



Keanekaragaman dan kelimpahan kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) pada empat tipe penggunaan lahan yang berbeda di Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, Provinsi Jambi

Diversity and abundance of leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) at
four different landuse in Bukit Duabelas National Park and
Harapan Forest, Jambi Province

Rosyid Amrulloh^{1*}, Woro Anggraitoningsih Noerdjito², Bonjok Istiaji¹,
Purnama Hidayat¹, Damayanti Buchori^{1,3}

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

²Bidang Zoologi, Pusat penelitian Biologi-Lembaga Ilmu Penelitian Indonesia (LIPI)
Jalan LIPI, Cibinong, Bogor 16912, Indonesia

³Center for Transdisciplinary and Sustainability Science (CTSS), IPB University
Jalan Raya Pajajaran No.27, Kecamatan Bogor Tengah, Bogor 16127, Indonesia

(diterima Juni 2020, disetujui Desember 2021)

ABSTRAK

Deforestasi memberikan dampak perubahan ekosistem dan biodiversitas. Perubahan tata guna lahan diketahui dapat memberikan dampak perubahan pada keanekaragaman dan populasi serangga, seperti semut dan kumbang di Provinsi Jambi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keanekaragaman, kelimpahan, dan komposisi kumbang daun di lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas (TNBD) dan Hutan Harapan. Koleksi serangga dilakukan menggunakan metode pengasapan. Sebanyak empat plot dipilih dari masing-masing tipe penggunaan lahan dan masing-masing plot ditentukan tiga subplot. Serangga yang jatuh ditampung dalam wadah (1 m x 1 m) yang telah dipasang di bawah kanopi sebelum pengasapan. Sampel serangga disortir dan diidentifikasi di Laboratorium Pengendalian Hayati, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University. Total kumbang daun yang diperoleh adalah 1.040 individu yang terdiri atas 6 subfamili dan 127 morfospecies. Penelitian ini menunjukkan bahwa kelimpahan dan keanekaragaman kumbang daun dipengaruhi oleh tipe penggunaan lahan lahan, tetapi tidak dengan lanskap yang berbeda.

Kata kunci: konservasi, restorasi, transformasi habitat

ABSTRACT

Deforestation has a negative impact toward ecosystem and diversity. Landuse change has been known to negatively impact insect like ant and beetle in Jambi Province. This research aims to study the diversity, abundance, and composition of the leaf beetle in the Bukit Duabelas National Park (TNBD) and Harapan Forest landscape. Insect sampling was carried out using canopy fogging method. Four core plots were determined in each land use (as replicates) and each plot consist of three as subplot. Insect was collected in 16 traps (size 1 m x 1 m) that was installed under plant canopy prior to fogging process. The collected sample was sorted and identified in the Biocontrol

*Penulis korespondensi: Rosyid Amrulloh. Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia, Tel: 0251-8629362, Faks:0251-8629362, Email: rosyid_45@apps.ipb.ac.id

Laboratory, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, IPB University. Total of 1,040 individuals leaf beetles were collected, belonging to 6 subfamilies and 127 morphospecies. The result of this research showed that a different landscape has no effect give impact to insect abundance. Different landuse however does significantly impact the abundance and diversity of leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae).

Key words: conservation, habitat transformation, leaf beetle, restoration

PENDAHULUAN

Kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) merupakan salah satu famili besar dari Ordo Coleoptera. Kumbang daun memiliki 20 subfamili yang telah teridentifikasi (Suzuki 1996). Bourchard et al. (2009) telah mendeskripsikan 36.000 spesies kumbang daun, sedangkan Jolivet (2015) mengestimasi terdapat 55.000 sampai 60.000 spesies. Kumbang daun merupakan kelompok serangga yang bersifat fitofag dan keberhasilan hidup kumbang daun dalam ekosistem ditentukan oleh kemampuan menempati relung makanan yang berbeda (Jolivet 1988). Kisaran inang kumbang daun mencakup hampir semua kelompok tumbuhan. Stadia imago kumbang daun umumnya hidup di berbagai bagian tanaman, seperti daun, pucuk tanaman, bunga, polen, dan buah (Jolivet & Verma 2008).

Sebagai serangga fitofag, struktur dan komposisi komunitas kumbang daun berkaitan erat dengan variabel vegetasi tumbuhan dalam ekosistem. Sen & Gok (2009) menyebutkan kehadiran kumbang daun pada ekosistem dipengaruhi oleh keanekaragaman tumbuhan, jumlah daun muda tumbuhan, persentase penutupan vegetasi, dan karakteristik tumbuhan inangnya. Kehadiran kumbang daun dalam ekosistem secara signifikan juga dipengaruhi oleh modifikasi atau perubahan ekologi. Perubahan struktur ekologi pada suatu ekosistem memberikan pengaruh secara nyata terhadap kehadiran komunitas kumbang daun (Reyes et al. 2019).

Perubahan ekologi yang terjadi di Indonesia sampai saat ini belum banyak diteliti terutama dampak perubahan ekologi terhadap komunitas kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae). Beberapa kawasan yang telah mengalami perubahan ekologi terdapat pada lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas (TNBD) dan Hutan Harapan, Provinsi Jambi. Perubahan ekologi yang terjadi pada kedua lanskap tersebut, yaitu adanya

alih fungsi atau transformasi lahan dari lahan hutan menjadi perkebunan. Kegiatan alih fungsi lahan ini dapat menyebabkan perubahan keanekaragaman hayati yang umumnya ditemukan di hutan. Nazarreta (2017) melaporkan keanekaragaman dan kelimpahan spesies semut yang ditemukan di perkebunan kelapa sawit dan perkebunan karet lebih sedikit dibandingkan dengan hutan. Serangga lainnya yang juga dilaporkan telah mengalami penurunan keanekaragaman dan kelimpahan spesies akibat alih fungsi lahan di lanskap TNBD dan Hutan Harapan adalah kumbang moncong (Najmi 2018), kumbang Elateridae (Kasmiatun 2018) dan kumbang jelajah (Coleoptera: Staphylinidae) (Hiola 2019). Reyes et al. (2019) melaporkan bahwa kawasan yang telah mengalami alih fungsi lahan dari hutan menjadi perkebunan menyebabkan terganggunya habitat alami sehingga berdampak pada eksistensi komunitas kumbang daun. Sampai saat ini, belum ada laporan penelitian mengenai kumbang daun pada kawasan restorasi dan konservasi di Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, Jambi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh perbedaan lanskap dan tipe penggunaan lahan terhadap keanekaragaman, kelimpahan serta komposisi kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) di Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, Jambi.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan lokasi penelitian

