

Keanekaragaman Tumbuhan Bawah dan Implikasinya terhadap Serangga di Kawasan Budi Daya Tanaman di Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung, Jawa Barat

Siska Rasiska^{1*}, Sudarjat¹, Chay Asdak², Parikesit², dan Budhi Gunawan²

¹Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Soekarno Km 21 Jatinangor-Sumedang 45363

²Sekolah Pascasarjana, Universitas Padjadjaran, Jl. Dipati Ukur No. 35 Bandung

*Alamat korespondensi: s.rasiska@unpad.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima: 30-03-2023

Direvisi: 30-07-2023

Dipublikasi: 14-08-2023

ABSTRACT/ABSTRAK

Diversity of Understorey Plants, and Their Implication for Insect in Cultivated Area in Kamojang Crater, Ibum District, Bandung Regency, West Java

Keywords:

Biodiversity, Cultivated area, High conservation value, Landscape

The landscape in Kamojang Crater, Ibum District, Bandung Regency consists of conservation, protected, and cultivated areas that have high biodiversity. This study aimed to identify the diversity of understorey plants and insect species found in the cultivation area. The method used was descriptive exploratory sampling using transect lines within a radius of 500 m in four different locations of cultivation areas, namely near Nature Reserves (NR), Nature Tourism Parks (NTP), agricultural lands, and Protected Forests. (PF). This research was conducted from July to November 2022. The results showed that 41 families and 96 species of understorey plants were found, and three families had the highest Importance Value Index (IVI), namely Asteraceae, Fabaceae, and Poaceae. Undergrowth plant *Ageratina riparia* is mostly found near NR and NTP, meanwhile *Imperata cylindrica* commonly is found near agricultural land and PF. The diversity of understorey species is in the high category and evenly distributed in all locations. Insect groups found consisted of 9 orders and 78 families. The three families with the highest IVI values were Cicadellidae, Acrididae, and Drosophilidae. The Cicadellidae family is found near NR and PF, Acrididae near NTP, and Drosophilidae near agricultural land. Most insects have a functional role as herbivores (32 families) with the highest IVI namely Cicadellidae, predators (11 families) with the higher IVI namely Formicidae, Parasiticides (16 families), and pollinators (3 families with the highest IVI value was Syrphidae. Other insects have roles as decomposers, neutrals, livestock pests, water insects, entomopathogenic vectors, and disease vectors. The diversity of insect species is in the moderate category and spreads evenly.

Kata Kunci:

Kawasan budidaya, Keanekaragaman hayati, Lanskap, Nilai konservasi tinggi

Lanskap di Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung terdiri dari kawasan konservasi, kawasan lindung dan kawasan budi daya yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keanekaragaman jenis tumbuhan bawah dan serangga yang terdapat di kawasan budi daya. Metode yang digunakan adalah eksploratif deskriptif dengan pengambilan sampel secara transek garis berjalan sejauh radius 500m di empat lokasi kawasan budidaya yang berbeda, yaitu di dekat Cagar Alam (CA), Taman Wisata Alam (TWA), lahan pertanian dan Hutan Lindung (HL). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli hingga November 2022. Hasil penelitian menunjukkan ditemukannya 41 famili dan 96 spesies tumbuhan bawah serta tiga famili yang memiliki Indeks Nilai Penting (INP)

tertinggi, yaitu Asteraceae, Fabaceae, dan Poaceae. Tumbuhan bawah *Ageratina riparia* banyak ditemukan di dekat CA dan TWA, sedangkan *Imperata cylindrica* banyak ditemukan di dekat lahan pertanian dan HL. Keanekaragaman jenis tumbuhan bawah terkategori tinggi dan tersebar di semua lokasi secara merata. Kelompok serangga yang ditemukan termasuk ke dalam 9 ordo dan 78 famili dan tiga famili dengan nilai INP tertinggi yaitu Cicadellidae, Acrididae dan Drosophilidae. Famili Cicadellidae banyak ditemukan di dekat CA dan HL, Acrididae di dekat TWA dan Drosophilidae di dekat lahan pertanian. Sebagian besar serangga memiliki peran fungsional sebagai herbivor (32 famili) dengan INP tertinggi yaitu Cicadellidae, predator (11 famili) dengan INP tertinggi yaitu Formicidae, parasitoid (16 famili) dengan INP tertinggi yaitu Braconidae, dan polinator (3 famili) dengan INP tertinggi yaitu Syrphidae. Serangga lainnya memiliki peranan sebagai dekomposer, netral, hama ternak, serangga air, vektor entomopatogen, dan vektor penyakit. Keanekaragaman jenis serangga terkategori sedang dan menyebar secara merata.

PENDAHULUAN

Pada konsep tata ruang, kawasan budi daya merujuk pada wilayah atau area yang diatur dan dimanfaatkan secara spesifik untuk kegiatan pertanian atau budi daya tanaman. Kawasan ini merupakan kawasan non hutan yang dapat digunakan untuk kegiatan budi daya berdasarkan kondisi dan potensi sumberdayanya baik sumberdaya alam, sumberdaya manusia, maupun sumberdaya buatan. Penataannya diatur dalam Undang-undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, dan penentuan fungsinya diatur dalam SK Menteri Pertanian No. 837/Kpts/Um/11/1980 dan No.683/Kpts/Um/8/1981. Penataan kawasan budi daya ditentukan berdasarkan pada tingkat kesesuaian penggunaan lahan, yaitu wilayah dengan tutupan lahan atau vegetasi yang rendah (<40%) diperuntukkan budidaya tanaman semusim, wilayah dengan tutupan lahan yang sedang (40-75%) peruntukkan budidaya tanaman perkebunan, sedangkan wilayah dengan tutupan lahan yang tinggi (75%) peruntukkan kawasan penyangga dan lindung (Budiarta, 2020; Putra & Mardiatno, 2012).

Kawasan budidaya di Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung diperuntukkan budidaya tanaman semusim yang lokasinya berdekatan dengan kawasan konservasi dan lindung. Menurut Konsorsium Revisi High Conservation Value (HCV) Toolkit Indonesia (2008), kawasan budidaya, konservasi dan lindung menjadi satu kesatuan lanskap yang terkait dengan berbagai keanekaragaman hayati termasuk di antaranya tumbuhan bawah dan serangga. Berdasarkan

fungsinya, keanekaragaman tumbuhan bawah di suatu kawasan hutan dapat memengaruhi proses ekologi dan layanan ekosistem berupa siklus nutrisi (Salim & Budiadi, 2014), regenerasi pohon, evapotranspirasi, pengaturan iklim, konservasi air, pencegah erosi, dinamika patogen dan serangga arthropoda (Landuyt *et al.*, 2019). Terkait dengan fungsi tumbuhan bawah terhadap dinamika serangga arthropoda, maka keanekaragaman serangga arthropoda di suatu lanskap juga memiliki berbagai layanan ekosistem, di antaranya sebagai pengendali hayati (Boesing *et al.*, 2017; Rusch *et al.*, 2010), polinator (Power *et al.* 2012; Taki *et al.*, 2007; Cole *et al.*, 2017; Bartomeus *et al.*, 2014; Brittain *et al.*, 2010), dan penyubur tanah (Picker, 2012).

Tumbuhan bawah memiliki struktur seperti arsitektur daun (volume kanopi), morfologi dan senyawa volatil terpenoid, dan makronutrient. Hal tersebut akan menentukan serangga herbivor untuk menjadikannya sebagai inang sehingga kemudian dapat memengaruhi komposisi komunitas serangga pada suatu habitat (Piper *et al.*, 2018). Tumbuhan bawah berbunga (Asteraceae) yang berada di sekitar pohon efektif menjadi pendukung bagi serangga polinator dan beberapa musuh alami, dibandingkan dengan tumbuhan bawah yang berada di dekat kawasan hutan (*natural area*). Namun belum diketahui interaksi struktur vegetasi pada skala lanskap terhadap komunitas hama dan musuh alami (Saunders & Luck, 2018). Keragaman struktur vegetasi baik pohon maupun tutupan tumbuhan bawah sebagai salah satu variabel kualitas habitat memiliki pengaruh yang kuat terhadap kelimpahan dan kekayaan spesies serangga (Fuller *et al.*, 2018).

