



Kondisi habitat dan keberadaan tropobion memengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan semut di perkebunan kakao

Habitat conditions and the presence of trophobiont affect the diversity
and abundance of ants in cocoa plantations

Novita Yuniasari^{1*}, Nely Yulianti², Toto Himawan², Akhmad Rizali²

¹Program Studi Entomologi Pertanian, Program Pascasarjana, Fakultas Pertanian,
Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang 65145

²Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jalan Veteran, Malang 65145

(diterima November 2020, disetujui Maret 2021)

ABSTRAK

Kondisi habitat di sekitar pertanaman kakao yang meliputi tutupan kanopi dan vegetasi bawah (gulma) serta keberadaan tropobion kutu putih (*Planococcus* sp.) dapat mempengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan semut. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keanekaragaman dan kelimpahan semut pada perkebunan kakao serta mempelajari pengaruh kondisi habitat perkebunan kakao dan keberadaan tropobion terhadap kekayaan spesies dan kelimpahan semut. Penelitian dilaksanakan di 12 lokasi yang tersebar di lima kabupaten di Jawa Timur. Pengambilan contoh semut dilakukan dengan metode umpan tuna dan pengambilan secara langsung. Dari hasil penelitian ditemukan 8 spesies semut dari 5.475 individu. Semut paling dominan yang ditemukan pada lokasi penelitian, yaitu *Dolichoderus thoracicus* (Smith) dan *Technomyrmex albipes* (Smith). Berdasarkan analisis regresi, terdapat hubungan antara tutupan kanopi dan keanekaragaman vegetasi dengan spesies semut, tetapi tidak dengan kelimpahannya, sedangkan keberadaan tropobion menunjukkan korelasi positif dengan kelimpahan semut. Kondisi habitat pertanaman kakao dan keberadaan tropobion mempengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan semut di perkebunan kakao.

Kata kunci: perangkap umpan, simbiosis mutualisme, tutupan kanopi, vegetasi bawah

ABSTRACT

Habitat conditions around cocoa plantations which include canopy cover and lower vegetation (weeds) as well as the presence of mealybugs trophobiont (*Planococcus* sp.) can affect the diversity and abundance of ants. The objective of this research was to study the diversity and abundance of ants in cocoa plantations and to study the effect of habitat conditions and the presence of trophobiont (*Planococcus* sp.) on species richness and ant abundance. The research was carried out in 12 locations spread across five districts in East Java. Ant samples were collected by tuna bait and direct collection. The results obtained 5,475 individuals and 8 species of ants. The most dominant ants and found in all areas were *Dolichoderus thoracicus* (Smith) and *Technomyrmex albipes* (Smith). Based on the regression analysis, there is a relationship between canopy cover and vegetation diversity with ant species, but not with abundance, meanwhile the presence of trophobiont shows a positive correlation with ant abundance. The habitat conditions for cocoa cultivation and the presence of trophobiont affect the diversity and abundance of ants in cocoa plantations.

Key words: bait trap, canopy cover, lower vegetation, symbiotic mutualism

*Penulis korespondensi: Novita Yuniasari. Program Studi Entomologi Pertanian, Program Pascasarjana, Fakultas pertanian, Universitas Brawijaya
Jalan Veteran, Malang 65145, Tel: 0341-569237, Faks: 0341-560011, Email: novitayuniasari16@gmail.com

PENDAHULUAN

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peranan penting bagi perekonomian negara Indonesia, pengembangan agroindustri, dan sumber pendapatan bagi petani. Berdasarkan data luas areal dan produktivitas kakao dari Kementerian Pertanian (2019), perkembangan luas areal perkebunan kakao di Indonesia selama periode waktu 2010–2019 cenderung datar sebesar 0,62%. Pada tahun 2010, luas areal perkebunan mencapai 1.650.621 ha, kemudian terjadi penambahan luas areal menjadi 1.683.868 ha pada tahun 2019. Akan tetapi, penambahan tersebut tidak diikuti dengan kenaikan jumlah produksi dan produktivitas kakao. Selama periode waktu 2010–2019, perkembangan produksi dan produktivitas kakao mengalami fluktuasi dan cenderung menurun. Rata-rata pertumbuhan produksi kakao sebesar 2,60% dengan produktivitas 0,74% per tahun.

Penurunan produksi dan produktivitas kakao dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya akibat serangan hama. Populasi hama penting, seperti serangga kepik penghisap buah (*Helopeltis* sp.) dan penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* (Snellen)), telah diperhitungkan keberadaannya di perkebunan kakao (Karmawati & Siswanto 2012; Lestari & Purnomo 2018). Keberadaan hama pada perkebunan kakao dapat ditekan dengan pemanfaatan musuh alami berupa predator semut, seperti *Oecophylla smaragdina* (Fabricius), *Anoplolepis* sp., dan *Dolichoderus thoracicus* (Smith) dilaporkan dapat memangsa kepik penghisap buah dan hama penggerek buah kakao (Edy et al. 2008).