Pengambilan sampel kumbang daun dilakukan dari bulan Januari sampai Oktober tahun 2013. Sampel kumbang daun diambil dari empat tipe penggunaan lahan yang berbeda, yaitu hutan alami, hutan karet, perkebunan kelapa sawit, dan perkebunan karet di lanskap TNBD dan Hutan Harapan. Lanskap TNBD berada pada koordinat S 01°59'42.5"-02°06'48.9" dan E 102°45'08.1"-

102°47'44.5", sementara lanskap Hutan Harapan berada pada koordinat S 02°09'09.9"-01°47'12.7" dan E 103°21'43.2"-103°16'14.0" (Gambar 1).

Rubiana (2014) menjelaskan, tipe habitat hutan alami dan hutan karet memiliki tumbuhan kanopi yang lebih beragam dibandingkan dengan perkebunan karet dan perkebunan kelapa sawit. Tipe habitat perkebunan pada penelitian ini memiliki komoditas tanaman yang ditanam secara monokultur (Tabel 1). Setiap tipe penggunaan lahan ditentukan empat plot pengamatan dengan luas 50 m x 50 m sehingga terdapat 16 plot pengamatan setiap lanskap. Masing-masing plot pengamatan ditentukan 3 subplot di dalamnya sehingga terdapat 96 subplot dalam dua lanskap berbeda dengan luas subplot pengamatan sebesar 5 m x 5 m (Drescher et al. 2016).

Pengambilan sampel dan identifikasi

Metode pengambilan sampel kumbang daun yang digunakan adalah metode pengasapan. Pengasapan dilakukan dengan menggunakan insektisida DECIS 25 EC[®] sebanyak 50 ml (Bayer Crop Sciences, bahan aktif deltametrin 25 g/l) yang dilarutkan dalam 4 l minyak putih (Junggebauer et al. 2021). Insektisida piretroid merupakan insektisida yang bersifat *knockdown* dan dapat mengganggu proses fisiologis dalam tubuh serangga (Todd et al. 2003). Kegiatan pengasapan dilakukan pada pagi hari pukul 06.00

waktu setempat. Kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) dikumpulkan setelah 2 jam dari perangkap yang berukuran 1 m x 1 m yang dipasang di bawah kanopi (Nazarreta et al. 2020). Kumbang daun dipindahkan ke dalam botol yang berisi alkohol 96%. Botol yang berisi sampel kumbang daun diberi label berdasarkan nama plot, ulangan, dan tanggal pengambilan sampel.

Sampel kumbang daun dibawa ke Laboratorium Pengendalian Hayati, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor untuk dilakukan identifikasi. Kegiatan identifikasi dilakukan dengan mengacu pada buku identifikasi kumbang daun karya Kimoto & Gressit (1979), Hangay & Zborowski (2010), Mohamedsaid (2004) dan Waterhouse (1967). Hasil identifikasi dikonfirmasi ke Laboratorium Entomologi, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang berlokasi di Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.

Analisis data

Data hasil identifikasi ditabulasikan ke dalam tabel *pivot* dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2013. Indeks keanekaragaman yang mencakup indeks Shannon-Wiener, Evenness, Simpson dan Bray-Curtis (Magurran 2004), nilai analisis ragam (ANOVA) dan uji Tukey dengan taraf $\alpha = 5%$, *analysis of similarity*



Gambar 1. Lokasi penelitian CRC 990 di lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, Provinsi Jambi.

Figure 1. Location of CRC 990 in the landscape of Bukit Duabelas National Park and Harapan Forest, Jambi Province.

Tabel 1. Deskripsi habitat pada lanskap TNBD dan Hutan Harapan (Rubiana 2014)**Table 1.** Habitat description in TNBD and Harapan Forest landscapes (Rubiana 2014)