Struktur lanskap yang memiliki konektivitas akan memudahkan serangga arthropoda untuk berdistribusi. Sementara itu pada struktur lanskap yang terfragmentasi, serangga arthropoda akan mengalami kesulitan untuk beraktivitas, seperti mencari makan, perlindungan, tempat tinggal dan tempat bereproduksi, bahkan bisa menyebabkan kematian atau punahnya organisme, yang berakibat pada menurunnya keanekaragaman serangga (da Silva Persoa Vieira *et al.*, 2022). Vegetasi yang beranekaragam pada suatu Kawasan, dapat menjadi habitat bagi beragam serangga arthropoda juga. Selain itu keberadaan serangga arthropoda dilaporkan dapat menjadi indikator kualitas lingkungan (Akutsu *et al.*, 2007), sehingga keberadaannya menjadi sangat penting.

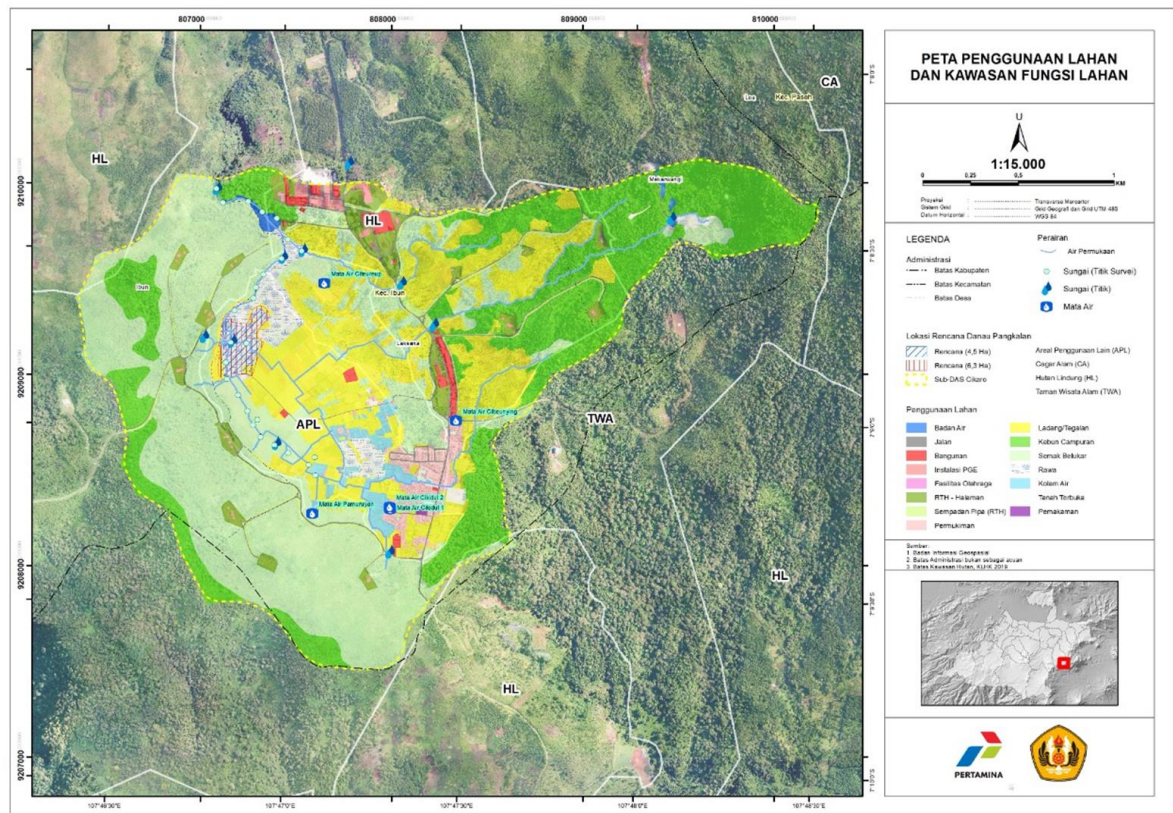
Penelitian mengenai keterkaitan antara tumbuhan bawah dan implikasinya terhadap serangga di kawasan konservasi sudah banyak dilakukan. Tumbuhan sclelophilly dan tumbuhan bawah di hutan hujan tropis (Neotropical, Panama) dan hutan sub-tropis (Australia) menjadi habitat penting bagi serangga herbivor pembentuk gall daun, terutama daun sclelophilly yang mati oleh jamur, sedangkan jumlah predator terbanyak terdapat ditemukan pada tumbuhan non sclelophilly. Selain itu jumlah spesies tumbuhan yang terinfestasi serangga dengan tingkat kerusakannya lebih besar lebih banyak ditemukan pada hutan hujan tropis dibandingkan di hutan sub-tropis (Ribeiro *et al.*, 2014). Tumbuhan bawah menjadi habitat utama bagi beberapa herbivor dibandingkan *Quercus alba* dan *Q. velutina* dengan ditemukannya 138 spesies serangga arthropoda (Corff & Marquis, 1999). Pada hutan campuran dan hutan pinus Gunung Tangkuban Parahu ditemukan arthropoda sebanyak 5 ordo yang dapat terbang yaitu Diptera (2043 individu), Coleoptera (768 individu), Hymenoptera (331 individu), Homoptera (284 individu), dan juga 2 ordo yang tidak dapat terbang, yaitu Colembola (444 individu) dan Acarina (252 individu) (Trisnawati & Subahar, 2011). Keanekaragaman kumbang saproksilat lebih banyak ditemukan di tumbuhan bawah daripada kanopi yang berada di tepi hutan dibandingkan di dalam hutan gugur beriklim sedang di Republik Ceko Tenggara, sedangkan di bagian dalam hutan 80% preferensi kumbang saproksilat

pada kanopi lebih tinggi dibandingkan di tumbuhan bawah (Vodka & Cizek, 2013).

Tumbuhan bawah *Amaranthus hybridus* dilaporkan disukai oleh serangga herbivor dari famili acrididae, alydidae, chrysomellidae, dan phyrgomorphidae. Pada tumbuhan tersebut ditemukan juga predator dari famili formicidae serta parasitoid bagi acrididae dari famili sphecidae (Ojumoola *et al.*, 2019). Serangga arthropoda pada tumbuhan bawah di hutan hujan tropis ditemukan berlimpah. Tumbuhan bawah yang rapat digunakan oleh serangga arthropoda sebagai sumber makanan, sehingga predator pun jumlahnya semakin meningkat (Richards & Windsor, 2007). Tumbuhan bawah dapat menjadi makanan serangga arthropoda yang berperan sebagai herbivor, tempat berlindung bagi musuh alami (predator dan parasitoid), tempat bereproduksi dan tinggal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keanekaragaman dan distribusi tumbuhan bawah, dan implikasinya terhadap keanekaragaman serangga arthropoda di kawasan budidaya yang berdekatan dengan kawasan konservasi dan lindung Kawah Kamojang, Kecamatan Igun, Kabupaten Bandung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli hingga November 2022, berlokasi di Desa Laksana, Kecamatan Igun, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Lokasi penelitian dibagi menjadi empat bagian berdasarkan pada tutupan lahan, yaitu kawasan budidaya dekat dengan Cagar Alam (CA), dekat dengan Taman Wisata Alam (TWA), dekat dengan lahan pertanian dan dekat dengan Hutan Lindung (HL) (Gambar 1). Kawah Kamojang merupakan suatu kawasan wisata alternatif yang letaknya berbatasan antara Kabupaten Garut dan Kabupaten Bandung serta berada di area PLTU Geothermal dan hutan hujan tropis Kamojang. Metode yang digunakan di dalam penelitian ini adalah eksploratif deskriptif. Pengambilan contoh dilakukan secara transek garis berjalan dengan radius lebih dari 500 m, dan masing-masing titik pengambilan contoh berjarak 100 m, sehingga diperoleh 20 plot.



