sekitar 2-3 mm), dilengkapi dengan sepasang antena filiform 11-semen yang panjang dan *pubescent*, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi feromon, bau mangsa, dan kelembaban melalui *olfaktoreceptor*. Mata majemuknya sedang dan *hemispherical*, untuk deteksi gerakan, sementara mandibula kuat dan *falcate* untuk menangkap dan mengunyah invertebrata; labium dan *maxillae* panjang untuk manipulasi makanan. Pada larva, kepala berotot dengan mandibula *hook-like* untuk perburuan bawah tanah.

Thorax robust dan menyatu, mendukung pergerakan cepat (lebar sekitar 4-5 mm), dengan pronotum *trapezoid* berwarna hitam dengan margin kuning lateral yang mencolok, membentuk pelindung dorsolateral. *Elytra* (cangkang sayap depan) panjang dan *striate* (bergaris), berwarna hitam dengan sisi kuning untuk *aposematisme*, memungkinkan penerbangan singkat, sayap belakang *hyalin* dan berlipat untuk dispersi musiman. *Scutellum* kecil dan triangular. Kaki-kakinya *cursorial* dan panjang, dengan femur dan tibia berbulu halus; tarsus 5-semen dengan dua *claw* dan *onychium* pada tanah lembab atau vegetasi. Pada larva, kaki pendek dan bersegmen untuk pergerakan.

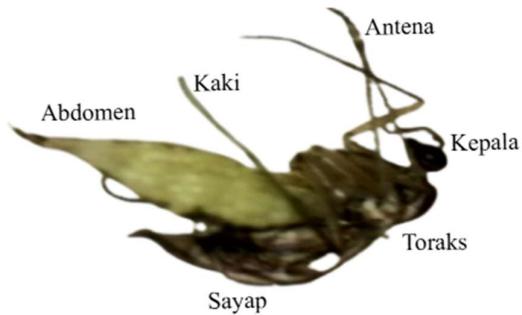
Abdomen fleksibel dan terdiri dari 8 segmen visible, berwarna hitam dengan segmen ventral kuning pudar (panjang sekitar 6-8 mm), dengan spirakel lateral untuk respirasi efisien di substrat lembab. Pada imago, abdomen dilengkapi dengan kelenjar feromonal di segmen posterior untuk komunikasi seksual; betina memiliki ovipositor sederhana untuk meletakkan telur di tanah. Kapasitas telur mencapai 50-100 butir per betina, mendukung siklus hidup tahunan dengan overwintering sebagai larva. Jantan memiliki aedeagus sederhana untuk transfer sperma. Telur berwarna putih pucat dengan mikropil. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak dan urogomphi pendek untuk pertahanan. Pupa berbentuk exarate dengan warna coklat, menyerupai biji tanah.

Habitat *Cymindis lateralis* bersifat temperata dan palearktik, terkonsentrasi di wilayah Eropa dan Asia Barat, dengan distribusi yang meluas ke padang rumput, tepi hutan, dan lahan pertanian. Spesies ini mendiami tanah lembab dengan vegetasi rendah, litter daun, dan semak belukar, di mana imago berburu *nocturnal* dan larva parasitoid di bawah permukaan. Inang bagi *Cymindis lateralis* tidak secara spesifik berupa organisme hidup, melainkan material organik seperti daun gugur, batang lapuk, serta sisa tanaman yang menjadi tempat aktivitas dan sumber energi tidak langsung. Pada habitat tersebut, *C. lateralis* sering berasosiasi dengan jamur saprofit dan bakteri pengurai yang mempercepat dekomposisi bahan organik. Kombinasi antara aktivitas penggalian tanah oleh serangga ini dan kerja mikroorganisme menghasilkan peningkatan ketersediaan unsur hara, khususnya nitrogen dan fosfor, yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Preferensi habitatnya mencakup suhu sedang (15-25°C) dan kelembaban sedang (50-70%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 1 tahun, dengan imago aktif Mei-September). Di habitat ini, kumbang penerbangan diurnal singkat untuk dispersi, membentuk agregasi musiman. Kepadatan populasi bervariasi (20-100 individu/m² pada puncak), berkontribusi pada pengendalian hama invertebrata dan indikator kesehatan tanah, meskipun rentan terhadap pestisida dan urbanisasi.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Coleoptera
Famili	: Carabidae
Genus	: <i>Cymindis</i>
Spesies	: <i>Cymindis lateralis</i>

4. *Trichonta terminalis*



Gambar 29. *Trichonta terminalis*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Trichonta terminalis anggota famili Sciomyzidae dalam ordo Diptera, merupakan lalat pembunuh siput (*snail-killing fly*) yang dikenal karena perilaku parasitoidnya terhadap siput air tawar dan darat, dengan larva yang menyerang inang secara internal. Spesies ini bersifat karnivora, dengan imago (dewasa) memakan nektar dan cairan tumbuhan, sementara larva bersifat endoparasitoid terhadap siput seperti *Lymnaea* atau *Succinea*. Morfologi *Trichonta terminalis* mencerminkan adaptasi untuk kehidupan semi-akuatik dan perburuan parasitoid, dengan struktur yang mendukung penerangan rendah, deteksi inang, dan siklus hidup holometabolus. Variasi morfologi minor terlihat antar jenis kelamin (jantan dengan antena lebih panjang) dan populasi regional (misalnya, Eropa Utara, Selatan), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kelembaban perairan dan ketersediaan inang.

Ukuran *Trichonta terminalis* relatif kecil untuk lalat *Sciomyzidae*. Pada imago dewasa, panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung abdomen) berkisar antara 4 hingga 6 mm, dengan lebar *thorax* sekitar 1,5-2 mm. Jantan cenderung lebih ramping daripada betina (dimorfisme seksual ringan), dengan bobot imago sekitar 3-5 mg. Ketika larva, memanjang hingga 6-8 mm saat matang, sementara telur berukuran sangat kecil (panjang 0,3-0,4 mm) dan berbentuk oval. Pupa panjang 3-4 mm, tergantung jenis kelamin, dan sering terbungkus dalam puparium coklat di dekat inang untuk perlindungan.

Struktur tubuh *Trichonta terminalis* berdasarkan Gavryushin (2023) terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, *thorax*, dan *abdomen*, dengan ciri khas yang

mendukung fungsi parasitoid dan navigasi di habitat lembab. Kepala bulat dan proporsional (lebar sekitar 0,8-1 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 3-segmen yang pendek dan *aristate* (dengan arista dorsal), berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi bau siput, feromon, dan kelembaban melalui *olfaktoreceptor*. Mata majemuknya sedang dan *hemispherical*, memberikan visi sudut lebar untuk deteksi inang bergerak lambat, sementara *proboscis* pendek dan *piercing-sucking* untuk menyerap cairan tumbuhan; *palpi labial* panjang dan berbulu halus. Pada larva, kepala berotot dengan mandibula *hook-like* untuk menembus cangkang siput.

Thorax ramping dan menyatu, mendukung penerbangan rendah dan stabil (lebar sekitar 1,5-2 mm), dengan *scutum* abu-abu mengkilap yang membentuk punggung halus untuk otot sayap. Sayap satu pasang *hyalin* (transparan) dengan vena kuat dan *discal cell* sederhana, memungkinkan terbang *hovering* di atas vegetasi air, *halteres (balancer)* kecil untuk stabilitas. *Scutellum* menonjol dan *bilobed*. Kaki-kakinya *cursorial* dan sedang, dengan femur dan tibia berbulu; *tarsus* 5-segmen dengan dua *claw* dan *pulvillus* pada daun basah atau cangkang siput. Pada larva, kaki *pseudo-legs* bersegmen untuk pergerakan merayap di dalam inang.

Abdomen fleksibel dan terdiri dari 7 segmen *visible*, berwarna hitam kecoklatan dengan segmen terminal lebih gelap (panjang sekitar 2-3 mm), dengan spirakel lateral untuk respirasi efisien di lingkungan lembab. Pada imago, abdomen dilengkapi dengan kelenjar feromonal di segmen posterior untuk agregasi kawin, betina memiliki ovipositor panjang dan bergerigi untuk meletakkan telur pada atau dekat inang siput. Kapasitas telur mencapai 30-60 butir setiap betina, mendukung siklus hidup musiman dengan larva parasitoid. Jantan memiliki *aedeagus* sederhana untuk transfer sperma. Telur berwarna putih pucat dengan mikropil. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak dan *hook caudal* untuk pertahanan internal. Pupa berbentuk *coarctate* dengan warna coklat, menyerupai biji kecil di litter.

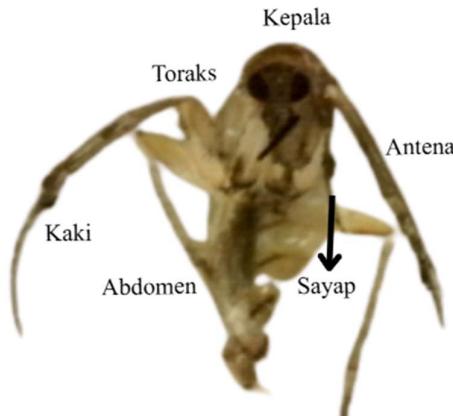
Habitat *Trichonta terminalis* bersifat temperata dan palearktik, terkonsentrasi di wilayah Eropa dan Asia, dengan distribusi yang meluas ke tepi perairan tawar. Spesies ini mendiami rawa, sungai lambat, danau dangkal, serta padang rumput lembab dengan populasi siput tinggi, di mana imago berburu inang dan larva

berkembang di dalam cangkang. Preferensi habitatnya mencakup suhu sedang (15-25°C) dan kelembaban tinggi (70-90%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 4-6 minggu, dengan 2-3 generasi per tahun tergantung musim panas). Di habitat ini, lalat penerbangan diurnal untuk *oviposition*, membentuk agregasi di vegetasi basah. Kepadatan populasi bervariasi (10-40 individu/m² pada puncak), berkontribusi pada pengendalian populasi siput (vektor penyakit) dan indikator kesehatan ekosistem air, meskipun rentan terhadap *drainase* lahan dan polusi.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Diptera
Famili	:	Mycetophilidae
Genus	:	<i>Trichonta</i>
Spesies	:	<i>Trichonta terminalis</i>

5. *Leia bivittata*



Gambar 30. *Leia bivittata*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Leia bivittata pada Park (2017) (anggota famili Mycetophilidae dalam ordo Diptera, merupakan lalat jamur yang dikenal karena pola dua garis gelap pada sayapnya (*bivittata*), yang berfungsi sebagai kamuflase di habitat berjamur. Spesies

ini bersifat saprofag, dengan imago (dewasa) memakan nektar atau cairan jamur, sementara larva bersifat detritivor (mengurai) terhadap miselium dan spora jamur membusuk. Morfologi *Leia bivittata* dapat beradaptasi untuk kehidupan di mikrohabitat lembab dan gelap, dengan struktur yang mendukung ketika sulit untuk terbang, sedikit cahaya, dan siklus hidup holometabolus. Variasi morfologi minor terlihat antar jenis kelamin (jantan dengan antena lebih panjang dan berbulu) dan populasi regional (Eropa), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti tempat lembap dan keanekaragaman jamur.