Habitat (Habitat)	Umur (tahun) (Age (years))	Ketinggian (m dpl) Altitude (m asl)	Deskripsi habitat (Habitat description)
TNBD			
Hutan (Forest)	>20	77–87	ditemukan tumbuhan berkayu, obat, rotan, tumbuhan penutup tanah dan tumbuhan lain dengan diameter >30 cm. Tutupan kanopi >70%. (woody plants, medicinal plants, rattan, ground cover plants and other plants with diameter >30 cm were found. Canopy cover >70%)
Hutan karet (Rubber forest)	>15	40–89	ditemukan tumbuhan berkayu, obat, rotan, tumbuhan penutup tanah, dan diterapkan sistem pertanian ekstensif. Tutupan kanopi >70%. (woody plants, medicinal plants, rattan, ground cover plants were found, and extensive farming systems were applied. Canopy cover >70%)
Perkebunan karet (Rubber plantation)	5–10	51–90	tidak ditemukan jenis pohon lain dan tumbuhan penutup tanah dan menerapkan sistem pertanian intensif. Tutupan kanopi <50%. (no other tree species and cover crops were found and an intensive farming system was applied. Canopy cover <50%)
Perkebunan kelapa sawit (Oil palm plantation)	5–7	34–84	ditemukan tumbuhan penutup tanah dan menerapkan sistem pertanian intensif. Tutupan kanopi berkisar 50–70%. (found cover crops and apply intensive farming systems. Canopy cover ranges from 50–70%)
Hutan Harapan			
Hutan (Forest)	>20	62–74	ditemukan tumbuhan berkayu, obat, rotan, tumbuhan penutup tanah dan tumbuhan lain dengan diameter >30 cm. Tutupan kanopi >70%. (woody plants, medicinal plants, rattan, ground cover plants and other plants with diameter >30 cm were found. Canopy cover >70%)
Hutan karet (Rubber forest)	>15	51–95	ditemukan tumbuhan berkayu, obat, rotan, tumbuhan penutup tanah, dan diterapkan sistem pertanian ekstensif. Tutupan kanopi >70%. (woody plants, medicinal plants, rattan, ground cover plants were found, and extensive farming systems were applied. Canopy cover >70%)
Perkebunan karet (Rubber plantation)	5–10	59–90	tidak ditemukan jenis pohon lain dan tumbuhan penutup tanah dan menerapkan sistem pertanian intensif. Tutupan kanopi <50%. (no other tree species and cover crops were found and an intensive farming system was applied. Canopy cover <50%)
Perkebunan kelapa sawit (Oil palm plantation)	5–7	48–81	ditemukan tumbuhan penutup tanah dan menerapkan sistem pertanian intensif. Tutupan kanopi berkisar 50–70%. (found cover crops and apply intensive farming systems. Canopy cover ranges from 50–70%)

(ANOSIM) dan nilai *non matrix multidimensional scalling* (NMDS) kumbang daun pada empat tipe penggunaan lahan dianalisis menggunakan perangkat lunak *R statistic* paket *vegan*. Estimasi kekayaan spesies kumbang daun dihitung berdasarkan nilai ACE menggunakan perangkat lunak *EstimateS* (Colwell 1997).

HASIL

Hasil identifikasi menunjukkan, kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) yang ditemukan di lanskap TNBD dan Hutan Harapan berjumlah 1.040 individu yang terdiri atas 6 subfamili, 59 genus dan 127 morfospesies (Tabel 2). Subfamili kumbang daun yang berhasil ditemukan, yaitu Cassidinae (termasuk Hispinae), Chrysomelinae, Criocerinae, Cryptocephalinae, Eumolpinae, dan Galerucinae (termasuk Alticinae). Subfamili yang mendominasi adalah Subfamili Galerucinae (termasuk Alticinae) dengan jumlah 32 genus dan 81 spesies. Subfamili yang memiliki jumlah individu paling sedikit adalah Subfamili Chrysomelinae yang hanya ditemukan dua individu dari dua spesies (Tabel 3).

Kelimpahan dan kekayaan spesies kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) pada lanskap TNBD dan Hutan Harapan

Berdasarkan sebaran data pada diagram *boxplot*, lanskap TNBD memiliki diagram yang lebih panjang dibandingkan dengan lanskap Hutan Harapan (Gambar 2). Hal ini karena jumlah individu dan morfospesies yang ditemukan di lanskap TNBD lebih banyak dibandingkan dengan Hutan Harapan. Jumlah individu kumbang daun yang berhasil ditemukan di lanskap TNBD sebanyak 610 individu dan lebih banyak dibandingkan dengan Hutan Harapan yang hanya ditemukan sebanyak 430 individu. Jumlah morfospesies yang ditemukan di lanskap TNBD lebih tinggi dibandingkan dengan Hutan Harapan dengan jumlah morfospesies sebanyak 110 spesies, sedangkan pada lanskap Hutan Harapan ditemukan 62 spesies (Tabel 2).

Persentase morfospesies yang ditemukan di lanskap TNBD sebesar 61,6% atau lebih rendah daripada persentase morfospesies yang ditemukan di lanskap Hutan Harapan yang mencapai 84,4%. Nilai ACE yang diperoleh sebesar 178 di lanskap TNBD dan 73 di Hutan Harapan (Tabel 2).

Tabel 2. Estimasi kekayaan kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) di lanskap TNBD dan Hutan Harapan
Table 2. Estimation of leaf beetle richness (Coleoptera: Chrysomelidae) in TNBD and Harapan Forest landscapes

Lanskap (Landscape)	\sum Individu (\sum Individual)	\sum Subfamili (\sum Subfamily)	\sum Genus (\sum Genus)	\sum Spesies (\sum Species)	ACE*	Sp (%)**
TNBD	610	6	50	110	178	61,6
Hutan Harapan (Harapan forest)	430	5	39	62	73	84,4
Total	1.040	6	59	127	179	70,9

*ACE: prediksi kekayaan morfospesies kumbang daun berdasarkan kelimpahan individu kumbang daun (*prediction of morphospecies richness of leaf beetles based on the individual abundance of leaf beetles*); **Sp (%): persentase kelimpahan morfospesies kumbang daun yang berhasil ditemukan (*percentage abundance of leaf beetle morphospecies found*); TNBD: Taman Nasional Bukit Duabelas.