Gambar 1. Peta lokasi percobaan yang menunjukkan Tutupan dan penggunaan lahan di Kawasan Budidaya Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung, Jawa Barat.

Tabel 1. Perhitungan terhadap peranan dan struktur komunitas tumbuhan bawah dan serangga

Variabel	Persamaan	Kriteria
Kerapatan Jenis (K)	$\frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas semua petak contoh}}$	
Kerapatan Relatif (KR)	$\frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Jumlah kerapatan semua jenis}} \times 100\%$	
Frekuensi Jenis (F)	$\frac{\text{Jumlah sub petak jenis ditemukan}}{\text{Jumlah semua petak contoh}}$	
Frekuensi Relatif (FR)	$\frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Jumlah frekuensi semua jenis}} \times 100\%$	
Indeks Nilai Penting (INP)	Kerapatan relatif + Frekuensi relatif	
Indeks Keanekaragaman Jenis (H')	$-\sum \frac{n_i}{N} \log \frac{n_i}{N}$ atau $-\sum p_i \ln p_i$	H < 0= rendah, H 1-3 sedang, H > 3 tinggi
Indeks Kemerataan (e)	$\frac{H}{\log S}$ atau H/ln S	E < 0,5 : Sebaran individu antar jenis tidak merata; dan E > 0,5 : Sebaran individu antar jenis merata.
Indeks Kekayaan Jenis (R)	(S - 1)/ln N	R < 3 : Kekayaan rendah; 3 < R ≤ 5 : Kekayaan sedang; R > 5 : Kekayaan tinggi
Indeks Dominansi (C)	$\sum (n_i/N)^2$	C < 1: Spesies beranekaragam; C = 1: Spesies tidak beranekaragam

Pengambilan sampel tumbuhan bawah dan serangga dilakukan dengan metode kuadran, yaitu petak ukur dibuat berdasarkan bidang petak, meliputi petak berukuran 10 x 10 m untuk serangga, ukuran 4 x 4 m untuk tumbuhan semak belukar, dan ukuran 1 x 1 m untuk tumbuhan bawah, dan pada petak ukur dicatat jenis dan jumlah masing-masing target. Identifikasi tumbuhan dilakukan langsung di lokasi dengan menggunakan aplikasi *PlantNet Identification* serta mencocokkannya dengan berbagai literatur. Pengambilan contoh serangga pada jalur transek dilakukan dengan menggunakan jaring ayun, selanjutnya dimasukkan ke dalam plastik zip untuk dibawa ke laboratorium. Identifikasi dilakukan langsung di lapangan untuk serangga arthropoda yang tidak tertangkap dengan cara difoto menggunakan kamera dan diidentifikasi dengan menggunakan aplikasi *iNaturalist Identification* dan dibawa ke Laboratorium Hama Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, untuk dicocokkan dengan buku arthropoda Borror & White (1970). Serangga diidentifikasi berdasarkan karakter morfologinya sampai tingkat famili yang diamati dengan menggunakan mikroskop (Olympuz SZ-PT, Japan).

Data tumbuhan dan serangga yang diperoleh selanjutnya diolah untuk mengetahui kerapatan, frekuensi, untuk menentukan Indeks Nilai Penting (INP) dalam upaya mengetahui peranannya di dalam komunitas. Dihitung pula struktur komunitasnya berdasarkan pada Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon, Indeks Kemerataan, Indeks Kekayaan Jenis Margalef dan Indeks dominansinya Simpson (Magurran, 1988).

HASIL DAN PEMBAHASAN

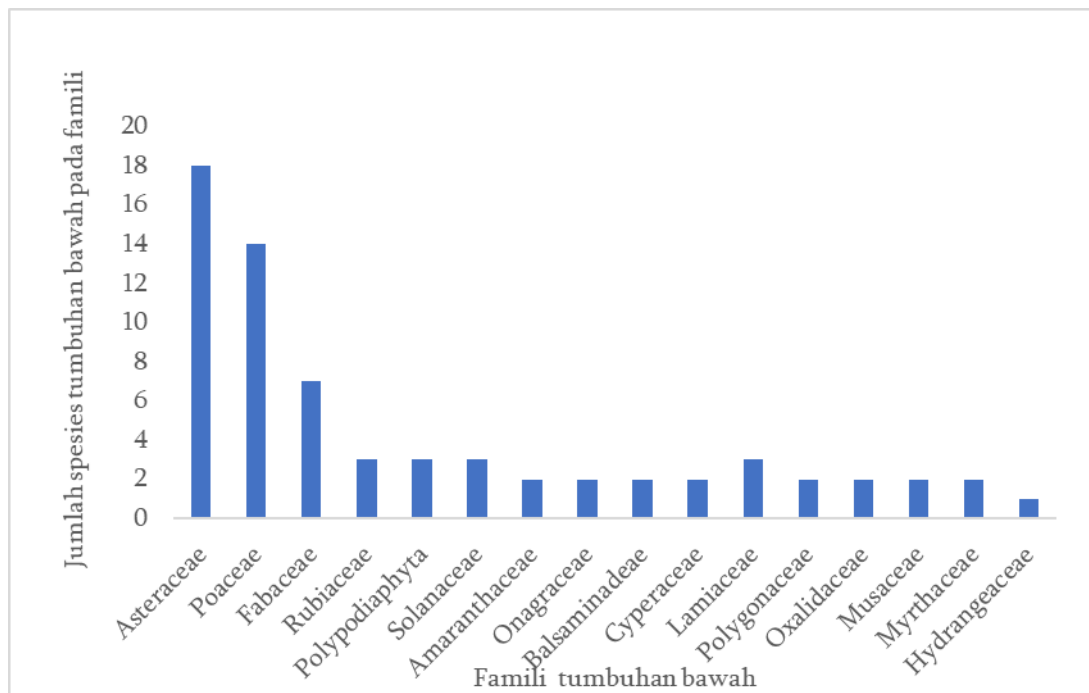
Keanekaragaman Tumbuhan Bawah di Kawasan Budidaya Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung

Hasil penelitian menunjukkan ditemukannya 96 spesies tumbuhan yang termasuk ke dalam 41 famili di kawasan budi daya, Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung. Tumbuhan tersebut terdiri dari tumbuhan berkayu dan tumbuhan bawah, berhabitus pohon, semak, herba, rumput-rumputan, dan perdu. Gambar 2 menunjukkan bahwa dari sejumlah famili tumbuhan yang diperoleh, famili Asteraceae, Poaceae, dan Fabaceae, merupakan jenis tumbuhan yang paling banyak ditemukan di kawasan budidaya Kawah Kamojang dengan habitus berupa tumbuhan berdaun