Komposisi dan keanekaragaman spesies semut sangat dipengaruhi oleh kondisi habitat sekitar (Woodcock et al. 2007). Selain itu, keberadaan semut juga dipengaruhi oleh kehadiran kutu putih *Planococcus* sp. yang sering disebut dengan interaksi tropobion (Ho & Khoo 1997). Kutu putih menghasilkan embun madu yang digunakan semut sebagai sumber makanan dan sebagai timbal baliknya semut akan melindungi kutu putih dari serangan predatornya (Itioka & Inoue 1999).

Pengetahuan mengenai hubungan kondisi habitat sekitar dan interaksi tropobion dengan keanekaragaman semut pada tanaman kakao

penting untuk dipelajari, terutama hubungannya dengan pengendalian hama. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh kondisi habitat perkebunan kakao dan keberadaan tropobion terhadap kekayaan spesies dan kelimpahan semut pada perkebunan kakao di Provinsi Jawa Timur.

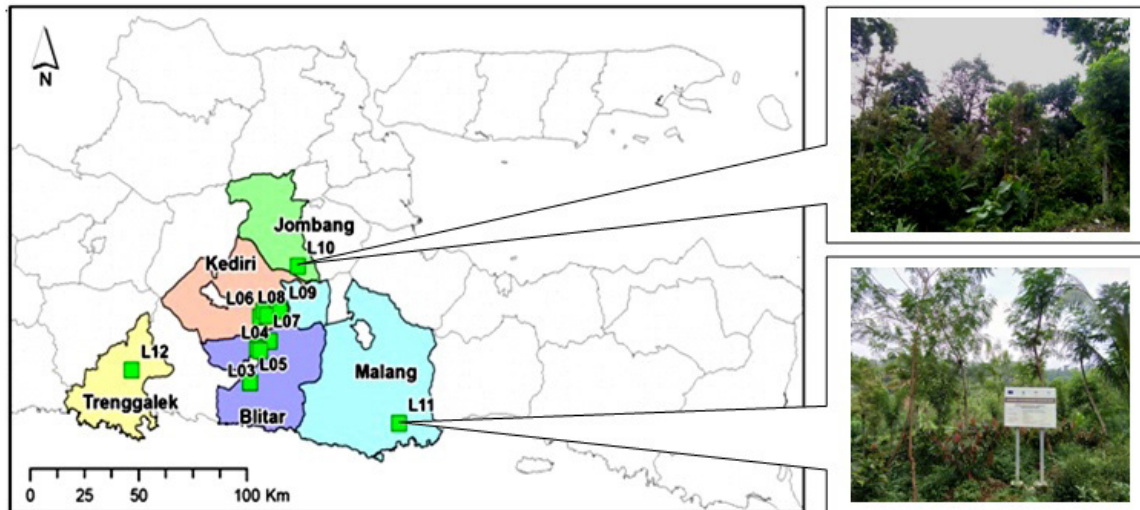
BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

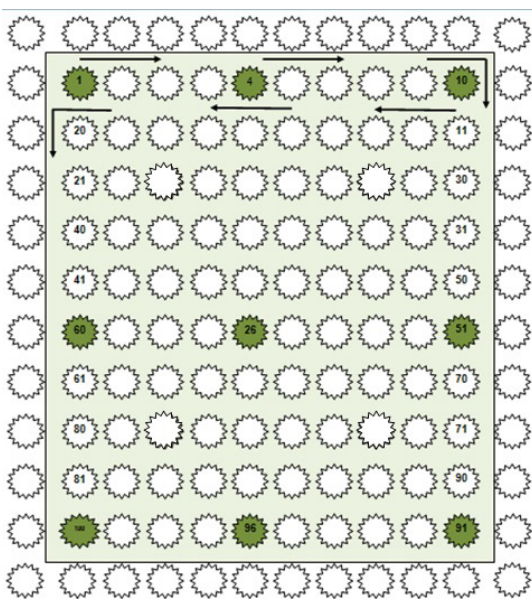
Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu dengan melakukan survei lokasi berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Penelitian dilaksanakan di perkebunan kakao yang tersebar di 12 titik lokasi di Jawa Timur (Gambar 1). Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan kriteria sebagai berikut: tanaman menghasilkan atau sedang produktif, umur tanaman kakao berkisar 3–10 tahun, dan jumlah tanaman kakao dalam satu lokasi minimal 100 tanaman.