Ukuran *Leia bivittata* relatif sangat kecil untuk lalat *Mycetophilidae*. Pada imago dewasa, panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung abdomen) berkisar antara 3 hingga 5 mm, dengan rentang sayap (*wingspan*) sekitar 6-8 mm. Jantan cenderung lebih ramping daripada betina, dengan bobot imago sekitar 1-2 mg. Stadium larva memanjang hingga 4-6 mm saat matang, sementara telur berukuran sangat kecil (panjang 0,2-0,3 mm) dan berbentuk oval. Pupa panjang 2-3 mm, tergantung jenis kelamin, dan sering terbungkus dalam puparium untuk perlindungan.

Struktur tubuh *Leia bivittata* terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala, *thorax*, dan *abdomen*, dengan ciri khas yang mendukung fungsi saprofag di lingkungan gelap. Kepala bulat dan proporsional (lebar sekitar 0,5-0,7 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 16-semen yang panjang dan berbulu halus (pada jantan lebih plumose untuk deteksi feromon), berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi bau jamur, kelembaban, dan getaran melalui *olfaktoreceptor*. Mata majemuknya kecil dan *reniform* (ginjal-shaped), memberikan visi rendah cahaya untuk navigasi nocturnal, sementara proboscis pendek dan sponging untuk menyerap cairan jamur; palpi labial panjang dan berbulu. Pada larva, kepala berotot dengan mandibula sederhana untuk mengunyah miselium lunak.

Thorax ramping dan menyatu, mendukung penerbangan lemah dan melayang (lebar sekitar 1-1,5 mm), dengan *scutum* hitam mengkilap yang membentuk punggung halus untuk otot sayap. Sayap satu pasang hyalin dengan dua garis gelap longitudinal (*bivittata*) dan vena sederhana, memungkinkan penerbangan pendek di antara vegetasi; *halteres (balancer)* berbulu untuk stabilitas di angin ringan.

Scutellum kecil dan bilobed. Kaki-kakinya cursorial dan panjang, dengan femur dan tibia berbulu halus; tarsus 5-semen dengan dua *claw* dan *pulvillus* untuk permukaan lembab atau jamur. Pada larva, kaki *pseudo-legs* berasal dari segmen untuk pergerakan merayap di permukaan organik.

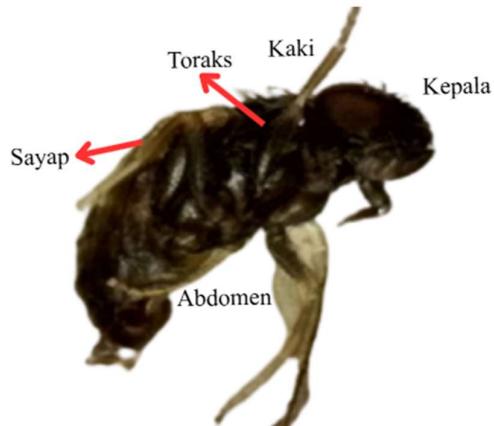
Abdomen fleksibel dan terdiri dari 8 segmen visible, berwarna hitam kecoklatan dengan segmen tergang (panjang sekitar 1,5-2 mm), dengan spirakel lateral untuk respirasi efisien di lingkungan anaerobik parsial. Pada imago, abdomen dilengkapi dengan kelenjar feromonal di segmen posterior untuk agregasi kawin; betina memiliki ovipositor pendek untuk meletakkan telur pada jamur atau litter. Kapasitas telur mencapai 20-40 butir per betina, mendukung siklus hidup musiman dengan reproduksi rhipiparat. Jantan memiliki *aedeagus* sederhana untuk transfer sperma. Telur berwarna putih pucat dengan mikropil. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak dan hook caudal untuk pertahanan. Pupa berbentuk puparium tipis, menyerupai spora untuk kamuflase.

Habitat *Leia bivittata* bersifat hangat, terkonsentrasi di wilayah Eropa dan Asia, dengan distribusi yang meluas ke hutan *deciduous* dan *coniferous*. Spesies ini mendiami tempat lembab, kayu busuk, dan jamur *basidiomycete* seperti pada pohon oak atau beech, di mana larva berkembang pada miselium. Selain itu habitatnya mencakup suhu dingin hingga sedang (10-20°C) dan kelembaban tinggi (80-95%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 4-8 minggu, dengan 1-2 generasi per tahun tergantung musim gugur). Di habitat ini, lalat hidup nokturnal dan aktif mencari makan, membentuk kelompok untuk kawin di daerah gelap. Kepadatan populasi bervariasi (50-200 individu/ m²), berkontribusi pada dekomposisi jamur dan siklus nutrisi tanah, meskipun rentan terhadap deforestasi dan perubahan iklim.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Diptera
Famili	: Mycetophilidae
Genus	: <i>Leia</i>
Spesies	: <i>Leia bivittata</i>

6. *Prochyliza brevicornis*



Gambar 31. *Prochyliza brevicornis*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Prochyliza brevicornis Rochefort (2016) adalah anggota famili Piophilidae dalam ordo Diptera, yang dikenal sebagai lalat pemakan keju atau cheese skipper. Spesies ini memiliki antena pendek (*brevicornis*) dan sering ditemukan di tempat-tempat dengan makanan busuk, seperti bangkai atau keju fermentasi. Lalat dewasa (imago) memakan cairan dari bahan organik yang membusuk, sementara larva hidup dengan memakan jaringan lunak atau larva lain. Bentuk tubuhnya dirancang untuk bergerak cepat dan melompat di permukaan lengket, yang merupakan adaptasi untuk bertahan di lingkungan lembab dan bau. Ada perbedaan kecil antara jantan dan betina, seperti antena jantan yang lebih peka terhadap bau. Ukuran dan struktur tubuhnya dipengaruhi oleh suhu hangat dan ketersediaan makanan busuk.

Ukuran *Prochyliza brevicornis* relatif kecil untuk lalat sejenisnya. Tubuh dewasa panjangnya sekitar 3 hingga 5 mm dari kepala hingga ujung perut, dengan lebar dada sekitar 1 hingga 1,5 mm. Jantan biasanya lebih ramping daripada betina, dan beratnya sekitar 2 hingga 4 mg. Larva bisa mencapai panjang 5 hingga 7 mm saat sudah besar. Telurnya sangat kecil, panjangnya 0,3 hingga 0,4 mm, berbentuk oval. Pupa panjangnya 3 hingga 4 mm dan terbungkus dalam cangkang keras berwarna coklat untuk melindungi diri.

Struktur tubuh *Prochyliza brevicornis* terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala, dada, dan perut. Setiap bagian memiliki ciri yang mendukung kehidupannya sebagai pemakan bangkai. Kepala bulat dan seimbang, dengan lebar sekitar 0,6 hingga 0,8 mm. Ia dilengkapi dua antena pendek yang terdiri dari tiga segmen, dengan ujung berbulu halus untuk merasakan bau bangkai atau feromon. Mata majemuknya berbentuk setengah bola, memungkinkan penglihatan lebar di tempat gelap. Mulutnya panjang dan berbentuk spons untuk menghisap cairan dari makanan busuk. Pada larva, kepala kuat dengan rahang bengkok untuk menggigit jaringan lunak.

Thorax kokoh dan menyatu, dengan lebar sekitar 1 hingga 1,5 mm, yang mendukung gerakan melompat cepat. Punggungnya mengkilap berwarna hitam untuk melindungi otot sayap dan kaki. Sayapnya satu pasang, transparan dengan urat kuat dan pola gelap samar, panjangnya sekitar 3-4 mm, cocok untuk terbang pendek dan berliku. Ada dua kaki belakang yang tebal untuk melompat hingga 10 cm, sementara kaki lainnya ramping dengan lima segmen di ujung yang lengket untuk menempel pada permukaan basah. Pada larva, kaki palsu pendek membantu merayap di media lembab.

Perut fleksibel dengan tujuh segmen yang terlihat, panjangnya sekitar 1,5 hingga 2 mm, berwarna hitam kecoklatan. Ada lubang napas di sisi untuk bernapas di tempat lembab. Pada dewasa, perut memiliki kelenjar feromon di bagian belakang untuk menarik pasangan. Betina memiliki tabung telur pendek untuk meletakkan telur pada bangkai. Jantan memiliki alat kawin sederhana. Larva punya perut lunak dengan ekor bercabang untuk pertahanan. Pupa terbungkus rapat seperti biji kecil untuk bersembunyi.

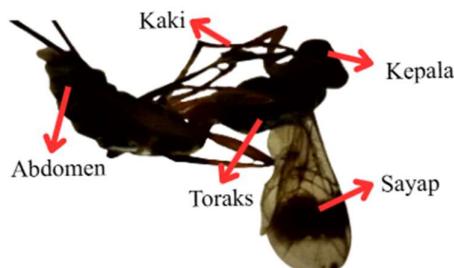
Habitat *Prochyliza brevicornis* tersebar luas di seluruh dunia, terutama di daerah temperata dan tropis seperti Eropa (Jerman, Inggris), Amerika Utara, dan Asia. Sering hidup di lingkungan manusia, seperti rumah, gudang makanan, atau tempat sampah dengan bangkai hewan, daging busuk, atau keju fermentasi. Larva berkembang di media lembab yang kaya protein. Suhu favoritnya 20-30°C dengan kelembaban 60-80%, yang memungkinkan siklus hidup singkat sekitar 2-3 minggu, dengan hingga delapan generasi per tahun di iklim hangat. Lalat ini aktif siang hari untuk mencari makanan dan kawin, sering berkumpul di sumber nutrisi. Populasi

bisa sangat padat, ratusan individu per kilogram substrat, membantu dekomposisi cepat dan berguna dalam penyelidikan forensik untuk memperkirakan waktu kematian. Namun, menjadi hama di makanan atau membawa kuman.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Lepidoptera
Famili	:	Piophilidae
Genus	:	<i>Prochyliza</i>
Spesies	:	<i>Prochyliza brevicornis</i>

7. *Tanyptera dorsalis*



Gambar 32. *Tanyptera dorsalis*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Tanyptera dorsalis pada Ulyshen (2018) adalah lalat kran dari famili Tipulidae dalam ordo Diptera. Lalat ini dikenal dengan punggung bergaris hitam dan putih. Hidup di daerah lembab dan memakan nektar bunga atau cairan tanaman. Larva hidup di tanah basah dan memakan akar atau daun busuk. Bentuk tubuhnya cocok untuk terbang lambat di hutan atau padang rumput. Terdapat sedikit perbedaan antara jantan dan betina, seperti antena jantan yang lebih panjang. Ukuran dan bentuknya dipengaruhi oleh cuaca lembab dan makanan yang tersedia.

Ukuran *Tanyptera dorsalis* sedang untuk lalat *crane fly*. Tubuh dewasa panjangnya sekitar 15-20 mm dari kepala hingga ujung perut. Lebar sayapnya mencapai 25-30 mm. Jantan sedikit lebih kecil dari betina. Beratnya sekitar 20-40

mg. Larva dapat panjang hingga 15 mm saat besar. Memiliki telur kecil, panjang 0,5-1 mm, berbentuk bulat. Pupa panjang 12-15 mm dan terbungkus di tanah.

Struktur tubuh *Tanyptera dorsalis* sederhana dan panjang seperti tongkat. Tubuhnya terbagi menjadi kepala, dada, dan perut. Kepala kecil dan bulat, lebarnya 1-2 mm. Terdapat dua antena panjang bersegmen, seperti cambuk, untuk merasakan bau dan getaran. Memiliki mata besar dan bulat untuk melihat di cahaya redup. Mulutnya pendek untuk menghisap cairan manis dari bunga. Pada larva, kepala memiliki rahang kecil untuk menggigit tanah yang lembab.