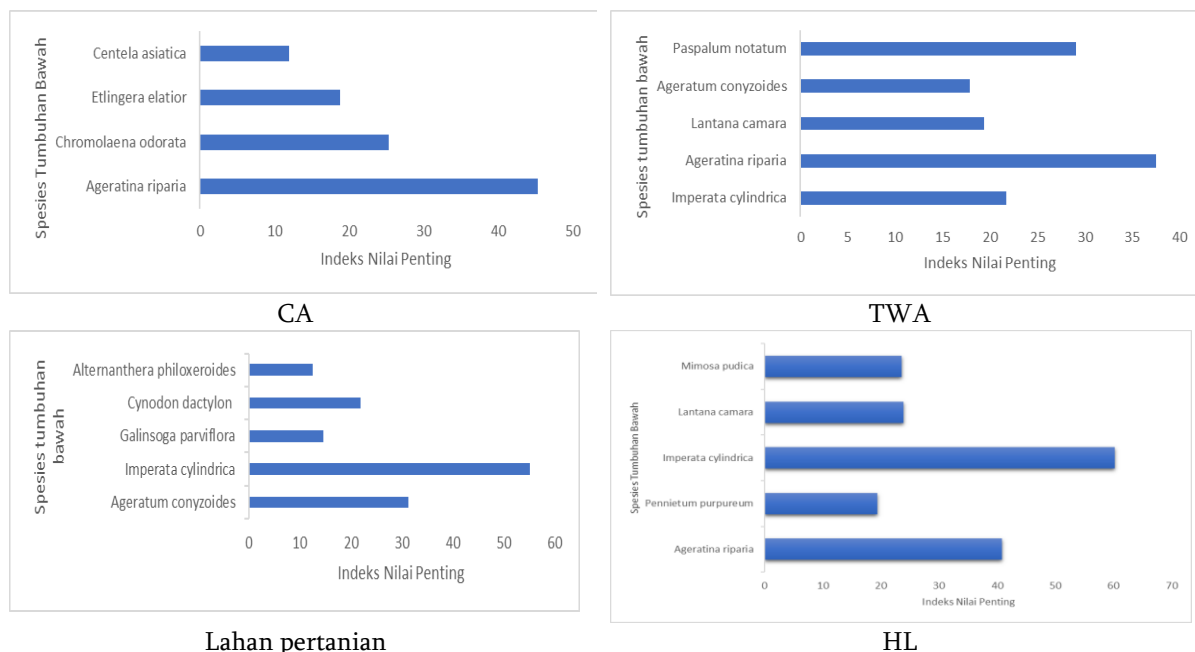
lebar, rumput dan teki, terutama di daerah yang dekat dengan badan air atau daerah aliran sungai. Ketiga famili tumbuhan ini merupakan jenis yang paling mudah beradaptasi, sehingga dapat tumbuh dengan mudah dan menyebar dengan luas. Famili Asteraceae dan Fabaceae juga paling banyak ditemukan di sempadan Situ Agathis, Universitas Indonesia, Depok (Wijaya dkk., 2017). Begitu pula di Daerah Aliran Sungai Ranoyapo, Minahasa ditemukan famili Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Cyperaceae, Amaranthaceae, Commelinaceae, Acanthaceae, Dryopteridaceae, dan Urticaceae (Siahaan & Ai, 2014). Famili Asteraceae juga menjadi salah satu famili tumbuhan bawah yang memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi di Wana Wisata Nglimut Gonoharjo Kabupaten Kendal (Kumolo, 2011). Tumbuhan bawah dari famili Poaceae dan Asteraceae juga mendominasi di hutan lindung Jompi, Sulawesi Tenggara (Indriyani dkk., 2017).

Spesies tumbuhan bawah yang ditemukan di kawasan budidaya Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum Kabupaten Bandung, beberapa di antaranya memiliki nilai Indeks Nilai Penting (INP) tinggi yaitu *Ageratina riparia* dan *Imperata cylindrica* yang ditemukan hampir di seluruh bagian dari kawasan budidaya, yaitu di dekat wilayah Cagar Alam (CA), Taman Wisata Alam (TWA), lahan pertanian dan Hutan Lindung (HL) (Gambar 3.). Berdasarkan lokasi, spesies tumbuhan bawah *Ageratina riparia* memiliki nilai INP tertinggi di kawasan budidaya dekat CA dan TWA, sedangkan *Imperata cylindrica* bernilai penting tertinggi di dekat lahan pertanian dan HL. Kedua spesies tumbuhan bawah ini teridentifikasi sebagai tumbuhan yang mudah tumbuh terutama di lahan yang mengalami kerusakan akibat aktivitas manusia, seperti pembakaran lahan untuk pertanian, atau lahan yang terganggu (CABI, 2020), sehingga kedua spesies tumbuhan ini dapat menjadi indikator kualitas lingkungan. Selain itu, diketahui juga bahwa *A. riparia*, *I. cylindrica*, *Ageratum conyzoides*, *Chromolaena odorata* dan *Lantana camara* teridentifikasi sebagai tumbuhan invasif yang cukup agresif dan dapat mengganggu pertumbuhan vegetasi yang berada di kawasan budidaya, bahkan mungkin juga penyebarannya dapat mengganggu pohon-pohon di wilayah CA, TWA dan HL. Efek dari tumbuhan invasif terhadap keberlangsungan ekosistem hutan adalah hilangnya keanekaragaman hayati, berubahnya fungsi ekosistem, kerugian ekonomi, bahkan dapat mengganggu kesehatan manusia (Tjitrosoedirdjo dkk., 2016). Tumbuhan

bawah pada umumnya lebih tinggi di lahan pertanian dibandingkan di tutupan lahan lainnya, dan kerapatan pohon berpengaruh terhadap kekayaan spesies tumbuhan bawah (Bobo *et al.*, 2008).



Gambar 2. Jumlah spesies tumbuhan bawah pada famili yang paling banyak ditemukan di Kawasan Budidaya Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung



Gambar 3. Spesies tumbuhan bawah yang bernilai penting (berdasarkan nilai INP ≥ 10) di empat lokasi kawasan budidaya Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung

Tumbuhan bawah lain yang banyak ditemukan di kawasan budi daya dekat CA adalah *Chromolaena odorata*, *Etlingera elatior*, dan *Centela asiatica*. Ketiga tumbuhan bawah tersebut telah beradaptasi dengan baik di kawasan hutan sekunder

yang memiliki tingkat tutupan yang rapat sedang, dengan kelerengan yang sedang. Tumbuhan bawah *E. elangior* (zingiberaceae) merupakan tumbuhan semak yang sering mendominasi di hutan sekunder dan sudah banyak diteliti potensinya sebagai tanaman

obat (Chan *et al.*, 2011; Jaafar *et al.*, 2007; Wijekoo *et al.*, 2011; Maimulyanti & Prihadi, 2015; Ghasemzadeh *et al.*, 2015). Tumbuhan bawah *C. odonata* (asteraceae) dikenal sebagai tumbuhan invasif yang penyebarannya luas dan menjadi indikator lingkungan karena tumbuh subur di lokasi bekas pembakaran, namun nektar bunganya bernilai penting sehingga banyak disukai serangga dan mudah tumbuh di perkebunan, padang rumput, pertanian maupun di silvikultur (Zachariades *et al.*, 2009).

Tumbuhan *P. natatum* dapat tumbuh secara mudah di kawasan budidaya dekat TWA, baik pada habitat liar maupun pada tanah yang kesuburannya rendah. Tumbuhan ini dapat digunakan untuk mencegah erosi dan digunakan untuk mengendalikan nematoda di tanah (Newman *et al.*, 2010). Berbeda dengan di kawasan budidaya dekat TWA dan HL yang cenderung tutupan lahannya rendah atau tidak rapat karena banyaknya konversi lahan, sehingga tumbuhan bawah yang mendominasi relatif serupa. Tumbuhan bawah di lahan pertanian yang cenderung terbuka memiliki kekayaan jenis yang lebih tinggi dibandingkan tutupan lahan lainnya, dan didominasi oleh tumbuhan bawah yang berkarakteristik invasif. Rumput-rumputan (Poaceae) tumbuh melimpah di

daerah yang terbuka setelah terjadinya penebangan dibandingkan di hutan muda dengan kerapatan tanaman sedang, dan semak/herba tumbuh melimpah di hutan yang kerapatannya sedang sampai tinggi (Uotila & Kouki, 2005). Tumbuhan bawah yang mendominasi di lahan pertanian didominasi oleh tumbuhan yang teridentifikasi sebagai gulma yang tumbuh dengan baik dan dapat menimbulkan kerugian pada tanaman budidaya, melalui kompetisinya terhadap nutrisi, cahaya matahari, air dan tempat.