Tabel 3. Subfamili kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) di lanskap TNBD dan Hutan Harapan
Table 3. The subfamily of leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in TNBD and Harapan Forest landscapes

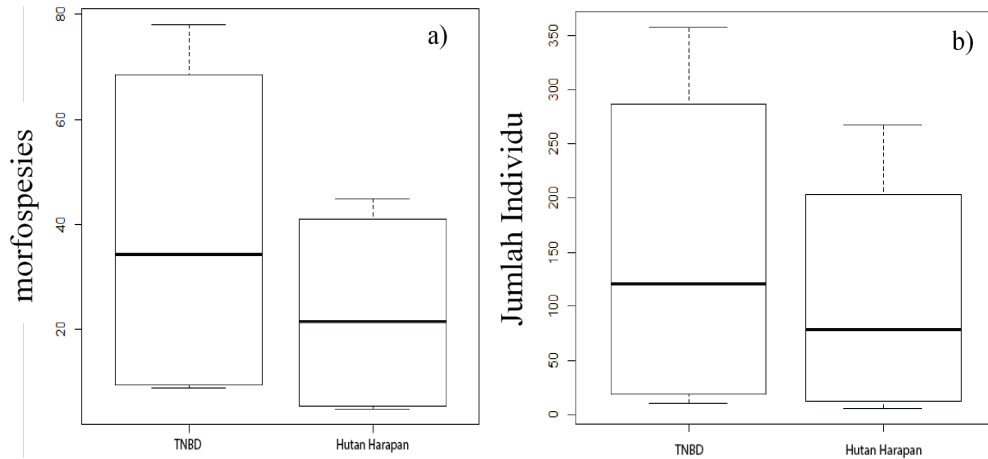
Subfamili (Subfamily)	\sum Genus (\sum Genus)	\sum Morfospesies (\sum Morphospecies)	\sum Individu (\sum Individual)
Cassidinae	3	3	4
Chrysomelinae	2	2	2
Criocerinae	1	2	4
Cryptocephalinae	3	3	8
Eumolpinae	18	36	498
Galerucinae	32	81	524
Total	59	127	1040

Kekayaan jenis dan keanekaragaman kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) pada empat tipe penggunaan lahan yang berbeda

Komunitas kumbang daun pada penelitian ini dipengaruhi oleh perbedaan tipe penggunaan lahan. Berdasarkan sebaran data yang ditampilkan pada diagram *boxplot* (Gambar 3) menunjukkan bahwa jumlah individu dan spesies kumbang daun yang ditemukan di hutan alami dan hutan karet

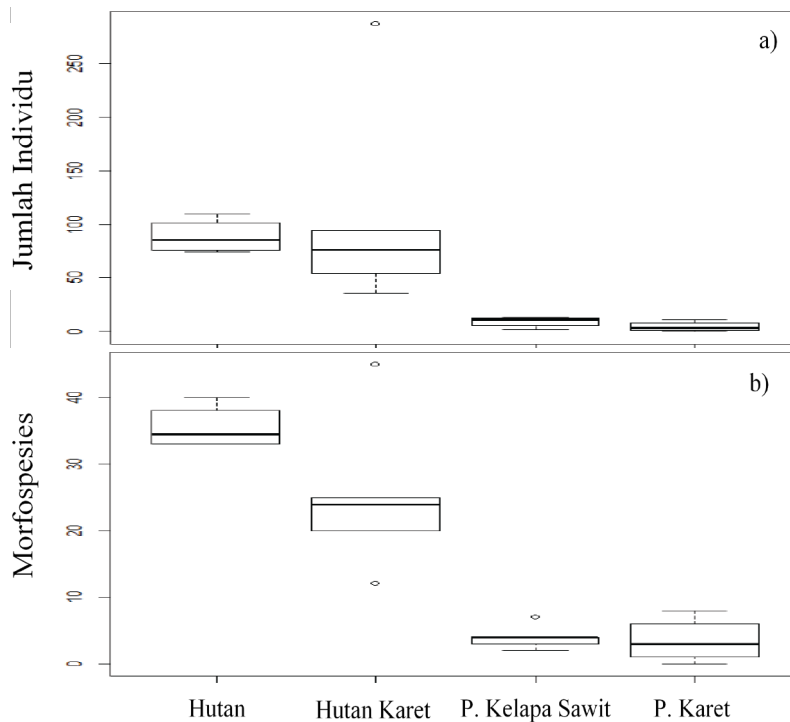
lebih tinggi dibandingkan dengan perkebunan kelapa sawit dan perkebunan karet. Keberadaan komunitas kumbang daun di hutan alami dan hutan karet lebih banyak dibandingkan dengan perkebunan kelapa sawit dan perkebunan karet. Hal ini diduga karena habitat kumbang daun pada dua lahan tersebut masih terjaga.

Perbedaan tipe penggunaan lahan pada penelitian ini juga memengaruhi keanekaragaman



Gambar 2. Diagram *boxplot* variasi a: jumlah morfospecies dan b: jumlah individu pada lanskap TNBD dan Hutan Harapan

Figure 2. *Boxplot* diagram of variations a: number of morphospecies and b: number of individuals in TNBD and Harapan Forest landscapes.



Gambar 3. Diagram *boxplot* variasi a: jumlah individu dan b: jumlah morfospecies pada hutan alami, hutan karet, perkebunan kelapa sawit, dan perkebunan karet.

Figure 3. *Boxplot* diagram of variations a: number of individuals and b: number of morphospecies in natural forest, rubber forest, oil palm plantations, and rubber plantations.

komunitas kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae). Berdasarkan indeks Shannon-Wiener, lahan hutan memiliki nilai indeks sebesar 3,83 dan lebih tinggi dari hutan karet (3,33), perkebunan kelapa sawit (1,97) dan perkebunan karet (2,55). Indeks Simpson juga menunjukkan bahwa lahan hutan (0,96) memiliki nilai indeks yang lebih tinggi dibandingkan dengan hutan karet (0,92), perkebunan kelapa sawit (0,78) dan perkebunan karet (0,91). Adapun indeks kemerataan (Evenness) menunjukkan nilai yang hampir mendekati angka 1 (Tabel 4).