Thorax kuat dan panjang, lebarnya 2-3 mm. Sebagai tempat melekatnya sayap besar yang transparan dengan garis hitam di punggung (dorsalis). Memiliki sepasang sayap, panjang 15-20 mm, untuk terbang pelan. terdapat dua kaki belakang panjang untuk berdiri. Memiliki kaki yang ramping dengan 5 segmen di ujung, dan lengket untuk mendarat di daun basah. Ketika fase larva memiliki kaki pendek untuk merayap di lumpur.

Abdomen panjang dan fleksibel, terdiri dari 10 segmen, panjangnya 8-10 mm. Warna coklat dengan garis hitam. Terdapat lubang napas di sisi untuk bernapas di tempat lembab. Betina terdapat tabung telur pendek untuk meletakkan telur di tanah. Jantan memiliki organ reproduksi yang sederhana. Ketika fase larva perut lunak dengan ekor bercabang. Pupa terbungkus kulit keras sebagai perlindungan diri dari predator.

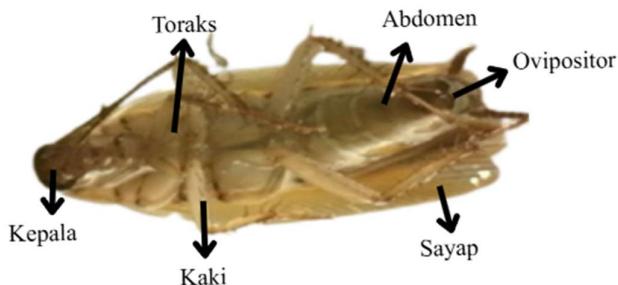
Habitat *Tanyptera dorsalis* ada di daerah dingin dan lembab, seperti Eropa Utara dan Asia. Umumnya hutan basah, tepi sungai, dan padang rumput. Larva hidup di tanah lembab dekat akar pohon atau rumput. Suhu favoritnya 10-20°C dengan kelembaban tinggi 70-90%. Siklus hidupnya sekitar 1 tahun, dengan telur di musim semi dan dewasa di musim panas. Ia terbang malam hari untuk makan dan kawin. Populasi padat di tempat basah, tapi bisa berkurang jika tanah kering atau tercemar.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Diptera

Famili : Tipulidae
 Genus : *Tanyptera*
 Spesies : *Tanyptera dorsalis*

8. *Periplaneta americana*



Gambar 33. *Periplaneta americana*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Periplaneta americana pada Adetunji *et al.*, (2025) adalah anggota famili Blattidae dalam ordo Blattodea, yang dikenal sebagai kecoak Amerika. Spesies ini memiliki tubuh coklat kemerahan yang besar dan antena panjang, yang membuatnya mudah dikenali. Kecoak dewasa (imago) dan nimfa (tahap muda) bersifat omnivora, memakan makanan manusia, sampah, atau bahan organik lain. Bentuk tubuhnya dirancang untuk berlari cepat, bersembunyi di celah sempit, dan bertahan tanpa makanan lama, yang merupakan adaptasi untuk kehidupan nokturnal di lingkungan urban. Ada perbedaan kecil antara jantan dan betina, seperti sayap jantan yang lebih panjang untuk penerbangan singkat. Ukuran dan struktur tubuhnya dipengaruhi oleh ketersediaan makanan dan kelembaban di habitatnya.

Ukuran *Periplaneta americana* relatif besar untuk kecoak rumah tangga. Tubuh dewasa panjangnya sekitar 23 hingga 50 mm dari kepala hingga ujung perut, dengan lebar sekitar 10 hingga 15 mm. Jantan biasanya lebih panjang daripada betina, dan beratnya sekitar 1 hingga 3 gram. Nimfa (tahap muda) mulai dari 3 mm dan tumbuh hingga ukuran dewasa melalui 7-13 kali ganti kulit. Telurnya terkandung dalam kapsul *ootheca* berbentuk panjang, ukurannya 7 hingga 9 mm, berisi 14-28 telur. Tidak ada tahap pupa; nimfa langsung menetas dari telur dan berkembang secara bertahap.

Struktur tubuh *Periplaneta americana* terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala, dada, dan perut. Setiap bagian memiliki ciri yang mendukung kehidupannya sebagai serangga tangguh. Kepala bulat dan lebar sekitar 4 hingga 6 mm, dilengkapi dua antena panjang bersegmen (hingga 150 segmen) yang berfungsi sebagai sensor untuk merasakan bau makanan, getaran, dan kelembaban. Mata majemuknya besar dan hitam, memberikan penglihatan luas untuk mendeteksi gerakan di malam hari. Mulutnya berbentuk mengunyah dengan rahang kuat untuk mengonsumsi berbagai makanan keras atau lunak. Pada nimfa, kepala mirip dewasa tapi antena lebih pendek.

Thorax kokoh dan menyatu, dengan lebar sekitar 8 hingga 12 mm, yang mendukung pergerakan cepat hingga 50 kali panjang tubuhnya per detik. Sayap depan (*tegmina*) berbentuk lebar dan coklat, melindungi sayap belakang yang transparan untuk penerbangan darurat; jantan bisa terbang lebih baik daripada betina. Kakinya panjang dan berotot, dengan tiga pasang kaki bersegmen (setiap kaki punya lima segmen di ujung dengan cakar lengket) untuk berlari di dinding atau langit-langit. Pada nimfa, kaki lebih pendek tapi sudah lincah.

Perut fleksibel dengan delapan segmen yang terlihat, panjangnya sekitar 15 hingga 25 mm, berwarna coklat dengan garis kuning samar. Ada lubang napas (*spirakel*) di sisi untuk bernapas efisien, bahkan di tempat lembab. Pada dewasa, perut betina punya kapsul telur (*ootheca*) yang menonjol di ujung untuk melindungi telur. Jantan memiliki alat kawin sederhana di segmen akhir. Nimfa punya perut lunak yang membesar saat tumbuh. *Cerci* (ekor pendek) di ujung perut membantu merasakan angin atau ancaman.

Habitat *Periplaneta americana* asalnya dari daerah tropis Amerika, tapi sekarang tersebar luas di seluruh dunia, termasuk Eropa, Asia, dan Afrika, terutama di kota-kota. Umumnya berada di tempat hangat dan lembab seperti rumah tangga, gudang, restoran, atau saluran air, di mana bisa bersembunyi di celah dinding atau tumpukan barang. Suhu favoritnya 25-30°C dengan kelembaban 70-90%, yang memungkinkan siklus hidup sekitar 6-12 bulan, dengan telur menetas dalam 30-50 hari dan nimfa mencapai dewasa dalam 6 bulan. Kecoa ini aktif malam hari untuk mencari makanan dan kawin, sering membentuk koloni besar. Populasi bisa sangat padat, ribuan individu per rumah, membantu mendaur ulang sampah organik tapi

juga menjadi hama yang membawa penyakit seperti salmonella. Rentan terhadap dingin di bawah 15°C dan kekeringan.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

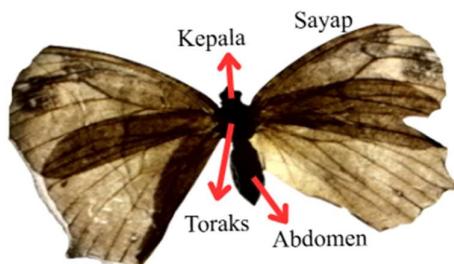
Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Blattodea
Famili	:	Blattidae
Genus	:	<i>Periplaneta</i>
Spesies	:	<i>Periplaneta americana</i>

4.4.4 Serangga Polinator

Serangga polinator (penyerbuk) menjadi salah satu peran serangga yang didapatkan di perkebunan kopi, dimana serangga ini memindahkan serbuk sari dari satu bunga ke bunga lainnya, yang sangat penting untuk keberlangsungan reproduksi tanaman kopi. Meskipun tanaman kopi menjadi salah satu tanaman yang dapat melakukan fertilisasi secara mandiri (*self fertilizing*), namun banyaknya buah yang dihasilkan lebih tinggi nilainya jika penyerbukan dibantu oleh serangga polinator, Prado *et al.*, (2018). Serangga polinator menurut Manap *et al.*, (2020) hewan yang memindahkan serbuk sari dari antera bunga jantan ke bagian stigma bunga betina. Berdasarkan data serangga yang didapat pada penelitian ini, ditemukan sebanyak 29 individu, terbagi pada 3 tempat yaitu pada ketinggian 400 hanya ditemukan 1 individu sejenis, pada ketinggian 500 mdpl sebanyak 23 individu dan ketinggian 600 mdpl sebanyak 5 individu. Serangga polinator ini dominan ditemukan pada ketinggian menengah hingga ketinggian atas pada kebun kopi, namun pada ketinggian rendah dari daerah yang dijadikan sampel pada penelitian ini hanya sedikit serangga polinator yang didapatkan. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ketersediaan bunga pada suatu lahan perkebunan, yang dimana bunga menjadi sumber bahan makanan untuk jenis serangga polinator. Salah satu serangga polinator yang ditemukan dari ordo diptera (*Megaselia scalaris*), dimana menurut Amalia (2018) serangga polinator dapat meningkat pada

ketinggian 500 mdpl, berkontribusi pada penyerbukan tanaman di daerah dataran tinggi. Pada ketinggian ini sering kali memiliki kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan dan menjadi tempat yang ideal bagi tanaman, sehingga dominansi serangga polinator ditemukan pada ketinggian ini.

1. *Kallima inachus*



Gambar 34. *Kallima inachus*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Kallima inachus, anggota famili Nymphalidae dalam ordo Lepidoptera, merupakan kupu-kupu daun (*leaf butterfly*) yang terkenal karena mimikri sempurna sayapnya yang menyerupai daun kering, berfungsi sebagai adaptasi pertahanan terhadap predator. Spesies ini bersifat herbivora, dengan stadium larva memakan daun tanaman inang seperti Malvaceae dan Euphorbiaceae, sementara imago (dewasa) bergantung pada nektar bunga untuk nutrisi. Morfologi *Kallima inachus* mencerminkan adaptasi evolusioner untuk kamuflase di kanopi hutan, dengan struktur yang mendukung penerbangan lambat, pemijatan, dan siklus hidup *holometabolus*. Variasi morfologi minor terlihat antar stadium (telur, larva, pupa, imago) dan jenis kelamin, yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti musim hujan dan ketersediaan tanaman inang.

Ukuran *Kallima inachus* relatif sedang untuk kupu-kupu Nymphalidae. Pada imago dewasa, rentang sayap (*wingspan*) berkisar antara 60 hingga 80 mm, dengan panjang *forewing* sekitar 30-40 mm dan *hindwing* 25-35 mm. Jantan cenderung lebih kecil daripada betina (dimorfisme seksual ringan), dengan bobot imago sekitar 0,5-1 g. Stadium larva (caterpillar) memanjang hingga 30-40 mm saat matang (instars ke-5), sementara telur berukuran sangat kecil (diameter 0,5-0,7 mm) dan

berbentuk hemispherical. Pupa (*chrysalis*) panjang 20-25 mm, tergantung jenis kelamin, dan sering tergantung di bawah daun untuk kamuflase.