Pengambilan contoh semut dan pengamatan tropobion kutu putih

Pengamatan dan pengambilan sampel semut pada setiap plot dilakukan dengan metode pengambilan langsung (*hand collecting*) dan metode perangkap umpan menggunakan ikan tuna. Metode pengambilan secara langsung dilakukan pada keseluruhan contoh tanaman kakao yang terdapat koloni kutu putih. Semut yang ditemukan kemudian diambil secara acak menggunakan kuas dan disimpan di dalam botol koleksi berisi alkohol 70%. Metode perangkap umpan dilakukan menggunakan ikan tuna yang telah dicacah halus kemudian diletakkan di percabangan tanaman kakao. Jumlah tanaman contoh yang digunakan sebanyak 9 pohon pada setiap plot pengamatan yang dipilih untuk mewakili setiap sisi plot (Gambar 2). Pengambilan contoh dilakukan selama 1 jam dengan mengamati semut yang mengunjungi umpan setiap 15 menit (Hasriyanti et al. 2015), kemudian semut yang terperangkap dikoleksi dan disimpan ke dalam botol koleksi yang telah terisi alkohol 70%. Seluruh spesimen yang didapat diidentifikasi sampai tingkat morfospesies (pendekatan identifikasi semut hingga tingkat spesies berdasarkan perbedaan karakter morfologi dari tiap genus) dengan mengacu pada Hashimoto & Rahman (2003).



Gambar 1. Lokasi lahan kakao yang tersebar di Kabupaten Blitar (L01: Modangan; L02: Kemloko1; L03: Kemloko2; L04: Krenceng; L05: Plosorejo), Kab. Kediri (L06: Babadan; L07: Badek; L08: Pakelan; L09: Laharpang), Kab. Jombang (L10: Sambirejo), Kab. Malang (L11: Sukodono), dan Kab. Trenggalek (L12: Sukowetan).



Gambar 2. Plot pengambilan contoh semut yang terdiri atas 100 pohon untuk pengambilan langsung (*hand collecting*) dan 9 pohon untuk pemasangan umpan tuna (lingkaran dengan warna gelap).

Pengamatan tropobion dilakukan dengan cara menghitung secara langsung jumlah populasi dari koloni kutu putih *Planococcus* sp. pada buah 100 tanaman contoh.

Pengamatan vegetasi di bawah tanaman kakao

Pengamatan vegetasi dilakukan untuk mengetahui kekayaan spesies gulma di bawah pertanaman kakao. Metode yang digunakan, yaitu dengan estimasi visual menggunakan

bingkai (*frame*) berukuran 1 m x 1 m. Pada masing-masing lokasi penelitian, ditentukan 10 subplot secara acak. Pengambilan contoh gulma dilakukan menggunakan tangan kemudian gulma dibersihkan dari kotoran dan tanah yang menempel disekitar perakaran dan dimasukkan ke dalam amplop atau plastik secara terpisah (Tustiyani et al. 2019). Seluruh gulma yang diperoleh kemudian diidentifikasi menggunakan buku Xu et al. (2017) Volume 1–3. Langkah selanjutnya mengelompokkan gulma berdasarkan spesies dan menghitung jumlahnya, kemudian dilakukan perhitungan nilai *summed dominance ratio* (SDR).

Pengamatan kerapatan tutupan kanopi

Pengamatan kerapatan tutupan kanopi dilakukan dengan cara mengambil tiga sampel foto tutupan kanopi secara acak pada lokasi pengamatan menggunakan kamera. Proses pengambilan foto dilakukan dengan cara meletakkan kamera di atas permukaan tanah yang berada di antara dua pohon kakao. Foto yang diperoleh kemudian dilakukan perhitungan persentase tutupan kanopi menggunakan aplikasi imageJ (Rueden et al. 2017).

Analisa data

Hubungan keanekaragaman dan kelimpahan semut dengan kondisi habitat dan kelimpahan tropobion dianalisis menggunakan analisis regresi. Keseluruhan analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak R-Statistic versi 3.6.3 (R Core Team 2016).