Kekayaan jenis dan keanekaragaman kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) berdasarkan tipe penggunaan lahan dan lanskap yang berbeda

Sebaran data jumlah individu dan morfospesies kumbang daun disajikan dalam diagram *boxplot* (Gambar 4). Hasil ANOVA menunjukkan jumlah individu ($F_{(7,24)} = 0,61; P = 2,62 \times 10^{-4}$) dan jumlah morfospesies ($F_{(7,24)} = 22,95; P = 3,56 \times 10^{-9}$) kumbang daun berbeda nyata di empat tipe penggunaan lahan. Variasi jumlah individu dan morfospesies kumbang daun di hutan alami dan hutan karet di lanskap TNBD lebih tinggi dibandingkan dengan lanskap Hutan Harapan. Variasi jumlah individu dan morfospesies yang ditemukan di perkebunan karet dan perkebunan kelapa sawit tidak berbeda di kedua lanskap. Hasil uji lanjut menggunakan uji Tukey pada taraf nyata 5% menunjukkan jumlah morfospesies dan individu kumbang daun di hutan alami dan hutan karet tidak berbeda nyata ($P > 0,5$). Jumlah morfospesies dan individu kumbang daun di perkebunan kelapa sawit dan perkebunan karet juga tidak berbeda nyata ($P > 0,5$). Jumlah morfospesies dan individu kumbang daun berbeda

nyata ditemukan antara hutan alami dengan perkebunan kelapa sawit, dan perkebunan karet ($P < 0,05$) (Gambar 4).

Berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dan Simpson, menunjukkan bahwa lahan hutan alami dan hutan karet di lanskap TNBD dan Hutan Harapan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perkebunan kelapa sawit maupun perkebunan karet. Indeks Shannon-Wiener paling tinggi sebesar 3,80, pada lahan hutan di lanskap TNBD dan paling rendah sebesar 1,27 pada lahan perkebunan kelapa sawit di lanskap Hutan Harapan. Indeks Simpson paling tinggi ditemukan di hutan alami di lanskap TNBD dengan nilai 0,96 dan paling rendah ditemukan di perkebunan kelapa sawit di Hutan Harapan dengan nilai 0,59. Indeks Evenness yang didapatkan berada pada rentang nilai 0,69 sampai 0,96 (Tabel 5). Hasil uji lanjut menggunakan uji Tukey pada taraf nyata 5% menunjukkan keanekaragaman kumbang daun di hutan alami dan hutan karet tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Keanekaragaman kumbang daun di perkebunan kelapa sawit dan perkebunan karet juga tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Keanekaragaman kumbang daun berbeda nyata ditemukan antara hutan alami dengan perkebunan kelapa sawit, hutan karet dengan perkebunan karet ($P < 0,05$) (Tabel 5).

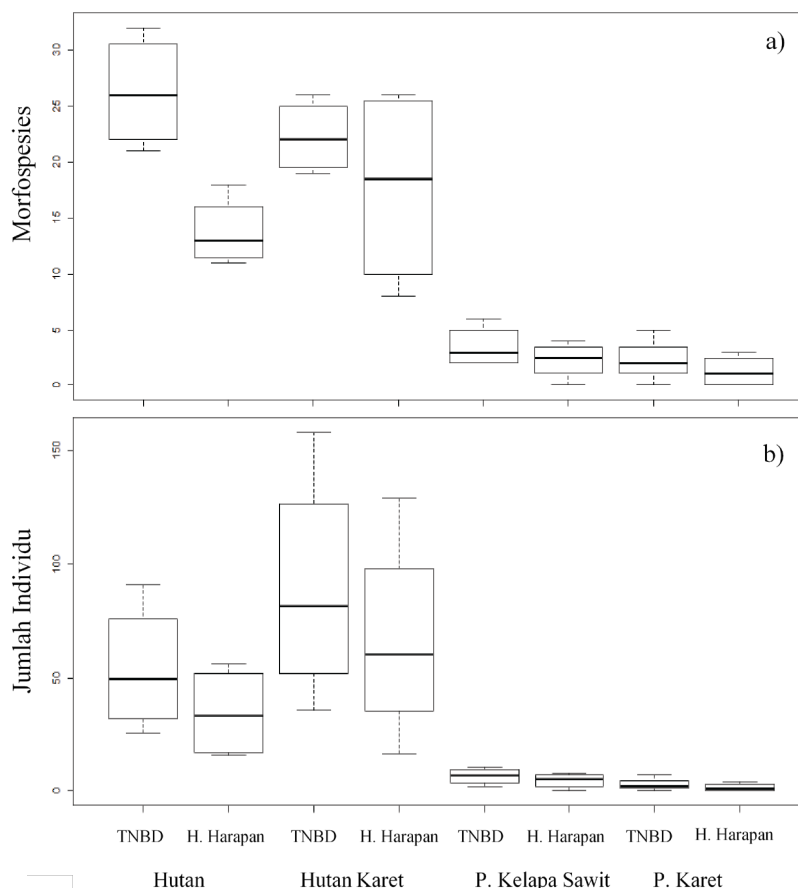
Komposisi spesies kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) pada empat tipe penggunaan lahan di lanskap TNBD dan Hutan Harapan

Struktur komposisi spesies kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) pada penelitian ini disajikan berdasarkan indeks Bray-Curtis. Nilai indeks Bray-Curtis yang didapatkan pada penelitian ini bervariasi. Nilai Bray-Curtis yang

Tabel 4. Indeks keanekaragaman kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) di empat tipe penggunaan lahan
Table 4. Diversity index of leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in four land use types

Tipe penggunaan lahan (Land use type)	Σ Individu (Σ Individual)	Σ morfospesies (Σ Morfospecies)	Indeks (Index)		
			H'	E	D
Hutan (forest)	355	89	3,83 a	0,85	0,96
Hutan karet (rubber forest)	624	85	3,33 a	0,74	0,92
Perkebunan kelapa sawit (oil palm plantation)	44	13	1,97 b	0,77	0,78
Perkebunan karet (rubber plantation)	17	14	2,55 b	0,96	0,91

H': indeks Shannon-Wiener; E: indeks Evenness; D: indeks Simpson; Kode huruf di belakang angka menunjukkan perbedaan berdasarkan hasil uji Tukey pada taraf nyata 5%. (The letter code behind the number shows the difference based on the results of the Tukey test at a 5% significance level).