Struktur tubuh *Kallima inachus* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi mimetik dan penerbangan. Kepala kecil dan bulat (lebar sekitar 4-5 mm), dilengkapi dengan sepasang antena filiform yang mengerucut menjadi klub (*clubbed*) pada ujung, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendekripsi feromon, cahaya, dan bau nektar melalui *olfaktoreceptor*. Mata majemuknya besar dan hemispherical, memberikan visi panorama 360 derajat untuk deteksi predator, sementara proboscis panjang (sekitar 20-25 mm) dan koiled untuk menyerap nektar dari bunga dalam. Palpi labial pendek dan berbulu halus. Pada larva, kepala berukir (*sculptured*) dengan mandibula kuat untuk mengunyah daun.

Thorax robust dan menyatu, mendukung penerbangan (lebar sekitar 10-12 mm), dengan pronotum dan mesonotum yang membentuk punggung berotot untuk otot sayap. Sayap *forewing* dan *hindwing* hyalin saat muncul dari pupa, tetapi cepat ditutupi skala berpola kompleks: permukaan atas (dorsal) berwarna coklat kecoklatan dengan vena menyerupai tulang daun, sementara permukaan bawah (ventral) meniru daun kering dengan tonjolan (*vein-like ridges*) dan bercak jamur untuk mimikri sempurna saat istirahat. Androconia (skala feromonal) hadir pada sayap jantan untuk atraksi betina. Scutellum kecil dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan pendek, dengan femur dan tibia berbulu; tarsus 5-segmen dengan claw untuk perlekatan pada daun atau bunga. Pada larva, kaki prolegs bersegmen untuk pergerakan melata.

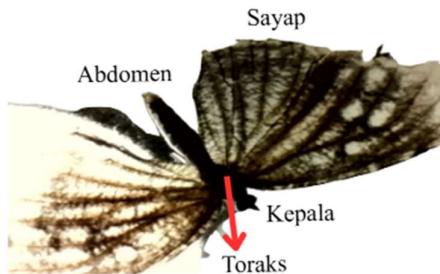
Abdomen fleksibel dan terdiri dari 10 segmen, berwarna coklat gelap di imago untuk harmoni dengan sayap (panjang sekitar 25-30 mm), dengan spirakel lateral untuk respirasi. Pada imago, abdomen dilengkapi dengan kelenjar feromonal di ujung untuk komunikasi seksual; betina memiliki ovipositor untuk meletakkan telur tunggal pada daun inang. Kapasitas telur mencapai 200-300 butir per betina, mendukung siklus hidup tahunan. Jantan memiliki aedeagus untuk transfer sperma. Telur berwarna hijau pucat dengan mikropil. Larva memiliki abdomen memanjang dengan *tubercle* beracun untuk pertahanan kimiawi. Pupa *kechrysalis* berbentuk angular dengan garis keemasan, menyerupai ranting kering.

Habitat *Kallima inachus* bersifat tropis dan subtropis, terkonsentrasi di wilayah Asia Tenggara seperti India, Myanmar, Thailand, Malaysia, dan Indonesia (Sumatra, Kalimantan), dengan distribusi yang meluas ke hutan primer dan sekunder. Spesies ini mendiami kanopi hutan hujan rendah (hingga 500 m dpl), tepi sungai, dan kebun, di mana imago istirahat di bawah daun untuk mimikri. Preferensi habitatnya mencakup suhu hangat (25-32°C) dan kelembaban tinggi (70-90%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 4-6 bulan, dengan 2-3 generasi per tahun tergantung musim). Di habitat ini, kupu-kupu penerbangan lambat di pagi hari untuk pemijatan, sementara larva bergantung pada tanaman inang seperti *Hibiscus* atau *Ricinus*. Kepadatan populasi bervariasi (10-50 individu per ha), Babosova *et al.*, (2021) berkontribusi pada polinasi dan rantai makanan sebagai mangsa burung, meskipun rentan terhadap deforestasi.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Lepidoptera
Famili	:	Nymphalidae
Genus	:	<i>Kallima</i>
Spesies	:	<i>Kallima inachus</i>

2. *Dione juno* spp.



Gambar 35. *Dione juno* spp.

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Dione juno pada Radova (2017) anggota subfamili Heliconiinae dalam famili Nymphalidae dan ordo Lepidoptera, merupakan kupu-kupu jagung yang dikenal karena pola sayapnya yang mencolok dan perilaku migrasi musiman. Spesies ini bersifat herbivora, dengan stadium larva memakan daun tanaman inang dari genus Passiflora (*passionflower*), sementara imago (dewasa) bergantung pada nektar bunga dan cairan buah untuk nutrisi. Morfologi *Dione juno* mencerminkan adaptasi evolusioner untuk pertahanan melalui *warning coloration* (aposematisme) dan penerbangan cepat, dengan struktur yang mendukung siklus hidup *holometabolus*, pemijatan, dan interaksi mutualisme dengan tanaman inang. Variasi morfologi minor terlihat antar stadium (telur, larva, pupa, imago) dan jenis kelamin, yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti musim kering dan ketersediaan inang.

Ukuran *Dione juno* relatif sedang untuk kupu-kupu *Heliconiinae*. Pada imago dewasa, rentang sayap (*wingspan*) berkisar antara 50 hingga 70 mm, dengan panjang *forewing* sekitar 25-35 mm dan *hindwing* 20-30 mm. Jantan cenderung lebih kecil daripada betina (dimorfisme seksual ringan), dengan bobot imago sekitar 0,3-0,6 g. Stadium larva (caterpillar) memanjang hingga 25-35 mm saat matang (instars ke-5), sementara telur berukuran sangat kecil (diameter 0,4-0,6 mm) dan berbentuk spherical. Pupa (*chrysalis*) panjang 15-20 mm, tergantung jenis kelamin, dan sering tergantung di batang tanaman inang untuk kamuflase.

Struktur tubuh *Dione juno* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi aposematik dan penerbangan. Kepala kecil dan bulat (lebar sekitar 3-4 mm), dilengkapi dengan sepasang antena filiform yang mengerucut menjadi klub (clubbed) pada ujung, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendekripsi feromon, cahaya UV, dan bau nektar melalui olfaktoreceptor. Mata majemuknya besar dan hemispherical, memberikan visi panorama untuk deteksi predator dan bunga, sementara proboscis panjang (sekitar 15-20 mm) dan koiled untuk menyerap nektar dari bunga tubular. Palpi labial pendek dan berbulu halus. Pada larva, kepala berukir dengan mandibula kuat untuk mengunyah daun Passiflora.

Thorax robust dan menyatu, mendukung penerbangan cepat (lebar sekitar 8-10 mm), dengan pro- dan mesonotum yang membentuk punggung berotot untuk otot sayap kuat. Sayap *forewing* dan *hindwing* ditutupi skala berpola mencolok:

permukaan atas (dorsal) berwarna oranye cerah dengan bintik dan garis hitam tebal (untuk *warning coloration*), sementara permukaan bawah (ventral) lebih pudar dengan pola serupa untuk kamuflase saat istirahat. Vena sayap kuat dengan hamuli untuk penerbangan stabil; androconia (skala feromonal) hadir pada sayap jantan untuk atraksi betina. Scutellum kecil dan segitiga. Kaki-kakinya cursorial dan pendek, dengan femur dan tibia berbulu; tarsus 5-segmen dengan claw untuk perlekatan pada bunga atau daun. Pada larva, kaki prolegs bersegmen untuk pergerakan melata dan pertahanan dengan osmeterium (kelenjar bau).

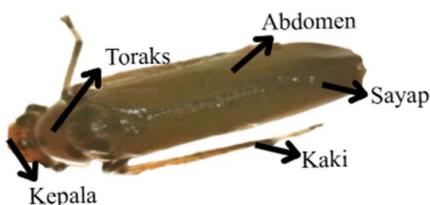
Abdomen fleksibel dan terdiri dari 10 segmen, berwarna oranye-hitam di imago untuk harmoni dengan sayap (panjang sekitar 20-25 mm), dengan spirakel lateral untuk respirasi efisien. Pada imago, abdomen dilengkapi dengan kelenjar feromonal di ujung untuk komunikasi seksual; betina memiliki ovipositor untuk meletakkan telur kelompok (clutch) pada daun inang. Kapasitas telur mencapai 100-200 butir per betina, mendukung siklus hidup musiman. Jantan memiliki aedeagus untuk transfer sperma. Telur berwarna kuning pucat dengan mikropil. Larva memiliki abdomen memanjang dengan tubercle beracun (*cyanogenic glycosides* dari inang) untuk pertahanan kimiawi terhadap predator. Pupa kechrysalis berbentuk angular dengan warna hijau atau coklat, menyerupai kuncup daun.

Habitat *Dione juno* bersifat tropis dan subtropis, terkonsentrasi di wilayah Neotropis seperti Meksiko, Amerika Tengah (Costa Rica, Panama), dan Amerika Selatan (Kolombia, Brasil, Peru), dengan distribusi yang meluas ke tepi hutan dan area terbuka. Spesies ini mendiami hutan hujan sekunder, kebun, dan ladang *passionflower*, di mana imago berkumpul di puddling sites (genangan air) untuk mineral. Preferensi habitatnya mencakup suhu hangat (24-30°C) dan kelembaban sedang (60-80%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 4-6 minggu, dengan 3-5 generasi per tahun tergantung musim hujan). Di habitat ini, kupu-kupu penerbangan aktif di siang hari untuk pemijatan dan pencarian inang, sementara larva bergantung pada Passiflora untuk toksin pertahanan. Kepadatan populasi bervariasi (20-100 individu per ha), berkontribusi pada polinasi dan indikator kesehatan ekosistem, meskipun rentan terhadap deforestasi dan perubahan iklim.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Lepidoptera
Famili	: Nymphalidae
Genus	: <i>Dione</i>
Spesies	: <i>Dione juno spp.</i>

3. *Rhagonycha fulva*



Gambar 36. *Rhagonycha fulva*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Rhagonycha fulva anggota famili Cantharidae dalam ordo Coleoptera, merupakan kumbang tentara (*red soldier beetle*) yang dikenal karena warnanya yang mencolok merah-oranye dan perilaku bioluminesensi lemah pada malam hari, berfungsi sebagai sinyal kawin. Spesies ini bersifat omnivora, dengan imago (dewasa) memakan polen, nektar, dan serangga kecil seperti afid, sementara larva (larva glow-worm) bersifat predator terhadap siput dan serangga tanah. Morfologi *Rhagonycha fulva* mencerminkan adaptasi evolusioner untuk pertahanan melalui aposematisme (*warning coloration*) dan penerbangan singkat, dengan struktur yang mendukung siklus hidup hemimetabolus parsial, pemijatan, dan interaksi polinator. Variasi morfologi minor terlihat antar jenis kelamin (jantan lebih ramping) dan stadium (larva, pupa, imago), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti musim panas dan ketersediaan bunga.

Rodwell *et al.*, (2018) mengungkapkan bahwa ukuran *Rhagonycha fulva* relatif kecil hingga sedang untuk kumbang Cantharidae. Pada imago dewasa, panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung abdomen) berkisar antara 7 hingga

10 mm, dengan lebar thorax sekitar 2-3 mm. Jantan cenderung lebih panjang dan ramping daripada betina (dimorfisme seksual ringan), dengan bobot imago sekitar 20-40 mg. Stadium larva memanjang hingga 15-20 mm saat matang, sementara telur berukuran sangat kecil (diameter 0,5-0,7 mm) dan berbentuk oval. Pupa panjang 6-8 mm, tergantung jenis kelamin, dan sering terkubur di tanah untuk perlindungan.