HASIL

Keanekaragaman dan kelimpahan semut

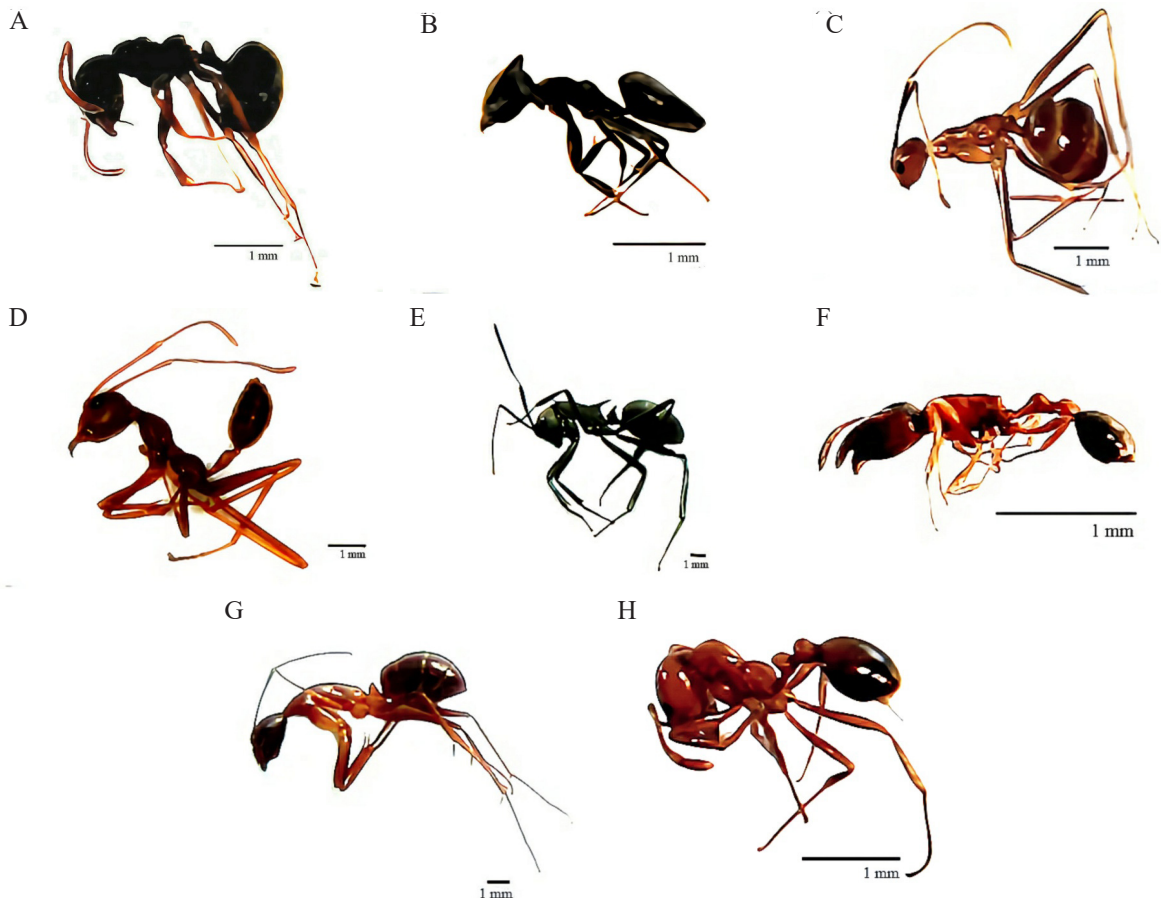
Keanekaragaman semut yang ditemukan di 12 lokasi penelitian terdiri atas 3 subfamili (Dolichoderinae, Formicinae, dan Myrmicinae) dan 8 spesies (*D. thoracicus*, *Technomyrmex albipes* (Smith), *Anoplolepis gracilipes* (F. Smith), *O. smaragdina*, *Polyrhacis* sp., *Monomorium* sp., *Camponotus* sp, dan *Solenopsis* sp.) (Gambar 3) dengan total 5.475 individu (Tabel 1). Spesies semut yang ditemukan dengan kelimpahan tinggi adalah *D. thoracicus* (3.469 individu) dan *T. albipes* (1.108 individu).

Pengaruh kondisi habitat terhadap keanekaragaman dan kelimpahan semut

Berdasarkan hasil analisis regresi, kerapatan tutupan kanopi pada lahan kakao berkorelasi positif dengan keanekaragaman semut ($R^2 = 0,205$; $P = 0,003$) (Gambar 4A), yang mana jumlah spesies semut akan meningkat apabila

tutupan kanopi semakin rapat. Namun, hasil berbeda ditunjukkan pada kelimpahan semut ($R^2 = 0,020$; $P = 0,196$) yang tidak berkorelasi dengan kerapatan tutupan kanopi (Gambar 4B). Analisis juga dilakukan pada 2 jenis semut dominan pada lokasi penelitian, yaitu *D. thoracicus* dan *T. albipes*. Hasil analisis regresi menunjukkan adanya korelasi antara kerapatan tutupan kanopi dan kelimpahan semut *T. albipes* ($R^2 = 0,142$; $P = 0,013$) (Gambar 4D), namun hasil yang berbeda ditunjukkan pada spesies *D. thoracicus* ($R^2 = -0,019$; $P = 0,561$) yang tidak berkorelasi dengan kerapatan tutupan kanopi (Gambar 4C).

Pada keanekaragaman vegetasi bawah pertanaman kakao, hasil analisis regresi menunjukkan adanya korelasi negatif dengan kekayaan spesies semut ($R^2 = -0,131$; $P = 0,017$) (Gambar 5A), yang berarti semakin tinggi keanekaragaman vegetasi maka jumlah spesies semut cenderung semakin menurun, sedangkan pada kelimpahan individu semut ($R^2 = 0,013$; $P = 0,232$) (Gambar