Keanekaragaman tumbuhan di kawasan budidaya Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung termasuk ke dalam kategori tinggi, dengan kekayaan yang tinggi, merata penyebarannya dan tidak ada spesies yang mendominasi (Tabel 2). Namun bila melihat dari sudut pandang lokasi, maka keanekaragaman tumbuhan termasuk ke dalam kategori sedang, dengan kekayaan yang tinggi, merata penyebarannya dan tidak ada spesies yang mendominasi. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi ekosistem di kawasan ini masih cukup stabil walaupun adanya gangguan berupa aktivitas manusia, akan tetapi akan dengan mudah untuk dipulihkan kembali.

Tabel 2. Struktur komunitas vegetasi termasuk tumbuhan bawah di kawasan budi daya Kawah Kamojang Kecamatan Ibum Kabupaten Bandung

Lokasi	Struktur Komunitas Vegetasi			
	H'	E	R	C
Dekat CA	2,656	0,730	5,352	0,123
Dekat TWA	2,532	0,686	5,814	0,149
Pertanian	2,404	0,666	5,592	0,183
Dekat HL	2,752	0,736	6,196	0,117
Total plot	3,428	0,738	13,503	0,165

Keterangan: CA= Cagar Alam; TWA= Taman Wisata Alam; HL= Hutan Lindung H'= Indeks Keanekaragaman Jenis; E= Indeks Kekayaan Jenis; R= Indeks Kemerataan Jenis, dan C= Indeks Dominansi Simpson

Keanekaragaman Serangga di Kawasan Budidaya, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung

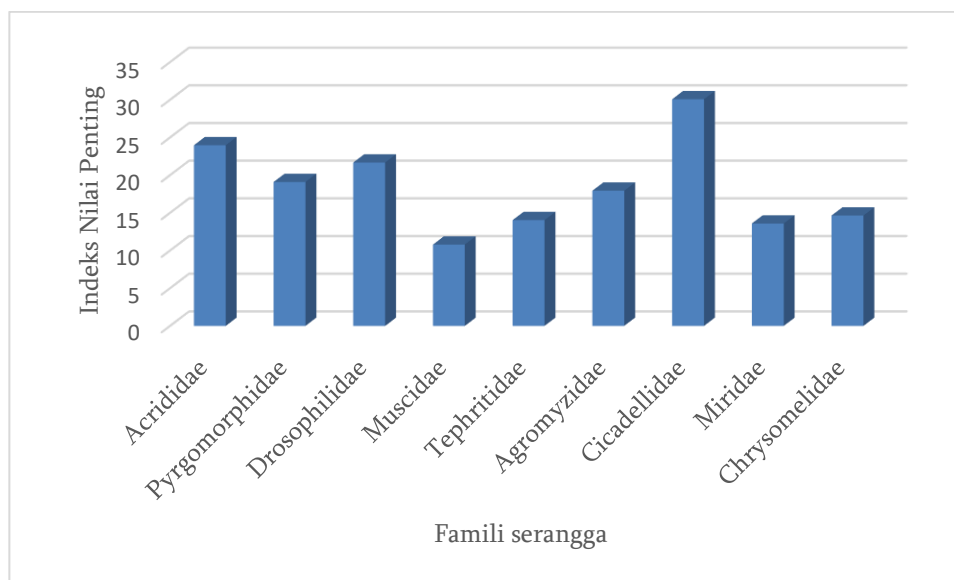
Hasil penelitian menunjukkan ditemukan 9 ordo dan 78 famili serangga di kawasan budidaya, Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung. Beberapa famili serangga di antaranya memiliki nilai INP yang tinggi (INP>10), yaitu ordo Orthoptera (famili Acrididae dan Pyrgomorphidae), Diptera (famili Drosophilidae, Muscidae, Tephritidae, dan Agromyzidae), Hemiptera (famili Cicadellidae dan Miridae), dan Chrysomelidae. Famili serangga yang memiliki INP tertinggi dari tiap ordo adalah Acrididae, Drosophilidae, Cicadellidae

dan Chrysomelidae. Acrididae, Drosophilidae dan Cicadellidae termasuk pada serangga yang memiliki peran fungsional sebagai herbivor, sedangkan Chrysomelidae sebagai polinator.

Cicadellidae (ordo Hemiptera) merupakan famili serangga herbivor yang paling banyak ditemukan di semua bagian kawasan budi daya Kawah Kamojang yang dekat dengan HL, CA, lahan pertanian, dan TWA (Gambar 4.). Hal ini menunjukkan bahwa habitat serangga dari famili Cicadellidae adalah di kawasan hutan maupun kawasan budi daya. Sejalan dengan penelitian ini, beberapa penelitian melaporkan bahwa Cicadellidae

merupakan famili serangga yang mendominasi di daerah hutan (Mejdalani *et al.*, 2022) yang mengalami konversi menjadi padang rumput yang terabaikan (Irwin *et al.*, 2000), kawasan budidaya Lembah Owen, Australia (Trebicki *et al.*, 2010), pada pertanaman jagung di Brazil (Oliveira & Frizzas, 2021; Meneses *et al.*, 2016), Argentina (Carloni *et al.*, 2013), dan Colombia (Sanchez-Reinoso *et al.*, 2021). Serangga

dari famili Cicadellidae menyukai tumbuhan bawah yang termasuk pada famili Asteraceae (Beanland *et al.*, 2000), memakan tumbuhan yang berpembuluh dibandingkan dengan tumbuhan semak dan rumput-rumputan dan banyak ditemukan di daerah hutan hujan tropis Neotropical, Panama (Dominguez *et al.*, 2021).



Gambar 4. Famili serangga arthropoda yang mendominasi di kawasan budi daya, Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung berdasarkan $INP \geq 10$

Selain Cicadellidae, famili Acrididae dan Drosophilidae merupakan serangga yang paling banyak ditemukan terutama di kawasan budidaya dekat lahan pertanian, walaupun Acrididae juga banyak ditemukan di dekat TWA, CA dan HL. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa Acrididae ditemukan tidak hanya di hutan dan tepi hutan walaupun dalam jumlah sedikit dan telah ditemukan spesies baru dari Acrididae di daerah hutan, akan tetapi juga ditemukan di lahan pertanian maupun semak belukar dan rumput-rumputan dalam jumlah yang banyak (Silva *et al.*, 2016). Dilaporkan bahwa Acrididae dapat menjadi indikator kualitas lingkungan hutan (Saha, 2020). Serangga dari famili Drosophilidae keberadaan dan jumlahnya sangat dipengaruhi oleh dinamika musim dan biotipenya, terutama terkait dengan sumber makanan dan habitat reproduktifnya (Gornostaev *et al.*, 2022).

Berdasarkan lokasi, jumlah individu serangga dan famili yang terbanyak ditemukan di kawasan budidaya Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung yang dekat dengan lahan pertanian (Tabel 3.). Hal ini menunjukkan bahwa di

lokasi tersebut telah terjadi banyak gangguan yang dapat memengaruhi biodiversitas, dan serangga memiliki kemampuan untuk merespon gangguan tersebut dengan pola tertentu berupa kelimpahan dan keanekaragaman. Kelimpahan serangga arthropoda di lahan pertanian lebih banyak dibandingkan di hutan disebabkan oleh kemampuan serangga untuk mengeksploitasi habitat, dan yang terbanyak adalah serangga herbivor atau hama dalam waktu yang tidak permanen, dan hutan menjadi habitat alternatif yang relatif tertutup (Szinicz *et al.*, 2005).

Keanekaragaman jenis serangga di kawasan budidaya Kawah Kamojang Kecamatan Ibum Kabupaten Bandung terkategori sedang ($H' < 3$), namun kekayaan, pemerataan dan dominasinya tinggi (Tabel 3.). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa walaupun terdapat beberapa gangguan terhadap kawasan tersebut, akan tetapi ekosistem dengan komunitas serangga yang kompleks akan lebih mudah untuk memulihkan dirinya melalui interaksi menuju keteraturan, sehingga sehat kembali (*resilience*) dan seimbang, karena masing-masing

serangga akan berperan dan tidak ada yang mendominasi (Odum, 1994).