Struktur tubuh *Rhagonycha fulva* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi predator dan polinator. Kepala bulat dan proporsional (lebar sekitar 1-1,5 mm), dilengkapi dengan sepasang antena filiform 11-semen yang panjang dan serrate ringan, berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi feromon, bau bunga, dan getaran melalui *olfaktoreceptor*. Mata majemuknya sedang dan *hemispherical*, memberikan visi sudut lebar untuk deteksi mangsa dan pasangan, sementara mandibula kuat dan triangular untuk mengunyah polen atau serangga lunak; labium dan maxillae panjang untuk manipulasi makanan. Pada larva, kepala berotot dengan mandibula predator untuk menangkap sifup.

Thorax robust dan menyatu, mendukung penerbangan (lebar sekitar 2-3 mm), dengan pronotum merah-oranye mencolok yang membentuk pelindung kepala. *Elytra* (cangkang sayap depan) panjang dan lunak (tidak sepenuhnya menutupi abdomen), berwarna merah-oranye dengan vena halus, memungkinkan penerbangan singkat dan bioluminesensi lemah melalui kelenjar di abdomen; sayap belakang hyalin (transparan) dan berlipat untuk penerbangan musiman. *Scutellum* kecil dan trapezoid. Kaki-kakinya kuratorial dan panjang, dengan femur dan tibia berbulu halus; tarsus 5-semen dengan dua claw untuk perlekatan pada bunga atau tanah. Pada larva, kaki pendek dan bersegmen untuk pergerakan merayap di litter.

Abdomen fleksibel dan terdiri dari 8-9 segmen *visible*, berwarna merah-oranye harmonis dengan *elytra* (panjang sekitar 4-6 mm), dengan spirakel lateral untuk respirasi. Pada imago, abdomen dilengkapi dengan kelenjar bioluminesensial di segmen posterior untuk sinyal kawin nocturnal; betina memiliki ovipositor untuk meletakkan telur di tanah lembab. Kapasitas telur mencapai 100-200 butir per betina, mendukung siklus hidup tahunan. Jantan memiliki aedeagus sederhana untuk transfer sperma. Telur berwarna kuning pucat. Larva memiliki abdomen

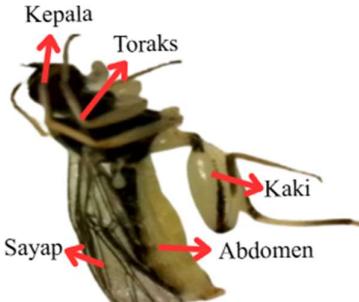
memanjang dengan segmen lunak dan *hook caudal* untuk pertahanan. Pupa berbentuk exarate dengan warna coklat muda, menyerupai kuncup tanah.

Habitat *Rhagonycha fulva* bersifat temperata dan palearktik, terkonsentrasi di wilayah Eropa (Inggris, Jerman, Prancis) dan Asia Barat, dengan distribusi yang meluas ke taman, padang rumput, dan tepi hutan. Spesies ini mendiami area terbuka dengan vegetasi rendah, bunga liar (seperti umbellifers), dan litter lembab, di mana imago berkumpul pada bunga untuk makan dan kawin. Preferensi habitatnya mencakup suhu sedang (15-25°C) dan kelembaban sedang (50-70%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 1 tahun, dengan imago aktif Juni-Agustus). Di habitat ini, kumbang penerangan diurnal untuk pencarian makanan, sementara larva predator di tanah. Kepadatan populasi bervariasi (50-200 individu/m² pada puncak musim), berkontribusi pada pengendalian hama afid dan polinasi, meskipun rentan terhadap pestisida dan urbanisasi.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Coleoptera
Famili	: Cantharidae
Genus	: <i>Rhagonycha</i>
Spesies	: <i>Rhagonycha fulva</i>

4. *Saihusaia flaviventris*



Gambar 37. *Saihusaia flaviventris*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Saigusaia flaviventris anggota famili Therevidae dalam ordo Diptera, merupakan lalat stilet (*stiletto fly*) yang dikenal karena perilaku predator aktif pada larva dan imago, dengan abdomen kuning cerah (*flaviventris*) yang berfungsi sebagai sinyal visual. Spesies ini bersifat karnivora, dengan imago (dewasa) memangsa serangga kecil seperti lalat dan kumbang, sementara larva bersifat parasitoid atau predator tanah terhadap serangga lain. Morfologi *Saigusaia flaviventris* mencerminkan adaptasi evolusioner untuk perburuan cepat dan penerbangan agile, dengan struktur yang mendukung siklus hidup *holometabolus*, navigasi di habitat terbuka. Variasi morfologi minor terlihat antar jenis kelamin (jantan dengan antena lebih panjang) dan stadium (telur, larva, pupa, imago), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu tanah dan ketersediaan mangsa.

Ukuran *Saigusaia flaviventris* relatif kecil untuk lalat *Therevidae*. Pada imago dewasa, panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung abdomen) berkisar antara 5 hingga 8 mm, dengan lebar thorax sekitar 2-3 mm. Jantan cenderung lebih ramping daripada betina (dimorfisme seksual ringan), dengan bobot imago sekitar 5-10 mg. Stadium larva memanjang hingga 10-15 mm saat matang, sementara telur berukuran sangat kecil (panjang 0,3-0,5 mm) dan berbentuk oval. Pupa panjang 4-6 mm, tergantung jenis kelamin, dan sering terkubur di pasir untuk perlindungan.

Struktur tubuh *Saigusaia flaviventris* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, *thorax*, dan *abdomen*, dengan ciri khas yang mendukung fungsi predator aerial. Kepala bulat dan proporsional (lebar sekitar 1-1,5 mm), dilengkapi dengan sepasang antena pendek 3-segmen yang *aristate* (dengan arista panjang), berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi getaran mangsa, feromon, dan angin melalui *mechanoreceptor*. Mata majemuknya besar dan holoptik (menutupi hampir seluruh kepala), memberikan visi panorama 360 derajat untuk perburuan akurat, sementara proboscis pendek dan sponging untuk menyerap cairan tubuh mangsa; palpi labial panjang dan berbulu halus. Pada larva, kepala berotot dengan mandibula *hook-like* untuk menangkap inang.

Thorax robust dan menyatu, mendukung penerbangan cepat (lebar sekitar 2-3 mm), dengan *scutum* hitam mengkilap yang membentuk punggung berotot untuk otot sayap kuat. Sayap satu pasang hyalin (transparan) dengan vena kuat dan stigma gelap, memungkinkan penerbangan *agile* dan *hovering*; *halteres* (*balancer*)

berbulu untuk stabilitas. Abdomen kuning cerah (*flaviventris*) kontras dengan thorax hitam untuk aposematisme. *Scutellum* menonjol dan trapezoid. Kaki-kakinya raptorial dan panjang, dengan femur dan tibia berduri untuk menangkap mangsa; tarsus 5-segmen dengan dua *claw* dan *pulvillus* untuk adhesi pada permukaan kasar. Pada larva, kaki *pseudo-legs* bersegmen untuk pergerakan merayap di substrat.

Abdomen fleksibel dan terdiri dari 7-8 segmen *visible*, berwarna kuning cerah dengan segmen basal lebih gelap (panjang sekitar 3-5 mm), dengan spirakel lateral untuk respirasi efisien. Pada imago, abdomen dilengkapi dengan kelenjar feromonal di segmen posterior untuk komunikasi seksual; betina memiliki ovipositor panjang dan bergerigi untuk meletakkan telur di tanah atau inang. Kapasitas telur mencapai 50-100 butir per betina, mendukung siklus hidup musiman. Jantan memiliki aedeagus sederhana untuk transfer sperma. Telur berwarna putih pucat dengan mikropil. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak dan *hook caudal* untuk pertahanan. Pupa berbentuk coarctate dengan warna coklat, menyerupai biji pasir.

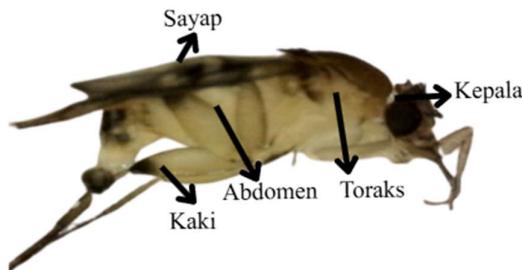
Habitat *Saigusaia flaviventris* menurut Kurina dan Grootaert (2016) bersifat subtropis dan arid, terkonsentrasi di wilayah Asia dengan distribusi yang meluas ke padang rumput kering dan tepi hutan. Spesies ini mendiami tanah berpasir, semak belukar, dan area terbuka dengan vegetasi rendah, di mana imago berburu di siang hari dan larva parasitoid di litter. Preferensi habitatnya mencakup suhu hangat (20-30°C) dan kelembaban rendah (40-60%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 4-6 minggu, dengan 2-3 generasi per tahun tergantung musim panas). Di habitat ini, lalat penerbangan aktif untuk perburuan, membentuk agregasi kawin di tanah hangat. Kepadatan populasi bervariasi (10-50 individu per m² pada puncak), berkontribusi pada pengendalian hama serangga tanah, meskipun rentan terhadap degradasi habitat dan pestisida

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	:Diptera

Famili	: Mycetophilidae
Genus	: <i>Saigusaia</i>
Spesies	: <i>Saigusaia flaviventris</i>

5. *Megaselia scalaris*



Gambar 38. *Megaselia scalaris*.
(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Megaselia scalaris anggota famili Phoridae dalam ordo Diptera, merupakan lalat bangkai (atau lalat pemakam) yang dikenal karena perilaku oportunistiknya dalam dekomposisi organik dan peran forensik dalam estimasi waktu kematian. Spesies ini bersifat omnivora, dengan imago (dewasa) memakan cairan organik seperti nektar, madu embun, dan cairan bangkai, sementara larva bersifat saprofag atau parasitoid terhadap serangga lain. Morfologi *Megaselia scalaris* mencerminkan adaptasi evolusioner untuk eksplorasi cepat dan reproduksi tinggi di lingkungan kotor, dengan struktur yang mendukung siklus hidup holometabolus, penerangan pendek, dan toleransi terhadap kondisi lembab. Variasi morfologi minor terlihat antar jenis kelamin (jantan dengan antena lebih panjang) dan stadium (telur, larva, pupa, imago), yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kelembaban substrat dan ketersediaan nutrisi organik.

Ukuran *Megaselia scalaris* relatif sangat kecil untuk lalat Phoridae. Pada imago dewasa, panjang tubuh total (dari kepala hingga ujung abdomen) berkisar antara 2 hingga 4 mm, dengan lebar thorax sekitar 1-1,5 mm. Jantan cenderung lebih kecil daripada betina (dimorfisme seksual ringan), dengan bobot imago sekitar 1-3 mg. Stadium larva memanjang hingga 5-7 mm saat matang, sementara telur berukuran sangat kecil (panjang 0,2-0,3 mm) dan berbentuk oval. Pupa panjang 2-

3 mm, tergantung jenis kelamin, dan sering terbungkus dalam puparium coklat untuk perlindungan.