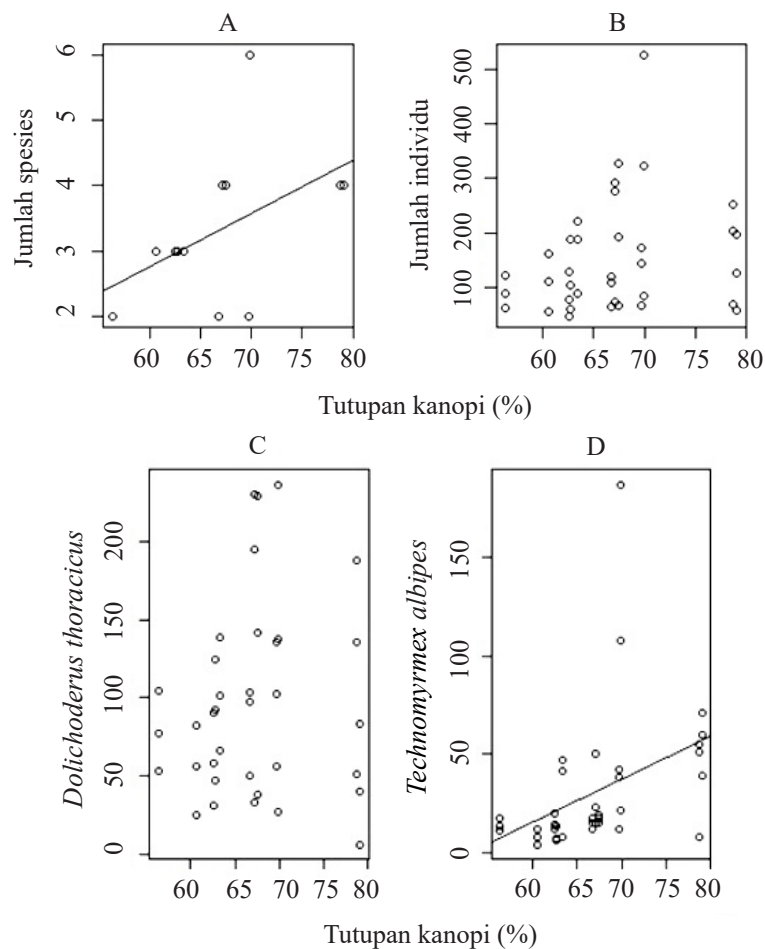


Gambar 3. Spesies semut yang ditemukan di lokasi penelitian. A: *Dolichoderus thoracicus*; B: *Technomyrmex albipes*; C: *Anoplolepis gracilipes*; D: *Polyrhacis* sp.; E: *Oecophylla smaragdina*; F: *Monomorium* sp.; G: *Camponotus* sp.; dan H: *Solenopsis* sp.

Tabel 1. Keanekaragaman dan kelimpahan semut di 12 lokasi penelitian perkebunan kakao

| Subfamili Spesies | Lokasi penelitian | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | L01 | L02 | L03 | L04 | L05 | L06 | L07 | L08 | L09 | L10 | L11 | L12 |
| Dolichoderinae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dolichoderus thoracicus</i> | 307 | 459 | 402 | 375 | 235 | 129 | 179 | 410 | 264 | 295 | 251 | 163 |
| <i>Technomyrmex albipes</i> | 96 | 88 | 316 | 114 | 41 | 170 | 46 | 51 | 26 | 92 | 44 | 24 |
| Formicinae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anoplolepis gracilipes</i> | | | | | | 64 | | 97 | 55 | | | 142 |
| <i>Polyrhaxis</i> sp. | 97 | 64 | 52 | | | | | | | | | |
| <i>Oecophylla smaragdina</i> | | | | | | 22 | 31 | 30 | | | | |
| Myrmicinae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Monomorium</i> sp. | | 32 | 68 | | | | | | | | | |
| <i>Camponotus</i> sp. | | | 51 | 18 | | | | | 9 | | | |
| <i>Solenopsis</i> sp. | | | 46 | 20 | | | | | | | | |
| Total spesies | 3 | 4 | 6 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 |
| Total individu | 500 | 643 | 935 | 527 | 276 | 385 | 256 | 588 | 295 | 387 | 354 | 329 |

Kabupaten Blitar (L01: Modangan; L02: Kemloko1; L03: Kemloko2; L04: Krenceng, L05: Plosorejo),
 Kab. Kediri (L06: Babadan; L07: Badek; L08: Pakelan; L09: Laharpang),
 Kab. Jombang (L10: Sambirejo), Kab. Malang (L11: Sukodono), dan Kab. Trenggalek (L12: Sukowetan).

**Gambar 4.** Hubungan antara tutupan kanopi dengan A: jumlah spesies; B: jumlah individu; C: *Dolichoderus thoracicus*; dan D: *Technomyrmex albipes*.

5B) menunjukkan tidak adanya korelasi. Hasil analisis regresi keanekaragaman vegetasi bawah dengan dua jenis semut dominan *D. thoracicus* ($R^2 = -0,008$; $P = 0,402$) dan *T. albipes* ($R^2 = 0,011$; $P = 0,243$), secara keseluruhan menunjukkan tidak adanya korelasi.