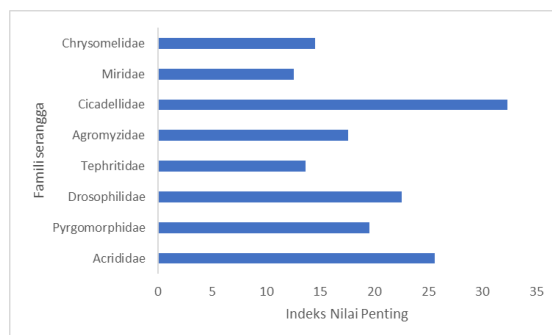
Selain serangga herbivor, ditemukan pula musuh alami berupa predator dan parasitoid yang memiliki nilai INP tertinggi, yaitu Gryllidae dan Braconidae (Gambar 5). Gryllidae dan Braconidae banyak ditemukan di kawasan budi daya dekat lahan pertanian. Gryllidae penting merupakan predator penting yang dapat mengendalikan hama telur.

Kelimpahan predator famili Gryllidae pada pertanaman padi dilaporkan dipengaruhi oleh keberadaan tumbuhan liar, seperti *Monochoria vaginalis*, *Fimbristylis miliacea*, *Cyperus iria* dan *Limnocharis flava* (Karindah *et al.*, 2011). Parasitoid Braconidae banyak mendominasi di tutupan lahan, seperti di hutan, dan hutan karet (Tawakkal dkk., 2019).

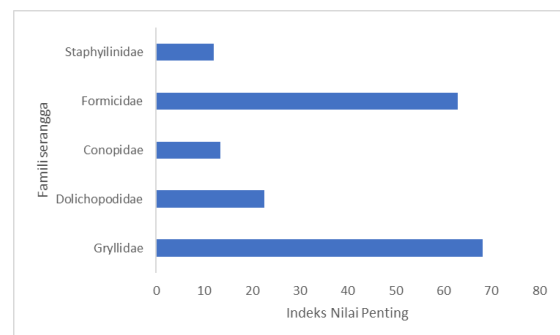
Tabel 3. Keanekaragaman serangga arthropoda di kawasan budi daya, Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung

Lokasi	Jumlah individu	Jumlah famili	Jumlah ordo	Keanekaragaman Serangga di Kawasan Budidaya			
				H'	E	R	C
Dekat CA	674	46	9	2,828	0,747	6,602	0,093
Dekat TWA	678	43	6	2,411	0,582	8,654	0,091
Pertanian	1293	62	7	2,595	0,682	6,501	0,140
Dekat HL	870	45	7	2,809	0,752	6,289	0,097
Total plot				2,977	0,683	9,431	0,079

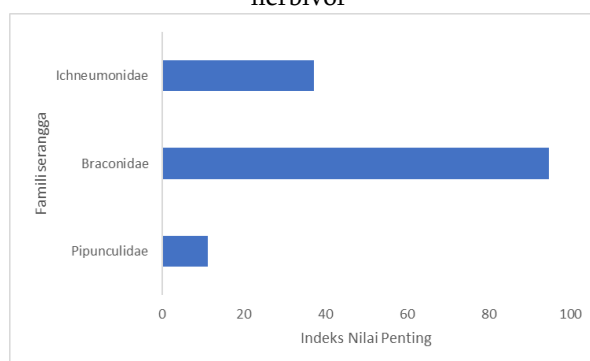
Keterangan: CA= Cagar Alam; TWA= Taman Wisata Alam; HL= Hutan Lindung H'= Indeks Keanekaragaman Jenis; E= Indeks Kekayaan Jenis; R= Indeks Kemerataan Jenis, dan C= Indeks Dominansi Simpson



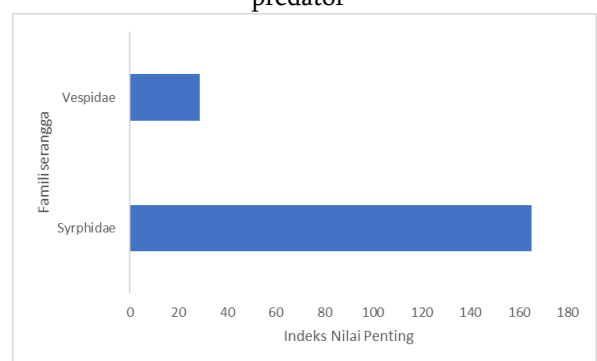
Serangga arthropoda yang berperan sebagai herbivor



Serangga arthropoda yang berperan sebagai predator



Serangga arthropoda yang berperan sebagai parasitoid



Serangga arthropoda yang berperan sebagai polinator

Gambar 5. Famili serangga yang memiliki nilai INP tinggi di kawasan budidaya, Kawah Kamojang, Kecamatan Ibum, Kabupaten Bandung, berdasarkan peran fungsionalnya.

Lalat Syrphidae menjadi penting di ekosistem ini karena memiliki nilai INP yang tertinggi (Gambar

5) dan dianggap memiliki peranan ganda di ekosistem, yaitu sebagai predator terhadap aphid dan

sebagai polinator dengan tingkat kunjungan bunga yang tinggi dan daya dukung serbuk sari (Dunn *et al.*, 2020), polinasi bagi tanaman berbunga (Klecka *et al.*, 2018), di antaranya anggrek *Paphiopedilum barbigerrum* (Shi *et al.*, 2009), *Cypripedium subtropicum* (Jiang *et al.*, 2020) dan bunga Apiaceae (Wojciechowicz-Żyto, 2018). Dengan demikian, pengelolaan lanskap berupa kawasan konservasi, lindung dan budidaya yang diberakan, menjadi salah satu upaya pelestarian dan pemulihan keanekaragaman hayati dengan cara memahami kapasitas habitat yang dikelola dan kemampuan spesies untuk mengeksploitasi habitat. Keanekaragaman serangga arthropoda di kawasan budidaya Kawah Kamojang, Kecamatan Igun, Kabupaten Bandung terkategori sedang, dengan kekayaan yang tinggi, penyebarannya merata dan tidak ada famili yang mendominasi.

SIMPULAN

Di kawasan budidaya Kawah Kamojang, Kecamatan Igun Kabupaten Bandung ditemukan 41 famili dan 96 spesies tumbuhan bawah, dan tiga famili terbanyak diantaranya Asteraceae, Fabaceae, dan Poaceae. Berdasarkan lokasi, spesies tumbuhan bawah *Ageratina riparia* memiliki INP tertinggi dan terbanyak ditemukan di dekat CA dan TWA, sedangkan *Imperata cylindrica* di dekat lahan pertanian dan HL Keanekaragaman tumbuhan bawah terkategori tinggi, dengan kekayaan yang tinggi, menyebar secara merata dan tidak ada spesies yang mendominasi. Kelompok serangga yang ditemukan di kawasan budidaya Kawah Kamojang, Kecamatan Igun, Kabupaten Bandung adalah 9 ordo dan 78 famili serangga arthropoda dengan komposisi 32 famili berperan sebagai herbivor dengan kelimpahan tertinggi dari famili Cicadellidae, 11 famili sebagai predator dengan kelimpahan tertinggi dari famili Formicidae, 16 famili sebagai parasitoid dengan kelimpahan tertinggi dari famili Braconidae, dan 3 famili sebagai polinator dengan kelimpahan tertinggi dari famili Syrphidae, sedangkan 16 famili lainnya memiliki peranan sebagai dekomposer, netral, hama ternak, serangga air, vektor entomopatogen, dan vektor penyakit. Berdasarkan lokasi, famili Pyrgomorphidae paling banyak ditemukan di dekat TWA, famili Cicadellidae paling banyak ditemukan di dekat TWA, famili Drosophilidae paling banyak ditemukan di dekat lahan pertanian, dan famili Chrysomelidae paling banyak ditemukan di dekat HL Keanekaragaman serangga arthropoda terkategori