Struktur tubuh *Megaselia scalaris* terbagi menjadi tiga regio utama: kepala, thorax, dan abdomen, dengan ciri khas yang mendukung fungsi saprofag dan eksploratif. Kepala bulat dan proporsional (lebar sekitar 0,5-0,8 mm), dilengkapi dengan sepasang antena 3-semen yang pendek dan moniliform (seperti manik-manik), berfungsi sebagai organ sensorik utama untuk mendeteksi bau bangkai, feromon, dan kelembaban melalui *olfaktoreceptor*. Mata majemuknya sedang dan reniform (*ginjal-shaped*), memberikan visi sudut lebar untuk navigasi di substrat gelap, sementara *proboscis* pendek dan sponging untuk menyerap cairan organik; palpi labial panjang dan berbulu halus. Pada larva, kepala berotot dengan mandibula hook-like untuk mengunyah jaringan lunak.

Thorax ramping dan menyatu, mendukung penerbangan pendek dan cepat (lebar sekitar 1-1,5 mm), dengan scutum hitam mengkilap yang membentuk punggung halus untuk otot sayap. Sayap satu pasang pendek dan lebar (*scaphoidea*), hyalin dengan vena sederhana dan discal cell, memungkinkan penerbangan zig-zag khas *scuttle fly* untuk menghindari predator; *halteres* (*balancer*) kecil untuk stabilitas. *Scutellum* menonjol dan *bilobed*. Kaki-kakinya *cursorial* dan panjang, dengan femur dan tibia berbulu; tarsus 5-semen dengan dua *claw* dan *pulvilli* pada permukaan lembab atau lengket. Pada larva, kaki pseudo-legs bersemen untuk pergerakan merayap di media organik.

Abdomen fleksibel dan terdiri dari 7 segmen visible, berwarna hitam kecoklatan dengan segmen tergang (panjang sekitar 1-2 mm), dengan spirakel lateral untuk respirasi efisien di lingkungan anaerobik parsial. Pada imago, *abdomen* dilengkapi dengan kelenjar feromonal di segmen posterior untuk kawin; betina memiliki ovipositor pendek untuk meletakkan telur pada substrat organik. Kapasitas telur mencapai 20-50 butir per betina per siklus, mendukung reproduksi berkali-kali, dengan siklus hidup singkat 2-3 minggu. Jantan memiliki aedeagus sederhana untuk transfer sperma. Telur berwarna putih pucat dengan mikropil. Larva memiliki abdomen memanjang dengan segmen lunak dan *hook caudal* untuk pertahanan. Pupa berbentuk puparium keras, menyerupai biji kecil untuk kamuflase.

Bostock (2015) menyatakan bahwa habitat *Megaselia scalaris* bersifat kosmopolitan dan sinantropik, tersebar luas di seluruh dunia termasuk wilayah tropis, subtropis, dan temperata seperti Eropa, Amerika, Asia, dan Australia, sering ditemukan di lingkungan urban. Spesies ini mendiami sampah organik, bangkai hewan, tanaman membusuk, rumah tangga (dapur, kamar mandi), dan fasilitas medis, di mana koloni berkembang biak di media lembab seperti kompos atau mayat. Preferensi habitatnya mencakup suhu hangat (20-30°C) dan kelembaban tinggi (70-90%), optimal untuk siklus hidupnya (sekitar 2-4 minggu, dengan hingga 10 generasi per tahun di iklim hangat). Di habitat ini, lalat penerbangan diurnal dan nocturnal untuk pencarian makanan, membentuk agregasi di sumber nutrisi. Kepadatan populasi tinggi (ratusan individu/m²), berkontribusi pada dekomposisi cepat dan analisis forensik, meskipun dapat menjadi hama rumah tangga atau vektor patogen.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Diptera
Famili	: Phoridae
Genus	: <i>Megaselia</i>
Spesies	: <i>Megaselia scalaris</i>

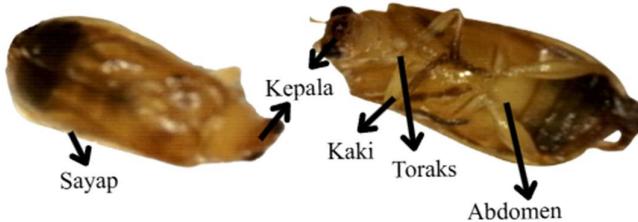
4.4.5 Serangga Bioindikator

Selain itu serangga berperan sebagai bioindikator juga ditemukan di kebun kopi, dimana didapatkan jumlah individu serangga bioindikator sebanyak 9 individu. Individu tersebut tersebar pada ketinggian 500 dan 600 mdpl, dan tidak ditemukan pada ketinggian 400 mdpl. Salah satu serangga bioindikator yang ditemukan yaitu *Haliplus obliquus*, dimana habitat serangga ini di perairan tawar seperti kolam, danau, sungai, yang memiliki suhu dan kelembapan yang lebih sejuk. Dimana pada ketinggian 400 mdpl pada perkebunan kopi yang berada di kecamatan Lawang Taji Kabupaten Pandeglang ini memiliki permukaan daratan yang lebih

dominan media bebatuan dan pasir dibanding dengan media tanahnya. Hal ini berpengaruh pada kemampuan penyimpanan air suatu media, setiap media memiliki sifat fisik yang berbeda beda. Menurut pendapat Wahyu (2021) sifat fisik media bebatuan dan pasir memiliki kapasitas penyimpanan air yang rendah jika dibandingkan dengan kapasitas penyimpanan air pada media tanah. Kapasitas penyimpanan air pada media pasir dan bebatuan yang rendah mempengaruhi kandungan kelembapan medianya. Selain itu perbedaan kondisi kelembapan dipengaruhi oleh topografi, iklim dan curah hujan. Pada daerah ini sebagian besar lahannya berupa bukit, sehingga tingkat curah hujan lumayan tinggi. Karena itu ditemukannya spesies serangga ini.

Adapun spesies serangga bioindikator yang ditemukan yaitu sebagai berikut:

1. *Haliplus obliquus*



Gambar 39. *Haliplus obliquus*

(Dokumentasi Pribadi, 2025)

Haliplus obliquus adalah anggota famili Haliplidae dalam ordo Coleoptera, yang dikenal sebagai kumbang air merayap (crawling water beetle) berdasarkan pernyataan Taher dan Heydarnejad (2019). Spesies ini memiliki tubuh oval dengan pola garis miring (*obliquus*) pada cangkangnya, yang membantu kamuflase di air. Kumbang dewasa (imago) memakan alga, detritus, atau serangga kecil, sementara larva bersifat predator terhadap invertebrata air. Bentuk tubuhnya dirancang untuk berenang lambat dan bernapas di bawah air, yang merupakan adaptasi untuk kehidupan akuatik. Ada perbedaan kecil antara jantan dan betina, seperti kaki jantan yang lebih lebar untuk kawin. Ukuran dan struktur tubuhnya dipengaruhi oleh kualitas air dan vegetasi di habitatnya. Ukuran *Haliplus obliquus* sangat kecil untuk kumbang air. Tubuh dewasa panjangnya sekitar 3 hingga 4 mm dari kepala hingga

ujung perut, dengan lebar sekitar 2 hingga 2,5 mm. Jantan biasanya sedikit lebih kecil daripada betina, dan beratnya sekitar 5 hingga 10 mg. Larva bisa mencapai panjang 2 hingga 3 mm saat sudah besar. Telurnya kecil, panjangnya 0,5 hingga 0,7 mm, berbentuk oval dan diletakkan di tanaman air. Pupa panjangnya 2 hingga 3 mm dan terbungkus di bawah air untuk melindungi diri.

Struktur tubuh *Haliphus obliquus* terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala, dada, dan perut. Setiap bagian memiliki ciri yang mendukung kehidupannya di air tawar. Kepala bulat dan kecil, dengan lebar sekitar 0,8 hingga 1 mm. Ia dilengkapi dua antena pendek bersegmen (11 segmen) yang berbulu halus untuk merasakan air dan makanan. Mata majemuknya berbentuk setengah bola, memungkinkan penglihatan di bawah air yang keruh. Mulutnya berbentuk rahang kuat untuk menggigit alga atau mangsa kecil. Pada larva, kepala punya rahang bengkok untuk menangkap hewan kecil.

Thorax kokoh dan oval, dengan lebar sekitar 1,5 hingga 2 mm, yang mendukung pergerakan renang. Cangkang sayap depan (*elytra*) panjang dan berwarna coklat dengan garis miring hitam (*obliquus*) untuk kamuflase. Sayap belakangnya dilipat di bawah *elytra* untuk terbang singkat di atas air. Kakinya seperti dayung, dengan empat kaki depan pendek untuk merayap di dasar air dan kaki belakang lebih panjang untuk berenang; setiap kaki punya empat segmen di ujung dengan cakar lengket. Pada larva, kaki pendek membantu bergerak di lumpur.

Perut fleksibel dengan delapan segmen yang terlihat, panjangnya sekitar 1,5 hingga 2 mm, berwarna coklat gelap. Ada lubang napas di sisi yang terhubung dengan gelembung udara untuk bernapas di bawah air. Pada dewasa, perut memiliki kelenjar feromon di bagian belakang untuk menarik pasangan. Betina punya tabung telur sederhana untuk meletakkan telur di vegetasi. Jantan memiliki alat kawin yang kuat. Larva punya perut lunak dengan ekor pendek untuk pertahanan. Pupa terbungkus kulit tipis seperti kapsul air.

Habitat *Haliphus obliquus* tersebar di wilayah temperata Eropa, seperti Jerman, Prancis, dan Inggris, serta sebagian Asia. Hidup di air tawar tenang seperti kolam kecil, sungai lambat, dan rawa dengan vegetasi padat. Larva berkembang di dasar berlumpur dekat tanaman air. Suhu favoritnya 15-25°C dengan kelembaban tinggi (hampir 100% di air), yang memungkinkan siklus hidup sekitar 6-12 bulan,

dengan telur di musim semi dan dewasa di musim panas. Kumbang ini aktif siang hari untuk mencari makanan dan kawin, sering berkumpul di tepi vegetasi. Populasi bisa padat, 50-200 individu per meter persegi, membantu membersihkan alga dan mengendalikan serangga air. Namun, ia rentan terhadap polusi air dan pengeringan habitat.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Coleoptera
Famili	: Haliplidae
Genus	: <i>Haliplus</i>
Spesies	: <i>Haliplus obliquus</i>

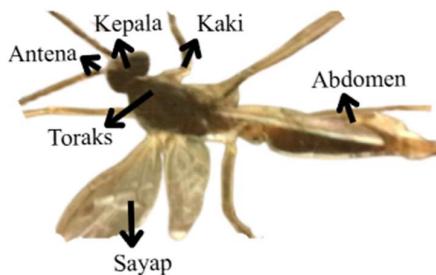
4.4.6 Serangga Parasitoid

Serangga parasitoid tidak dipungkiri ditemukan di lahan penelitian ini. Serangga parasitoid yang ditemukan jumlahnya lumayan tinggi, dimana jumlah dari keseluruhan serangga ini sebanyak 19 individu yang banyak berada di ketinggian 400 mdpl. Spesies serangga parasitoid yang temui yaitu *Blacus tripudians* yang masuk ke dalam famili braconidae. Habitat braconidae pada ekosistem hutan, lahan pertanian, ekosistem perairan. Keberadaan braconidae berkaitan dengan inang yang akan diparasitkan berupa ulat dari berbagai hama perkebunan seperti ulat. Serangga parasitoid dari famili Braconidae merupakan salah satu kelompok penting dalam ekosistem pertanian, termasuk di perkebunan kopi. Serangga ini memiliki syarat hidup yang spesifik, di mana mereka biasanya berkembang biak dengan cara bertelur di dalam atau pada tubuh inang, yang umumnya adalah serangga hama. Habitat Braconidae dapat ditemukan di berbagai lingkungan, termasuk hutan, ladang, dan kebun, di mana mereka dapat mengakses sumber makanan dan inang yang cukup. Dalam konteks perkebunan kopi, Braconidae berperan sebagai pengendali alami hama, seperti kutu daun dan penggerek kopi, dengan mengurangi

populasi hama tersebut melalui parasitisme. Dengan demikian, keberadaan serangga parasitoid ini sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan meningkatkan produktivitas tanaman kopi. Penelitian oleh Moreno *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa penggunaan serangga parasitoid seperti Braconidae dalam pengelolaan hama dapat mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, sehingga mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan.