Gambar 4. Diagram boxplot variasi a: jumlah morfoespesies dan b: jumlah individu kumbang daun pada hutan alami, hutan karet, perkebunan kelapa sawit, dan perkebunan karet di lanskap TNBD dan Hutan Harapan. Kode huruf pada boxplot menunjukkan perbedaan berdasarkan hasil uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Figure 4. Boxplot diagram of variations in a: the number of morphospecies and b: the number of individual leaf beetles in natural forests, rubber forests, oil palm plantations, and rubber plantations in the TNBD and Harapan Forest landscapes. The letter code on the boxplot shows the difference based on the results of the Tukey test at a 5% significance level.

Tabel 5. Keanekaragaman kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) pada empat tipe penggunaan lahan yang berbeda di lanskap TNBD dan Hutan Harapan

Table 5. Diversity of leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in four different land use types in TNBD and Harapan Forest landscapes

Tipe penggunaan lahan (Land use type)	\sum Individu (\sum Individual)	\sum Morfoespesies (\sum Morfospecies)	Indeks (Index)		
			H'	E	D
TNBD					
Hutan (Forest)	216	78	3,80 a	0,87	0,96
Hutan karet (Rubber forest)	357	59	2,84 a	0,69	0,86
Perkebunan kelapa sawit (Oil palm plantation)	26	10	1,99 b	0,86	0,82
Perkebunan karet (Rubber plantation)	11	9	2,09 b	0,95	0,85
Hutan Harapan					
Hutan (Forest)	139	37	3,10 a	0,86	0,93
Hutan karet (Rubber forest)	267	45	3,16 a	0,83	0,93
Perkebunan kelapa sawit (Oil palm plantation)	18	6	1,27 b	0,70	0,59
Perkebunan karet (Rubber plantation)	6	5	1,56 b	0,96	0,77

H': indeks Shannon-Wiener; E: indeks Evenness; D: indeks Simpson; Kode huruf di belakang angka menunjukkan perbedaan berdasarkan hasil uji Tukey pada taraf nyata 5% (The letter code behind the number shows the difference based on the results of the Tukey test at a 5% significance level).

ditemukan di hutan alami (BF) dan hutan karet (BJ) di lanskap TNBD sebesar 0,49, sedangkan pada lanskap Hutan Harapan sebesar 0,51 (Tabel 6). Indeks Bray-Curtis di perkebunan karet di lanskap TNBD dan Hutan Harapan memiliki nilai 0,00.

Hasil ordinasian NMDs (Gambar 5) menunjukkan titik plot pada lahan hutan alami dan hutan karet di lanskap TNBD dan Hutan Harapan memiliki titik yang berdekatan dan saling bersinggungan. Sementara itu, lahan perkebunan kelapa sawit di lanskap TNBD dan Hutan Harapan terletak jauh dari ketiga tipe penggunaan lahan lainnya. Tipe

penggunaan lahan perkebunan karet di lanskap TNBD dan Hutan Harapan menunjukkan titik antar plot yang saling berjauhan. Hasil ANOSIM (*analysis of similiarity*) menunjukkan bahwa tipe penggunaan lahan di lanskap TNBD ($R = 0,6007$; $P = 0,001$) dan Hutan Harapan ($R = 0,6476$; $P = 0,001$) mempengaruhi komposisi kumbang daun.

Dominansi kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) pada tipe penggunaan lahan berbeda di lanskap TNBD dan Hutan Harapan

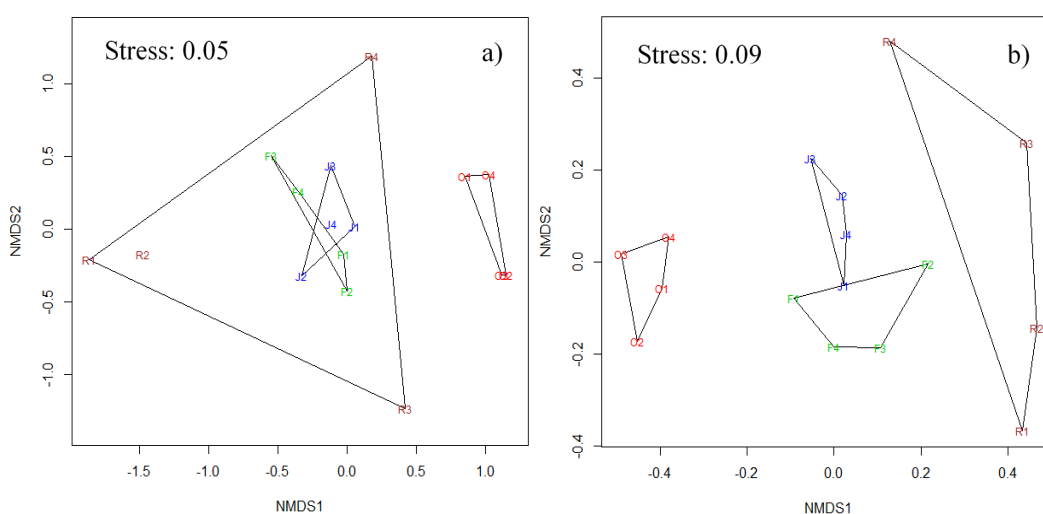
Terdapat dominansi subfamili dan genus kumbang daun yang ditemukan pada penelitian

Tabel 6. Indeks kemiripan Bray-Curtis kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) pada empat tipe penggunaan lahan di lanskap TNBD dan Hutan Harapan

Table 6. Bray-Curtis similarity index of leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on four land use types in TNBD and Harapan Forest landscapes