sedang, dengan kekayaan jenis yang tinggi, menyebar secara merata dan tidak ada famili yang mendominasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana berkat kerjasama antara Universitas Padjadjaran yang diketuai oleh Prof. Chay Asdak dan PT. Pertamina Geothermal Energy dalam upaya revitalisasi Danau Pangkalan di Desa Laksana, Kecamatan Igun, Kabupaten Bandung yang berbasis pada lingkungan dan sosial budaya. Diucapkan terimakasih kepada tim Unpad yang telah bekerjasama dengan baik dalam pelaksanaan penelitian, dan terimakasih juga kepada lulusan Program Studi Agroteknologi minat Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Unpad, yaitu Gilang, Rezky dan Sania Safira.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, MP, MMM Kabir, SS Haque, S Afrin, N Ahmed, B Pittendrigh, and X Qin. 2020. Surrounding landscape influences the abundance of insect predators in rice field. BMC Zoology. 5(1): 1-12.
- Akutsu, K, C Khen, & M Toda. 2007. Assessment of higher insect taxa as bioindicators for different logging-disturbance regimes in lowland tropical rain forest in Sabah, Malaysia. Ecological research. 22(4): 542-550.
- Bartomeus, I, SG Potts, I Steffan-Dewenter, BE Vaissiere, M Wojciechowski, KM Krewenka, and R Bommarco. 2014. Contribution of insect pollinators to crop yield and quality varies with agricultural intensification. PeerJ. 2: e328.
- Beanland, L, CW Hoy, SA Miller and LR Nault. 2000. Influence of aster yellows phytoplasma on the fitness of aster leafhopper (Homoptera: Cicadellidae). Annals of the Entomological Society of America. 93(2): 271-276.
- Bobo, KS, M Waltert, NM Sainge, J Njokagbor, H Fermon, and M Mühlenberg. 2006. From forest to farmland: species richness patterns of trees and understorey plants along a gradient of forest conversion in Southwestern Cameroon. Biodiversity & Conservation. 15(13): 4097-4117.
- Boesing, AL, E Nichols, and JP Metzger. 2017. Effects of landscape structure on avian-mediated insect pest control services: a review. Landscape Ecology. 32(5): 931-944.

- Borror, DJ, and RE White. 1970. A Field Guide to Insects: America north of Mexico (Vol. 19). Houghton Mifflin Harcourt.
- Brittain, C, R Bommarco, M Vighi, J Settele, and SG Potts. 2010. Organic farming in isolated landscapes does not benefit flower-visiting insects and pollination. *Biological Conservation*. 143(8): 1860-1867.
- Budiarta, IG. 2020. identifikasi potensi lahan dan fungsi kawasan untuk pengembangan kawasan budi daya pertanian lahan kering di Daerah Aliran Sungai Buleleng. *Jurnal ENMAP*. 1(1): 1-10.
- CABI. 2020. Centre for Agriculture and Biosciences International Invasive Species Compendium. Centre for Agriculture and Bioscience International.
- Carloni, E, P Carpane, S Paradell, I Laguna, and MG Pecci. 2013. Presence of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and of *Spiroplasma kunkelii* in the temperate region of Argentina. *Journal of Economic Entomology*. 106(4): 1574-1581.
- Chan, EW, YY Lim, and SK Wong. 2011. Phytochemistry and pharmacological properties of *Etlíngera elatior*: a review. *Pharmacognosy Journal*. 3(22): 6-10.
- Cole, LJ, S Brocklehurst, D Robertson, W Harrison, and DI McCracken. 2017. Exploring the interactions between resource availability and the utilisation of semi-natural habitats by insect pollinators in an intensive agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 246: 157-167.
- Corff, JL, and RJ Marquis. 1999. Differences between understorey and canopy in herbivore community composition and leaf quality for two oak species in Missouri. *Ecological Entomology*. 24(1): 46-58.
- da Silva Pessoa Vieira, CJ, C Steiner São Bernardo, DJ Ferreira da Silva, J Rigotti Kubiszkeski, E Serpa Barreto, HA de Oliveira Monteiro, and R Vieira de Moraes Bronzoni. 2022. Land-use effects on mosquito biodiversity and potential arbovirus emergence in the Southern Amazon, Brazil. *Transboundary and Emerging Diseases*. 69(4): 1770-1781
- Dominguez, E, V Murillo, and J Orwat. 2021. Leafhopper food plants in a Neotropical forest in Panama (Hemiptera: Cicadellidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 93(2): <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120190171>.
- Dunn, L, M Lequerica, CR Reid, and T Latty. 2020. Dual ecosystem services of syrphid flies (Diptera: Syrphidae): pollinators and biological control agents. *Pest management Science*. 76(6): 1973-1979.
- Fuller, L, E Fuentes-Montemayor, K Watts, NA Macgregor, K Bitenc, and KJ Park. 2018. Local-scale attributes determine the suitability of woodland creation sites for Diptera. *Journal of Applied Ecology*. 55(3): 1173-1184.
- Ghasemzadeh, A, HZ Jaafar, A Rahmat, and S Ashkani. 2015. Secondary metabolites constituents and antioxidant, anticancer and antibacterial activities of *Etlíngera elatior* (Jack) RM Sm grown in different locations of Malaysia. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 15: 1-10.
- Gornostaev, NG, AB Ruchin, MN Esin, and AM Kulikov. 2022. Seasonal dynamics of fruit flies (Diptera: Drosophilidae) in forests of the European Russia. *Insects*. 13(8): 751.
- Indriyani, L, A Flamin, dan E Erna. 2017. Analisis keanekaragaman jenis tumbuhan bawah di hutan lindung Jompi. *Ecogreen*, 3(1), 49-58.
- Irwin, ME, LR Nault, C Godoy, and GE Kampmeier. 2000. Diversity and movement patterns of leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) and leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) in a heterogeneous tropical landscape. In *Interchanges of Insects Between Agricultural and Surrounding Landscapes* (pp. 141-168). Springer, Dordrecht.
- Jaafar, FM, CP Osman, NH Ismail, and K Awang. 2007. Analysis of essential oils of leaves, stems, flowers, and rhizomes of *Etlíngera elatior* (Jack) RM Smith. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 11(1): 269-273.
- Jiang, H, JJ Kong, HC Chen, ZY Xiang, WP Zhang, ZD Han and YI Lee. 2020. *Cypridium subtropicum* (Orchidaceae) employs aphid colony mimicry to attract hoverfly (Syrphidae) pollinators. *New Phytologist*. 227(4): 1213-1221.
- Karindah, S, B Yanuwadi, L Sulistyowati, and PT Green. 2011. Abundance of *Metioche vittalicolis* (Orthoptera: Gryllidae) and natural enemies in a rice agroecosystem as influenced by weed species. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science*. 33(2): 133-141.