Adapun spesies-spesies serangga parasitoid yang ditemukan yaitu sebagai berikut:

1. *Blacus tripudians*



Gambar 40. *Blacus tripudians*

(Dokumen Pribadi, 2025)

Blacus tripudians adalah anggota famili Braconidae dalam ordo Hymenoptera, yang dikenal sebagai tawon parasitoid. Spesies ini memiliki tubuh ramping dengan antena panjang dan perilaku parasit pada larva kupu-kupu atau ngengat (Lepidoptera), di mana betina meletakkan telur di dalam inang untuk larva tawon berkembang. Tawon dewasa (imago) memakan nektar atau cairan tumbuhan, sementara larva bersifat endoparasitoid yang memakan inang dari dalam. Bentuk tubuhnya dirancang untuk penerbangan presisi dan oviposisi akurat, yang merupakan adaptasi untuk berburu inang di vegetasi. Terdapat perbedaan antara jantan dan betina, seperti ovipositor betina yang panjang untuk menembus inang. Ukuran dan struktur tubuhnya dipengaruhi oleh ketersediaan inang dan kelembaban di habitatnya.

Ukuran *Blacus tripudians* relatif kecil untuk tawon Braconidae. Tubuh dewasa panjangnya sekitar 3 - 5 mm dari kepala hingga ujung perut, dengan lebar sekitar 1 hingga 1,5 mm. Betina biasanya sedikit lebih besar daripada jantan, dan

beratnya sekitar 2 hingga 5 mg. Larva bisa mencapai panjang 2 hingga 3 mm saat sudah besar di dalam inang. Telurnya sangat kecil, panjangnya 0,2 hingga 0,3 mm, berbentuk oval dan diletakkan satu per inang. Pupa panjangnya 2 hingga 4 mm dan terbungkus dalam kokon sutra di dekat inang untuk melindungi diri. Struktur tubuh *Blacus tripudians* terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala, dada, dan perut. Setiap bagian memiliki ciri yang mendukung kehidupannya sebagai parasitoid.

Kepala bulat dan kecil, dengan lebar sekitar 0,5 hingga 0,8 mm. Ia dilengkapi dua antena panjang bersegmen (sekitar 20-25 segmen) yang berfungsi sebagai sensor untuk merasakan bau inang, feromon, dan getaran daun. Mata majemuknya berbentuk setengah bola, memberikan penglihatan tajam untuk mendeteksi larva inang yang bergerak. Mulutnya berbentuk mengunyah sederhana untuk menghisap nektar dari bunga. Pada larva, kepala punya rahang kecil untuk memakan jaringan inang.

Dada kokoh dan menyatu, dengan lebar sekitar 0,8 hingga 1 mm, yang mendukung penerbangan cepat dan lincah. Sayapnya dua pasang, transparan dengan urat halus, panjangnya sekitar 3-4 mm, memungkinkan manuver di antara daun. Kakinya ramping dengan tiga pasang kaki bersegmen (setiap kaki punya lima segmen di ujung dengan cakar lengket) untuk mendarat stabil pada vegetasi. Pada larva, tidak ada kaki; ia merayap di dalam inang.

Perut ramping dan fleksibel dengan enam segmen yang terlihat, panjangnya sekitar 2 hingga 3 mm, berwarna hitam kecoklatan. Ada lubang napas (*spirakel*) di sisi untuk bernapas efisien selama oviposisi. Pada dewasa, perut betina punya ovipositor panjang (sekitar 1-2 mm) seperti jarum untuk meletakkan telur di larva inang. Jantan memiliki alat kawin sederhana di segmen akhir. Larva punya perut lunak yang memanjang untuk tumbuh di dalam inang. Pupa terbungkus kokon tipis seperti tabung sutra untuk bersembunyi.

Habitat *Blacus tripudians* menurut Erdogan (2023) tersebar di wilayah temperata Eropa, seperti Jerman, Prancis, dan Inggris, serta sebagian Asia. Umumnya hidup di hutan, kebun, dan padang rumput dengan vegetasi lebat, di mana inang seperti larva ngengat berkembang. Larva tawon tumbuh di dalam inang yang hidup di daun atau batang. Suhu favoritnya 15-25°C dengan kelembaban 60-80%, yang memungkinkan siklus hidup sekitar 4-6 minggu, dengan telur diletakkan

di musim semi dan dewasa muncul di musim panas. Tawon ini aktif siang hari untuk berburu dan kawin, sering berkumpul di sekitar tanaman inang. Populasi bisa padat, 20-100 individu/m² vegetasi, membantu mengendalikan hama Lepidoptera secara alami. Namun, ia rentan terhadap pestisida dan hilangnya habitat hutan.

Adapun klasifikasi serangga ini yaitu sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Insecta
Ordo	:	Hymenoptera
Famili	:	Braconidae
Genus	:	<i>Blacus</i>
Spesies	:	<i>Blacus tripudians</i>

4.5 Indeks Keanekaragaman Serangga

Keanekaragaman serangga merupakan indikator ekologis yang penting dalam menilai kestabilan dan kesehatan suatu ekosistem, khususnya di wilayah pegunungan yang memiliki perbedaan ketinggian dan kondisi lingkungan yang beragam. Serangga memainkan berbagai peran ekosistem penting seperti penyerbukan, dekomposisi, dan sebagai bagian dari rantai makanan. Oleh karena itu, perubahan dalam komposisi atau jumlah spesies serangga dapat menjadi sinyal awal dari perubahan ekologis yang lebih besar. Berdasarkan Tabel 2, nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') diukur pada tiga titik ketinggian, yakni ± 400 mdpl, ± 500 mdpl, dan ± 600 mdpl. Ditemukan bahwa indeks tertinggi terdapat pada ketinggian ± 600 mdpl dengan nilai 1,99, sedangkan nilai terendah tercatat pada ± 500 mdpl sebesar -0,11. Perbedaan nilai ini mencerminkan adanya variasi yang nyata dalam struktur komunitas serangga antar lokasi.

Tabel 2. Analisis Indeks Keanekaragaman Serangga

Ketinggian (Mdpl)	Indeks Keanekaragaman (H')	Kategori
±400 Mdpl	1,51	Sedang
±500 Mdpl	-0,11	Rendah
±600 Mdpl	1,99	Sedang

Pada ketinggian ±400 mdpl, nilai indeks H' sebesar 1,51 dikategorikan sebagai keanekaragaman sedang. Hal ini mengindikasikan bahwa spesies serangga pada zona ini cukup beragam dan relatif seimbang dalam hal kelimpahan masing-masing spesies. Faktor-faktor lingkungan seperti suhu yang lebih hangat, kelembaban yang stabil, serta ketersediaan vegetasi yang melimpah di ketinggian ini kemungkinan besar mendukung pertumbuhan dan perkembangan berbagai spesies serangga (Setiawan *et al.*, 2019). Namun demikian, tekanan dari aktivitas manusia, seperti pertanian intensif dan perubahan penggunaan lahan, dapat mempengaruhi komposisi dan stabilitas komunitas serangga, meskipun tidak secara drastis menurunkan keanekaragaman pada titik ini.

Hal yang cukup mencolok terjadi pada ketinggian ±500 mdpl, di mana nilai indeks keanekaragaman justru bernilai negatif, yakni -0,11. Ini tidak sesuai dengan konsep dasar indeks Shannon-Wiener, yang secara matematis tidak memungkinkan nilai negatif karena menggunakan logaritma dari proporsi positif spesies. Oleh karena itu, penting untuk melakukan evaluasi ulang terhadap data pada titik ini, termasuk kemungkinan adanya dominasi ekstrem oleh satu spesies atau kekosongan data yang menyebabkan distorsi nilai indeks (Magurran, 2021). Validasi metode pengumpulan data dan analisis sangat diperlukan agar hasil yang disajikan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan konservasi.

Pada ketinggian ±600 meter di atas permukaan laut (mdpl), nilai indeks keanekaragaman serangga yang diperoleh sebesar 1,99 yang termasuk dalam kategori sedang menurut kriteria umum indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'). Nilai ini menunjukkan bahwa komunitas serangga di wilayah tersebut memiliki jumlah spesies yang cukup beragam dengan distribusi kelimpahan yang relatif merata antar spesies. Dengan kata lain, tidak ada satu spesies yang terlalu

dominan, sehingga interaksi antar spesies dalam komunitas berjalan seimbang dan stabil secara ekologis.

Kondisi lingkungan pada ketinggian ±600 mdpl biasanya lebih sejuk, lembab, dan memiliki tutupan vegetasi yang lebih alami dibandingkan dataran rendah. Faktor-faktor ini mendukung ketersediaan habitat mikro yang bervariasi serta sumber daya yang cukup untuk mendukung berbagai jenis serangga. Keanekaragaman yang tergolong sedang ini mengindikasikan bahwa lingkungan di ketinggian tersebut masih mendukung proses-proses ekosistem yang penting, seperti penyerbukan, dekomposisi, dan pengendalian populasi alami menurut Setiawan *et al.*, (2019). Meskipun nilainya belum mencapai kategori tinggi, indeks 1,99 menunjukkan potensi ekologi yang baik dan relatif stabil. Hal ini dapat dijadikan sebagai indikator bahwa kawasan pada ketinggian ini berada dalam kondisi yang cukup sehat dan belum terlalu terpengaruh oleh gangguan antropogenik seperti deforestasi, urbanisasi, atau pencemaran. Dengan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan, nilai keanekaragaman ini masih dapat ditingkatkan menuju kategori yang lebih tinggi.

Temuan ini sejalan dengan sejumlah studi yang menyatakan bahwa faktor ketinggian berperan besar dalam menentukan struktur komunitas serangga. Perubahan elevasi berdampak pada berbagai parameter abiotik seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan ketersediaan sumber daya, yang kesemuanya dapat memengaruhi distribusi dan keanekaragaman serangga (Rahmawati *et al.*, 2020). Semakin tinggi suatu tempat, semakin kompleks pula adaptasi yang dibutuhkan oleh organisme untuk bertahan hidup. Oleh karena itu, penelitian seperti ini sangat penting untuk memahami dinamika biodiversitas di kawasan pegunungan. Namun demikian, agar hasil penelitian lebih robust, perlu dilakukan pengulangan pengambilan sampel, peningkatan akurasi identifikasi taksonomi, serta analisis statistik yang lebih mendalam. Keanekaragaman serangga tidak hanya mencerminkan kondisi lingkungan saat ini, tetapi juga dapat digunakan untuk memprediksi perubahan ekologis di masa depan akibat perubahan iklim dan aktivitas antropogenik.