Habitat	BF	BJ	BO	BR	HF	HJ	HO	HR
BF	1,00							
BJ	0,49	1,00						
BO	0,09	0,17	1,00					
BR	0,06	0,14	0,00	1,00				
HF	0,45	0,39	0,21	0,00	1,00			
HJ	0,37	0,36	0,18	0,14	0,51	1,00		
HO	0,09	0,12	0,37	0,00	0,18	0,11	1,00	
HR	0,02	0,12	0,13	0,00	0,14	0,16	0,00	1,00

B: TNBD; H: lanskap Hutan Harapan (*Harapan Forest landscape*); F: hutan (*forest*); J: hutan karet (*Rubber forest*); O: perkebunan kelapa sawit (*oil palm plantation*); R: perkebunan karet (*rubber plantation*)



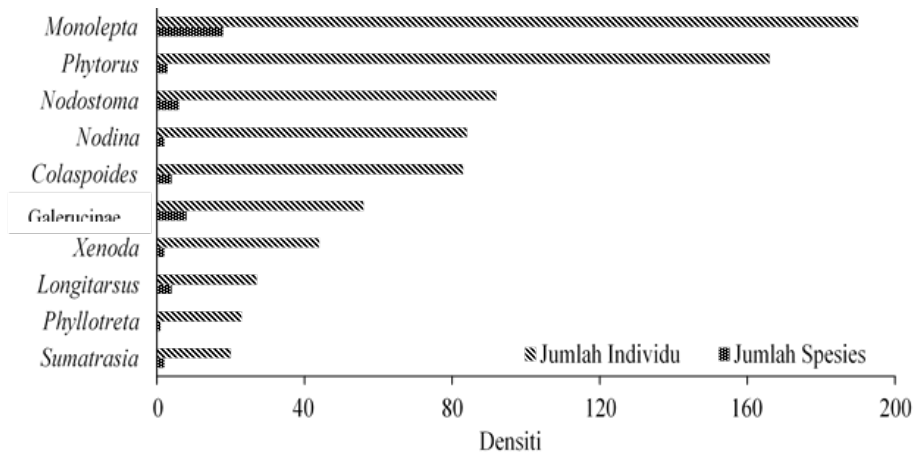
Gambar 5. NMDs komposisi kumbang daun pada empat tipe penggunaan lahan di lanskap TNBD (a) dan Hutan Harapan (b). Kode huruf menunjukkan F: hutan; J: hutan karet; O: perkebunan kelapa sawit; R: perkebunan karet; angka 1–4 menunjukkan plot

Figure 5. NMDs composition of leaf beetles in four types of land use in the landscape TNBD (a) and Hutan Harapan (b). The letter code indicates F: forest; J: rubber forest; O: oil palm plantation; R: rubber plantation; numbers 1–4 show the plot

ini. Subfamili dominan yang ditemukan pada penelitian ini adalah Subfamili Galerucinae dengan jumlah individu mencapai 524 individu. Subfamili dominan kedua pada penelitian ini adalah Subfamili Eumolpinae dengan jumlah individu sebanyak 498 individu. Subfamili lain yang ditemukan pada penelitian ini adalah Subfamili Cryptocephalinae yang ditemukan 8 individu, Chrysomelinae sebanyak 2 individu,

Criocerinae sebanyak 4 individu dan Subfamili Cassidinae ditemukan sebanyak 4 individu (Tabel 3).

Selain subfamili yang dominan, pada penelitian ini juga ditemukan genus kumbang daun yang dominan di empat tipe penggunaan lahan. Genus kumbang daun yang dominan pada penelitian ini adalah Genus *Monolepta* yang ditemukan sebanyak 190 individu dan 18 spesies (Gambar 6 dan 7). Genus dominan kedua adalah



Gambar 6. Dominansi 10 genus kumbang daun terbanyak yang berhasil ditemukan pada berbagai habitat.
Figure 6. The dominant 10 genera of leaf beetles were found in various habitats.



Gambar 7. Dokumentasi genus *Monolepta*. a: *Monolepta* sp.1; b: *Monolepta* sp.2; c: *Monolepta* sp.4; d: *Monolepta* sp.8; e: *Monolepta* sp.11.

Figure 7. Genus *Monolepta*. a: *Monolepta* sp.1; b: *Monolepta* sp.2; c: *Monolepta* sp.4; d: *Monolepta* sp.8; e: *Monolepta* sp.11.

Phytorus dengan jumlah individu sebanyak 166 individu dan 3 spesies. Genus dominan lainnya meliputi Genus *Nodostoma*, *Nodina*, *Colaspoides*, *Xenoda*, *Longitarsus*, *Phyllotreta*, *Sumatrasia*, dan Subfamili Galerucinae.

Spesies khusus kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) yang ditemukan pada empat tipe penggunaan lahan

Kumbang daun yang ditemukan pada penelitian ini mengalami perbedaan spesifikasi dan singleton spesies pada empat tipe penggunaan lahan. Terdapat spesies kumbang yang selalu hadir pada empat tipe penggunaan lahan, tetapi ada juga spesies yang hanya ditemukan pada satu tipe penggunaan lahan saja. Spesies khusus yang hanya ditemukan di lahan hutan saja sebanyak 38 spesies. Spesies tersebut diantaranya adalah *Basilepta* sp.1, *Basiprionota* sp.1, *Ceratia* sp.1,

Emethea sp.1, *Galerucinae* sp.1, *Mimastra* sp.1, *Monolepta* sp.15, *Monolepta* sp.21, dan *Nodostoma* sp.6. Spesies yang hanya ditemukan di lahan hutan karet sebanyak 27 spesies, diantaranya adalah *Abirus* sp.2, *Aulacophora* sp.1, *Cynorta* sp.1, *Melixanthus* sp.1, *Nesaecrepida* sp.1, *Nodina* sp.2, dan *Parchicola* sp.1. Spesies yang hanya ditemukan di lahan perkebunan kelapa sawit sebanyak 1 spesies, yaitu *Cryptocephalinae* sp.1, sedangkan spesies yang hanya ditemukan di lahan perkebunan karet sebanyak 3 spesies antara lain adalah *Agelastica* sp.1 (Tabel 7).