- Klecka, J, J Hadrava, P Biella, and A Akter. 2018. Flower visitation by hoverflies (Diptera: Syrphidae) in a temperate plant-pollinator network. *PeerJ*. 6: e6025.
- Konsorsium Revisi HCV Toolkit Indonesia. 2008. Panduan Identifikasi Kawasan Bernilai Konservasi Tinggi di Indonesia. Tropenbos International Indonesia Programme. Balikpapan. 125 hlm.
- Kumolo, FB. 2011. Jenis-jenis tumbuhan anggota Famili Asteraceae di Wana Wisata Nglimit Gonoharjo Kabupaten Kendal Jawa Tengah. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 13(1), 13-16
- Landuyt, D, E De Lombaerde, MP Perring, LR Hertzog, E Ampoorter, SL Maes and K Verheyen. 2019. The functional role of temperate forest understorey vegetation in a changing world. *Global Change Biology*. 25(11): 3625-3641.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton university press.
- Maimulyanti, A, and AR Prihadi. 2015. Chemical composition, phytochemical and antioxidant activity from extract of *Etlintera elatior* flower from Indonesia. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 3(6): 233-238.
- Mejdalani, G, SR Carvalho, V Quintas, and NH Peclly. 2022. A new species of the sharpshooter genus *Soosiulus* (Insecta: Hemiptera: Cicadellidae: Cicadellini) from the Brazilian Amazon Forest, with notes on a putative complex of species. *Zoologia* (Curitiba). 39: <https://doi.org/10.1590/S1984-4689.v39.e22012>
- Meneses, AR, RB Querino, CM Oliveira, AH Maia, and PR Silva. 2016. Seasonal and vertical distribution of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) in Brazilian corn fields. *Florida Entomologist*. 99(4): 750-754.
- Newman, Y, J Vendramini, and A Blount. 2010. Bahiagrass (*Paspalum notatum*): Overview and management. *EDIS*. 2010(4).
- Ojumoola, AO, KM Raimi, and AA Adesiyun. 2019. Diversity and abundance of diurnal insects associated with dry season *Amaranthus hybridus* L. in the University of Ilorin, Nigeria. *Agro-Science*. 18(2): 8-14.
- Odum, E.P. 1994. Dasar dasar Ekologi. Yogyakarta Gadjah Mada University Press
- Oliveira, CMD, and MR Frizzas. 2021. Eight decades of *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott)(Hemiptera, Cicadellidae) in Brazil: What we know and what we need to know. *Neotropical Entomology*. 1-17.
- Phillips, BW, and MM Gardiner. 2016. Does local habitat management or large-scale landscape composition alter the biocontrol services provided to pumpkin agroecosystems?. *Biological Control*. 92: 181-194.
- Picker, M. 2012. Little landscapers: social insects transform landscapes by recycling and releasing nutrients and increasing floral diversity. *Veld & Flora*. 98(4): 174-177.
- Piper, FI, SH Altmann, and CH Lusk. 2018. Global patterns of insect herbivory in gap and understorey environments, and their implications for woody plant carbon storage. *Oikos*. 127(4): 483-496.
- Power, EF, DL Kelly, and JC Stout. 2012. Organic farming and landscape structure: effects on insect-pollinated plant diversity in intensively managed grasslands. *PLoS One*. 7(5): e38073.
- Prasetyo, LB. 2017. Pendekatan Ekologi Lanskap untuk Konservasi Biodiversitas. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Putra, CD, and Mardiatno D. 2012. Kemampuan lahan untuk arahan kawasan budidaya dan non budidaya sub daerah aliran sungai petir di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*. 1(2): 2012.
- Ribeiro, SP, Y Basset, and Kitching R. 2014. Density of insect galls in the forest understorey and canopy: Neotropical, Gondwana or global patterns?. In *Neotropical Insect Galls* (pp. 129-141). Springer, Dordrecht.
- Richards, LA, and DM Windsor. 2007. Seasonal variation of arthropod abundance in gaps and the understorey of a lowland moist forest in Panama. *Journal of Tropical Ecology*. 23(2): 169-176.
- Rösch, V, T Tschardtke, C Scherber, and Batary P. 2013. Landscape composition, connectivity and fragment size drive effects of grassland fragmentation on insect communities. *Journal of Applied Ecology*. 50(2): 387-394.
- Rusch, A, M Valantin-Morison, JP Sarthou, and J Roger-Estrade. 2010. Biological control of insect pests in agroecosystems: effects of crop management, farming systems, and seminatural habitats at the landscape scale: a review. *Advances in Agronomy*. 109: 219-259

- Saha, HK. 2020. Review of the relationship between acridids (Orthoptera: Acrididae) biodiversity and forest health management. *Journal of Entomological Research*. 44(2): 285-290.
- Salim, AG, and B Budiadi. 2014. Produksi dan kandungan hara serasah pada Hutan Rakyat Nglangeran, Gunung Kidul, DI Yogyakarta. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 11(2): 77-88.
- Sánchez-Reinoso, I, CI Jaramillo-Barrios, B Monje-Andrade, A Ramírez-Godoy, and AM Vargas Berdugo. 2021. Morphological variations and abundance of populations of the leafhopper *Dalbulus maidis* (DeLong)(Hemiptera: Cicadellidae) from the corn-producing region of Huila, Colombia. *Agronomía Colombiana*. 39(3): 343-354.
- Saunders, ME, and GW Luck. 2018. Interaction effects between local flower richness and distance to natural woodland on pest and beneficial insects in apple orchards. *Agricultural and Forest Entomology*. 20(2): 279-287.
- Shi, J, YB Luo, P Bernhardt, JC Ran, ZJ Liu, and Q Zhou. 2009. Pollination by deceit in *Paphiopedilum barbigerrum* (Orchidaceae): a staminode exploits the innate colour preferences of hoverflies (Syrphidae). *Plant Biology*. 11(1): 17-28.
- Siahaan, R, and NS Ai. 2014. Jenis-jenis vegetasi riparian Sungai Ranoyapo, Minahasa Selatan. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. 1(1): 7-12.
- Silva, DSM, MR Pereira, FC Domenico, and CF Sperber. 2016. New species of 1905 (Insecta: Orthoptera: Acrididae: Copiocerinae) in the central corridor of the Atlantic Forest biome. *Zootaxa*. 4126(2): 251-261.
- Szinicz, G, K Martin, and J Sauerborn. 2005. Abundance of selected insect species in natural and agricultural habitats of a tropical upland (Leyte, Philippines). *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 111(1-4): 104-110.
- Taki, H, PG Kevan, and J Ascher. S. 2007. Landscape effects of forest loss in a pollination system. *Landscape Ecology*. 22(10): 1575-1587.
- Tawakkal, MI, A Rizali, A Larasati, A Sari, P Hidayat, dan D Buchori. 2019. Tipe penggunaan lahan memengaruhi keanekaragaman dan komposisi hymenopteran parasitoid di Jambi. *Jurnal Entomology Indonesia*. 16(3): 151-155.
- Tjitrosoedirdjo, S, SS Tjitrosoedirdjo, and T Setyawati. 2016. *Invasive Plants and Its Management Approach*. SEAMEO BIOTROP, Bogor, Indonesia
- Trębicki, P, RM Harding, B Rodoni, G Baxter, and KS Powell. 2010. Diversity of Cicadellidae in agricultural production areas in the Ovens Valley, north-east Victoria, Australia. *Australian Journal of Entomology*. 49(3): 213-220.
- Trisnawati, I, dan TS Subahar. 2011. Kelompok trofik pada komunitas arthropoda tajuk dan lantai hutan di Hutan Gunung Tangkubanparahu-Jawa Barat: Ilustrasi dengan diagram trofik hipotetik. *Journal of Biological Researches*. 17(1): 119-125.
- Uotila, A, and J Kouki. 2005. Understorey vegetation in spruce-dominated forests in eastern Finland and Russian Karelia: Successional patterns after anthropogenic and natural disturbances. *Forest Ecology and Management*. 215(1-3): 113-137.
- Vodka, Š, and L Cizek. 2013. The effects of edge-interior and understorey-canopy gradients on the distribution of saproxylic beetles in a temperate lowland forest. *Forest Ecology and Management*. 304: 33-41.
- Wijaya, SK, A Putrika, DH Pradana, dan Sitaresmi. 2017. Inventarisasi tumbuhan kawasan sempadan di Situ Agathis, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat. *Al-Kauniyah: Journal of Biology*. 10(1): 17-25.
- Wijekoon, MJO, R Bhat, and AA Karim. 2011. Effect of extraction solvents on the phenolic compounds and antioxidant activities of bunga kantan (*Etligeria elatior* Jack.) inflorescence. *Journal of food Composition and Analysis*. 24(4-5): 615-619.
- Wojciechowicz-Żytko, E. 2018. Attractiveness of some Apiaceae flowers for Syrphidae (Diptera)-pollinators and biological control agents. In II International Symposium on Carrot and Other Apiaceae 1264 (pp. 275-282).
- Zachariades, C, M Day, R Muniappan, and GVP Reddy. 2009. *Chromolaena odorata* (L.) King and Robinson (Asteraceae). *Biological Control of Tropical Weeds Using Arthropods*. Cambridge University Press, Cambridge. 130-162 pp.