Hubungan kelimpahan tropobion dengan keanekaragaman semut

Berdasarkan hasil pengamatan, tropobion yang ditemukan pada keseluruhan lokasi penelitian tergolong ke dalam spesies *Planococcus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae). Hasil analisis regresi antara kelimpahan *Planococcus* sp. dan semut menunjukkan adanya korelasi positif ($R^2 = 0,458$; $P < 0,001$) (Gambar 6A) yang mana semakin tinggi kelimpahan *Planococcus* sp. maka kelimpahan semut juga akan semakin meningkat. Namun, hasil berbeda terlihat pada kekayaan spesies semut ($R^2 = 0,041$; $P = 0,122$) yang menunjukkan tidak adanya korelasi (Gambar 6B). Selain itu, kelimpahan *Planococcus* sp. juga berkorelasi dengan semut spesies *D. thoracicus* ($R^2 = 0,449$; $P < 0,001$) (Gambar 6C) dan *T. albipes* ($R^2 = 0,113$; $P = 0,025$) (Gambar 6D), semakin meningkat kelimpahan *Planococcus* sp. maka semakin meningkat pula kelimpahan kedua semut tersebut.

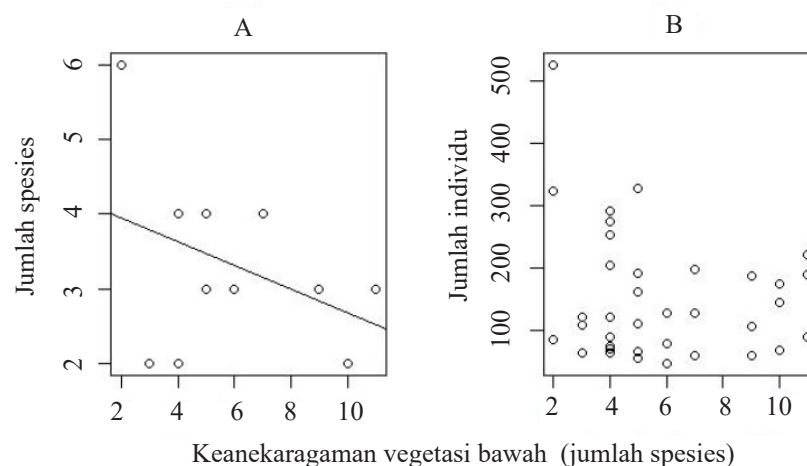
PEMBAHASAN

Keanekaragaman spesies semut di lahan dapat dipengaruhi oleh kondisi habitat, seperti kerapatan tutupan kanopi dan vegetasi bawah (gulma)

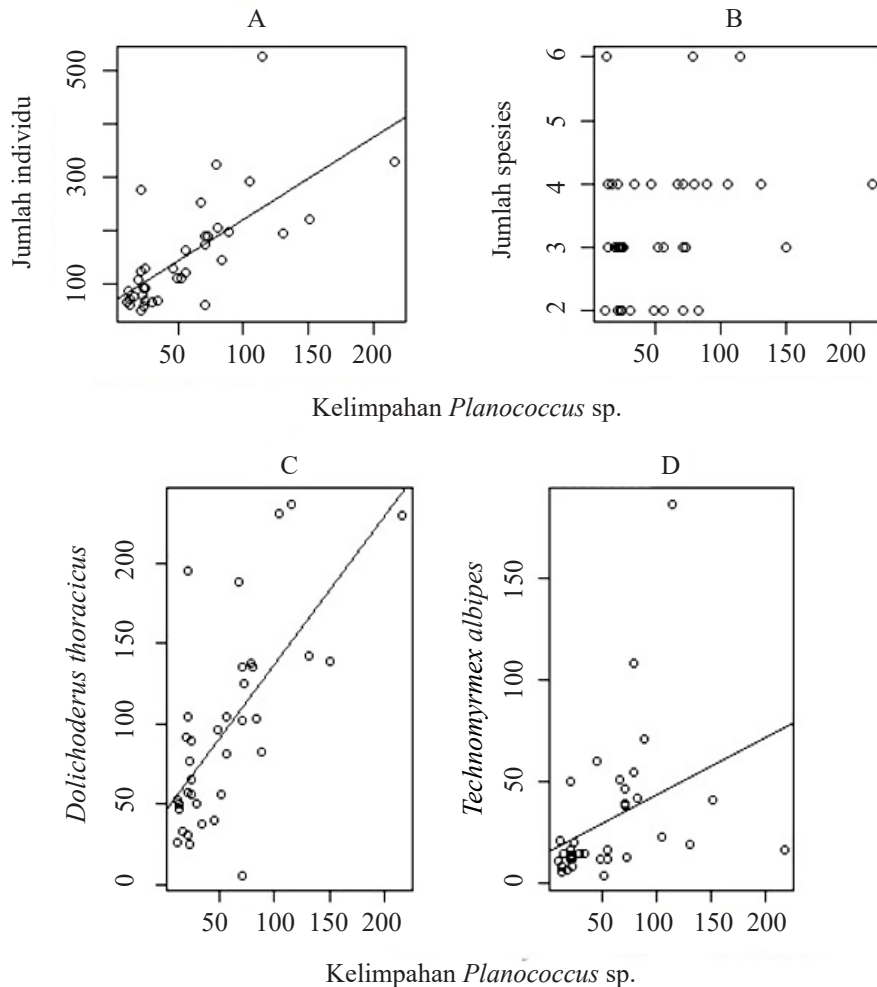
di perkebunan kakao. Tutupan kanopi secara langsung dapat mempengaruhi tingkat penetrasi sinar matahari ke tanaman atau bahkan permukaan tanah. Sinar matahari berhubungan dengan suhu dan kelembaban yang dibutuhkan untuk kehidupan serangga. Pada areal yang memiliki proporsi tutupan kanopi 70% lebih disukai oleh banyak jenis semut dibandingkan dengan areal dengan tutupan sedang atau terbuka. Areal tertutup memiliki kelembaban dan suhu yang stabil sehingga mampu menciptakan iklim mikro bagi perkembangbiakan semut (Rizal et al. 2020).