4.6 Indeks Dominansi Serangga

Indeks dominansi merupakan salah satu parameter penting dalam analisis ekologi yang digunakan untuk mengukur tingkat dominasi suatu spesies dalam komunitas. Nilai indeks dominansi (C) menurut Magurran (2021) berkisar antara 0 hingga 1, di mana nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan dominasi tinggi oleh satu atau beberapa spesies saja, sedangkan nilai yang rendah menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang terlalu dominan dalam komunitas. Berdasarkan Tabel 3, seluruh lokasi pada ketinggian ± 400 mdpl, ± 500 mdpl, dan ± 600 mdpl menunjukkan kategori dominansi rendah, dengan nilai masing-masing 0,44; 0,11; dan 0,21.

Tabel 3. Analisis Indeks Dominansi Serangga

Ketinggian (Mdpl)	Indeks Dominansi (C)	Kategori
± 400 Mdpl	0,44	Rendah
± 500 Mdpl	0,11	Rendah
± 600 Mdpl	0,21	Rendah

Pada ketinggian ± 400 mdpl, nilai indeks dominansi tercatat sebesar 0,44, yang walaupun tergolong dalam kategori rendah, menunjukkan adanya spesies tertentu yang sedikit lebih dominan dibandingkan di lokasi lain. Hal ini mungkin disebabkan oleh kondisi lingkungan dataran rendah yang cenderung lebih terpengaruh oleh aktivitas manusia, seperti penggunaan lahan pertanian dan pemukiman. Tekanan lingkungan tersebut dapat menyebabkan berkurangnya jumlah spesies lawan, sehingga satu atau beberapa spesies mampu mendominasi komunitas menurut Setiawan *et al.*, (2019).

Sementara itu, pada ketinggian ± 500 mdpl, nilai indeks dominansi menurun drastis menjadi 0,11, yang menunjukkan bahwa struktur komunitas serangga pada ketinggian ini sangat seimbang dan tidak didominasi oleh spesies tertentu. Meskipun sebelumnya ditemukan nilai keanekaragaman yang rendah pada titik ini, nilai dominansi yang sangat rendah bisa mengindikasikan bahwa populasi serangga tersebar merata, namun jumlah spesies yang ada sangat sedikit atau tersebar dalam

jumlah kecil. Fenomena ini bisa mencerminkan tahap awal pemulihan ekosistem atau pengaruh dari faktor eksternal seperti fragmentasi habitat.

Pada ketinggian ± 600 mdpl, nilai indeks dominansi kembali sedikit meningkat menjadi 0,21, tetapi tetap dalam kategori rendah. Hal ini menunjukkan komunitas serangga yang cukup stabil, dengan tidak adanya spesies dominan yang terlalu unggul. Keseimbangan ini dapat mencerminkan habitat yang relatif alami dan memiliki kondisi ekologis yang baik. Vegetasi yang lebih padat serta tekanan antropogenik yang lebih kecil di ketinggian ini memungkinkan komunitas serangga berkembang secara lebih merata (Rahmawati *et al.*, 2020). Menariknya, meskipun nilai indeks keanekaragaman (tabel 2) di ketinggian ± 600 mdpl tergolong sedang (1,99), nilai indeks dominansinya tetap rendah. Kombinasi ini mencerminkan kondisi komunitas yang ideal, di mana banyak spesies hadir dalam jumlah yang relatif seimbang. Komunitas seperti ini lebih tahan terhadap gangguan eksternal karena tidak tergantung pada spesies tertentu untuk mempertahankan struktur ekosistem. Keseimbangan antara keanekaragaman dan dominansi merupakan ciri khas dari ekosistem yang sehat dan kompleks.

Secara umum, hasil dari ketiga titik ketinggian menunjukkan bahwa tidak ada spesies serangga yang secara berlebihan mendominasi komunitas pada masing-masing lokasi. Ini merupakan temuan yang positif dari segi konservasi, karena dominasi tinggi biasanya menjadi indikasi adanya gangguan ekologis seperti pencemaran, fragmentasi habitat, atau introduksi spesies asing. Oleh karena itu, nilai dominansi yang rendah menunjukkan bahwa ekosistem di ketiga lokasi ini masih mampu mempertahankan kestabilan komunitas. Namun demikian, penting untuk mempertimbangkan bahwa rendahnya indeks dominansi tidak selalu berhubungan langsung dengan tingginya keanekaragaman. Seperti yang terlihat pada titik ± 500 mdpl, meskipun dominansi sangat rendah (0,11), nilai indeks keanekaragaman justru negatif (-0,11) berdasarkan Tabel 2 sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa dominansi rendah bisa saja terjadi dalam komunitas dengan jumlah spesies yang sangat sedikit. Oleh sebab itu, pemahaman nilai dominansi harus selalu dikaitkan dengan parameter ekologi lainnya. Untuk mengoptimalkan pemanfaatan data indeks dominansi dalam perencanaan konservasi, diperlukan pemantauan jangka panjang dan integrasi dengan data lingkungan lainnya seperti

kelembaban, suhu, dan struktur vegetasi. Indeks dominansi yang rendah harus dipertahankan dengan menjaga kealamian habitat, membatasi gangguan akibat ulah manusia, dan mencegah invasi spesies asing yang berpotensi mengubah struktur komunitas secara drastis.

4.7 Indeks Kemerataan Serangga

Indeks kemerataan (E) merupakan salah satu parameter penting dalam studi ekologi yang mengukur distribusi relatif individu antar spesies dalam suatu komunitas. Nilai indeks ini berkisar antara 0 hingga 1, di mana nilai yang mendekati 1 menunjukkan distribusi yang sangat merata, sementara nilai mendekati 0 mengindikasikan dominasi oleh beberapa spesies saja (Magurran, 2021). Berdasarkan Tabel 4, nilai indeks kemerataan serangga pada tiga ketinggian yang berbeda menunjukkan variasi yang signifikan dengan nilai 0,26 di ±400 Mdpl, -0,02 di ±500 Mdpl, dan 0,44 di ±600 Mdpl.

Tabel 4. Analisis Indeks Kemerataan Serangga

Ketinggian (Mdpl)	Indeks Kemerataan (E)	Kategori
±400 Mdpl	0,26	Rendah
±500 Mdpl	-0,02	Rendah
±600 Mdpl	0,44	Sedang

Pada ketinggian ±400 Mdpl, nilai indeks kemerataan sebesar 0,26 tergolong dalam kategori rendah. Nilai ini menunjukkan bahwa distribusi individu serangga di lokasi tersebut belum merata, kemungkinan terdapat beberapa spesies yang jumlah individunya jauh lebih banyak dibandingkan spesies lainnya. Fitriani *et al.*, (2018) menyatakan kondisi ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor lingkungan, seperti intensitas aktivitas manusia yang lebih tinggi di daerah dataran rendah serta tekanan kompetisi antar spesies yang mempengaruhi struktur komunitas.

Menariknya, pada ketinggian ±500 Mdpl, nilai indeks kemerataan tercatat negatif yaitu -0,02 yang secara teori tidak memungkinkan karena indeks kemerataan seharusnya bernilai positif. Nilai negatif ini bisa menjadi indikasi adanya kesalahan dalam penghitungan atau data sampling yang tidak representatif.

Hal ini juga dapat dibuktikan oleh Rahayu *et al.*, (2015) menunjukkan ketidakseimbangan komunitas serangga yang sangat ekstrim atau gangguan ekologis yang mempengaruhi distribusi individu antar spesies secara signifikan. Oleh karena itu, data pada ketinggian ini perlu dikaji ulang untuk memastikan validitas hasil.

Sebaliknya, pada ketinggian ± 600 Mdpl, nilai indeks kemerataan sebesar 0,44 termasuk dalam kategori sedang. Nilai ini mengindikasikan bahwa distribusi individu antar spesies serangga lebih merata dibandingkan di ketinggian lainnya. Susanto dan Wahyudi (2017) menyatakan bahwa kondisi ini bisa disebabkan oleh lingkungan yang lebih alami dan kurang terpengaruh oleh gangguan manusia, sehingga memungkinkan berbagai spesies serangga untuk berkembang secara seimbang. Hal ini memperlihatkan potensi keanekaragaman yang lebih stabil pada ketinggian ini. Kondisi kemerataan yang sedang di ketinggian ± 600 Mdpl juga berkontribusi pada keseimbangan ekosistem. Komunitas serangga berdasarkan pada Rahman *et al.*, (2019) yang memiliki kemerataan tinggi biasanya lebih tahan terhadap gangguan eksternal karena tidak bergantung pada satu atau beberapa spesies dominan. Dengan distribusi individu yang relatif merata, proses ekosistem seperti polinasi dan dekomposisi dapat berjalan dengan lebih efektif, mendukung kesehatan lingkungan secara keseluruhan.

Nilai indeks kemerataan yang rendah pada ketinggian ± 400 Mdpl dan negatif di ± 500 Mdpl mengindikasikan bahwa faktor seperti konversi lahan, penggunaan pestisida, dan polusi mungkin sangat berpengaruh terhadap struktur komunitas serangga di daerah ini. Keberadaan spesies dominan atau penurunan jumlah spesies tertentu dapat mengganggu fungsi ekosistem dan mengurangi layanan ekosistem yang dihasilkan oleh komunitas serangga. Sari *et al.*, (2016) menyebutkan pentingnya melakukan monitoring rutin terhadap indeks kemerataan sebagai indikator kesehatan ekosistem. Indeks kemerataan yang baik mencerminkan komunitas yang seimbang dan berfungsi optimal. Oleh karena itu, pengelolaan habitat yang baik dan konservasi menjadi sangat penting, terutama pada area yang memiliki nilai kemerataan rendah agar dapat meningkatkan distribusi spesies secara merata.

Selain itu, hasil analisis indeks kemerataan serangga juga dapat digunakan untuk menilai dampak perubahan iklim lokal pada distribusi spesies. Widodo *et al.*, (2018) menjelaskan perubahan suhu dan kelembaban yang signifikan pada ketinggian tertentu dapat memengaruhi aktivitas dan keberadaan serangga, yang pada akhirnya mempengaruhi kemerataan komunitas. Data ini dapat menjadi dasar untuk perencanaan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di wilayah tersebut. Perbedaan nilai indeks kemerataan antar ketinggian menekankan perlunya pendekatan pengelolaan konservasi yang spesifik sesuai dengan kondisi ekologis masing-masing ketinggian. Pendekatan konservasi yang berbeda diperlukan untuk daerah yang terganggu dibandingkan dengan yang masih alami, sehingga dapat menjaga keanekaragaman dan kemerataan komunitas serangga secara berkelanjutan menurut penjelasan Nugroho dan Hidayat, (2014). Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa ketinggian berpengaruh signifikan terhadap kemerataan komunitas serangga. Lokasi pada ketinggian ± 600 Mdpl memiliki distribusi individu serangga yang paling merata dibandingkan titik lain, yang mengindikasikan kondisi ekosistem yang lebih sehat dan stabil. Oleh karena itu, penting untuk terus memantau serta menjaga kualitas habitat di berbagai ketinggian guna mempertahankan keanekaragaman dan kemerataan serangga sebagai indikator utama kesehatan ekosistem.