Kerapatan tutupan kanopi juga berhubungan dengan kandungan bahan organik tanah. Semakin rapat tutupan kanopi maka akan menghasilkan serasah lebih banyak. Serasah yang kemudian akan didekomposisi oleh fauna tanah dan kemudian dimanfaatkan sebagai sumber energi. Menurut Putra et al. (2017) mengatakan bahwa semut menyukai areal dengan kandungan bahan organik tinggi. Bahan organik yang tinggi akan mempengaruhi keberadaan fauna tanah yang merupakan mangsa bagi semut.

Keberadaan semut *D. thoracicus* yang menjadi salah satu spesies dominan di lahan dapat dipengaruhi oleh ketebalan serasah. Semut *D. thoracicus* selain berperan sebagai predator, juga mampu menghancurkan serasah dengan cara memakannya sehingga semut ini juga digolongkan ke dalam serangga yang membantu proses pembentukan tanah (Hasyimuddin et al. 2017). Selain itu, dominansi semut *D. thoracicus* dan *T. albipes* karena mereka termasuk ke dalam Subfamili Dolichoderinae yang merupakan spesies semut yang aktif mencari makanan dan ditemukan



Gambar 5. Hubungan antara keanekaragaman vegetasi bawah dengan A: jumlah spesies dan B: jumlah individu.



Gambar 6. Hubungan antara kelimpahan *Planococcus* sp. dengan A: jumlah spesies; B: jumlah individu; C: *Dolichoderus thoracicus*; dan D: *Technomyrmex albipes*.

dalam jumlah yang banyak. Semut Subfamili Dolichoderinae tergolong ke dalam spesies dengan aktivitas pencarian makan yang tinggi (Anderson 1995).

Selain itu, keanekaragaman spesies semut juga dipengaruhi oleh vegetasi bawah (gulma) di perkebunan kakao. Semut memanfaatkan gulma sebagai sumber pakan alternatif, tempat bersarang, dan berlindung dari sinar matahari. Menurut Landis et al. (2000) tumbuhan berbunga di bawah pertanian budi daya merupakan sumber pakan langsung bagi organisme musuh alami, misalnya dengan menyediakan nektar dan polen. Selain dapat memperoleh nektar dan polen dari vegetasi berbunga, semut juga dapat memperoleh mangsa dari serangga lain yang mengunjungi vegetasi berbunga tersebut sehingga semut dengan mudah memakan mangsanya (Wahyuni et al. 2013). Keberadaan gulma juga berpotensi menyediakan relung termasuk iklim mikro yang sesuai bagi

kehidupan semut dan arthropoda lainnya (Agus 2007).

Kehadiran kutu putih (*Planococcus* sp.) di lokasi pertanaman kakao secara langsung dapat mempengaruhi kelimpahan semut di lahan penelitian. Embun madu yang dihasilkan oleh kutu putih menjadikan daya tarik bagi semut untuk hadir dan menetap. Embun madu tersebut dimanfaatkan sebagai alternatif pakan ketika populasi mangsa dari semut dalam jumlah sedikit. Keberadaan kutu putih dan kehadiran semut merupakan bentuk dari simbiosis mutualisme. Menurut Asbani (2005), interaksi tersebut terjadi ketika semut memanfaatkan sekresi gula yang dikeluarkan oleh kutu putih sebagai sumber pakan, kemudian kutu putih akan mendapatkan perlindungan dari semut untuk menghindari serangan musuh alaminya, serta membantu dalam pemencaran atau penyebaran kutu putih.

KESIMPULAN

Keanekaragaman dan kelimpahan spesies semut di perkebunan kakao dipengaruhi oleh faktor kerapatan tutupan kanopi, keanekaragaman vegetasi bawah serta interaksi dengan tropobion. Keanekaragaman semut yang ditemukan pada keseluruhan lokasi penelitian terdiri atas 3 subfamili (Dolichoderinae, Formicinae, dan Myrmicinae), 8 spesies (*D. thoracicus*, *T. albipes*, *A. gracilipes*, *O. smaragdina*, *Polyrhachis* sp., *Monomorium* sp., *Camponotus* sp., dan *Solenopsis* sp.) dengan total 5.475 individu. Spesies semut yang mendominasi, yaitu *D. thoracicus* dan *T. albipes*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pemilik lahan kakao yang telah memberikan izin untuk pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga kami ucapkan kepada Muhammad Ari Bachtiar dan Emha Dwi Rifqi Rafid yang telah membantu pelaksanaan penelitian di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus YH. 2007. *Keanekaragaman Collembola, Semut dan Laba-laba Permukaan Tanah pada Empat Tipe Penggunaan Lahan*. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Anderson AN. 1995. A classification of Australian ant communities. Based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography* 22:15–29. doi: <https://doi.org/10.2307/2846070>.
- Asbani N. 2005. *Kelimpahan Parasitoid Kutu Putih Dysmicoccus brevipes (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) serta Keanekaragaman Semut pada Tanaman Nanas*. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Edy, Anshary A, Yunus M. 2008. Kemampuan memangsa *Dolichoderus thoracicus* Smith (Hymenoptera: Formicidae) pada berbagai stadium perkembangan serangga penggerek buah kakao, *Conopomorpha cramerella* (Snellen). *Agroland* 15:112–16.
- Hashimoto Y, Rahman H. 2003. *Inventory and Collection Total Protocol for Understanding of Biodiversity*. Sabah: Research and Education Component BBEC Programme.
- Hasriyanti, Rizali A, Buchori D. 2015. Keanekaragaman semut dan pola keberadaannya pada daerah urban di Palu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Entomologi Indonesia* 12:39–47. doi: <https://doi.org/10.5994/jei.12.1.39>.
- Hasyimuddin, Syahribulan, Usman AA. 2017. Peran ekologis serangga tanah di perkebunan Patallassang Kecamatan Patallassang, Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional Biology for Life (Gowa, 10 November 2017)*. hlm. 70–78. Gowa: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Ho CT, Khoo KC. 1997. Partners in biological control of cocoa pests: Mutualism between *Dolichoderus thoracicus* (Hymenoptera: Formicidae) and *Cataenococcus hispidus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Bulletin of Entomological Research* 87:461–470. doi: <https://doi.org/10.1017/S0007485300041328>.
- Itioka T, Inoue T. 1999. The alternation of mutualistic ant species affects the population growth of their trophobiont mealybug. *Ecography* 22:167–177. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1999.tb00465.x>.
- Karmawati E, Siswanto K. 2012. Pengendalian Hama utama kakao (*Conopomorpha cramerella* dan *Helopeltis* spp.) dengan pestisida nabati dan agens hayati. *Perspektif* 11:103–12.
- Kementerian Pertanian. 2019. *Buku Outlook Komoditas Perkebunan Kakao*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian.
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45:175–201. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175>.
- Lestari P, Purnomo P. 2018. Intensitas serangan hama penggerek batang kakao di perkebunan rakyat Cipadang, Gedongtataan, Pesawaran. *Jurnal Agro Industri Perkebunan* 6:1–8. doi: <https://doi.org/10.25181/jaip.v6i1.746>.
- Putra IM, Hadi M, Rahadian R. 2017. Struktur komunitas semut (Hymenoptera: Formicidae) di lahan pertanian organik dan anorganik Desa Batur, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang. *Bioma* 19:170–176. doi: <https://doi.org/10.14710/bioma.19.2.170-176>.
- R Core Team. 2016. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.

- Rizal, Rifanjani S, Kartikawati SM. 2020. Keanekaragaman jenis semut (Formicidae) di kawasan Gunung Selindung Desa Twi Mentibar Kecamatan Selakau Kabupaten Sambas. *Jurnal Hutan Lestari* 8:278–285.
- Tustiyani I, Nurjanah DR, Maesyaroh SS, Mutakin J. 2019. Identifikasi keanekaragaman dan dominansi gulma pada lahan pertanaman jeruk (*Citrus* sp.). *Jurnal Kultivasi* 18:779–782. doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v18i1.18933>.
- Rueden CT, Schindelin J, Hiner MC, DeZonia BE, Walter AE, Arena ET, Eliceiri KW. 2017. ImageJ2: ImageJ for the next generation of scientific image data. *BMC Bioinformatics* 18:529. doi: <https://doi.org/10.1186/s12859-017-1934-z>.
- Wahyuni R, Wijayanti R, Supriyadi. 2013. Peningkatan keragaman tumbuhan berbunga sebagai daya tarik predator hama padi. *Journal of Agronomy Research* 2:40–46.
- Woodcock BA, Potts SG, Westbury DB, Ramsay AJ, Lambert M, Harris SJ, Brown VK. 2007. The Importance of sward architectural complexity in structuring predatory and phytophagus invertebrate assemblages. *Ecology of Entomology* 32:302–311. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2007.00869.x>.
- Xu Z, Zhou G. 2017. *Identification and Control of Common Weeds: Volume 1*. Dordrecht: Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-94-024-0954-3>.
- Xu Z, Deng M. 2017. *Identification and Control of Common Weeds: Volume 2*. Dordrecht: Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-94-024-1157-7>.
- Xu Z, Chang L. 2017. *Identification and Control of Common Weeds: Volume 3*. Singapore: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5403-7>.