PEMBAHASAN

Persentase morfospesies yang ditemukan pada penelitian ini belum mencapai 100% menandakan bahwa spesies kumbang daun yang ditemukan

Tabel 7. Spesies khusus kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) pada empat tipe penggunaan lahan
Table 7. Specific species of leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in four land use types

Morfospesies (Morfospecies)	Hutan (Forest)	Hutan karet (Rubber forest)	P. Kelapa Sawit (Oil palm plantation)	P. Karet (Rubber plantation)	Total
<i>Abirus</i> sp.2		√			7
<i>Agelastica</i> sp.1				√	3
<i>Aulacophora</i> sp.1		√			3
<i>Basilepta</i> sp.1	√				5
<i>Basiprionota</i> sp.1	√				2
<i>Ceratia</i> sp.1	√				2
<i>Cryptocephalinae</i> sp.1			√		4
<i>Cynorta</i> sp.1		√			2
<i>Emethea</i> sp.1	√				11
<i>Galerucinae</i> sp.3	√				3
<i>Galerucinae</i> sp.6		√			2
<i>Galerucinae</i> sp.7		√			3
<i>Longitarsus</i> sp.5		√			2
<i>Melixanthus</i> sp.1		√			2
<i>Mimastra</i> sp.1	√				2
<i>Mimastra</i> sp.2		√			5
<i>Mimastra</i> sp.4		√			2
<i>Monolepta</i> sp.15	√				3
<i>Monolepta</i> sp.21	√				3
<i>Nesaecrepida</i> sp.1		√			4
<i>Nodina</i> sp.2		√			6
<i>Nodostoma</i> sp.6	√				8
<i>Paleosepharia</i> sp.2		√			2
<i>Parchicola</i> sp.1		√			15

pada penelitian ini belum mewakili keseluruhan spesies kumbang daun yang ada di lapangan. Spesies kumbang daun yang ditemukan pada penelitian ini akan bisa mewakili keseluruhan spesies kumbang daun di lapangan apabila interval waktu pengamatan ditambah (Thompson 2003) dan dilakukan penambahan plot pengamatan (Chao et al. 2013). Selain itu, perlu dilakukan pengumpulan spesimen kumbang daun yang hidup secara langsung baik menggunakan *sweeping net* maupun *handling*.

Jumlah individu dan jumlah spesies yang ditemukan di lanskap TNBD lebih banyak dibandingkan dengan lanskap Hutan Harapan. Hal ini diduga karena lanskap TNBD merupakan kawasan konservasi sehingga habitat serangga masih alami dan belum mengalami gangguan. Berdasarkan laporan KLHK (2018) kawasan TNBD merupakan kawasan konservasi, sedangkan kawasan Hutan Harapan merupakan kawasan restorasi sehingga habitat serangga sempat mengalami gangguan. Bos et al. (2007) melaporkan kawasan konservasi memiliki tumbuhan penutup yang beragam sehingga mampu menjaga keanekaragaman arthropoda di bawahnya. Area konservasi memiliki keanekaragaman tumbuhan yang tinggi sehingga ketersediaan inang bagi serangga fitofag lebih banyak. Ketersediaan tumbuhan yang beragam dapat menyediakan ruang lebih luas bagi komunitas serangga untuk menentukan habitatnya yang lebih cepat (Owen et al. 2007).

Jumlah individu dan jumlah morfospesies kumbang daun tidak berbeda nyata di kedua lanskap. Hal tersebut menunjukkan bahwa perbedaan lanskap tidak memengaruhi jumlah individu dan jumlah morfospesies kumbang daun. Perbedaan keanekaragaman serangga antar kedua lanskap dimungkinkan terjadi apabila terdapat perbedaan pada struktur lanskapnya. Struktur suatu lanskap didasarkan pada elemen penyusunnya (fragmen), dominansi (luas) tiap fragmen, jumlah elemen penyusun (heterogenitas), bentuk elemen (*shape*), dan distribusi elemen (Prasetyo 2017).

Komunitas kumbang daun pada penelitian ini lebih dipengaruhi oleh perbedaan tipe penggunaan lahan, yang sangat berpengaruh terhadap keberadaan tumbuhan inangnya. Jumlah individu dan jumlah morfospesies kumbang daun berbeda nyata pada empat tipe penggunaan lahan.

Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan habitat memengaruhi keanekaragaman dan kekayaan spesies kumbang daun. Lahan hutan alami dan hutan karet di lanskap TNBD dan Hutan Harapan memiliki keanekaragaman dan kelimpahan spesies kumbang daun lebih tinggi dibandingkan dengan perkebunan kelapa sawit dan perkebunan karet diduga karena kawasan tersebut memiliki ekosistem dan habitat yang masih terjaga, termasuk tumbuhan inang bagi kumbang daun. Reis et al (2019) membuktikan bahwa tutupan hutan pada skala lanskap mampu meningkatkan kekayaan spesies lokal dan kelimpahan serangga setiap harinya. Dagobert et al. (2008) melaporkan bahwa Famili Chrysomelidae merupakan famili kumbang yang lebih dominan ditemukan pada hutan primer dan hutan sekunder. Penelitian Teles et al (2020) membuktikan bahwa keberadaan kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) pada sisa-sisa habitat hutan di antara lahan pertanian menunjukkan keanekaragaman yang lebih tinggi dari lahan pertanian yang monokultur. Penelitian Arash (2019) menunjukkan bahwa herbivora spesialis, seperti *Oulema melanopus* (Linnaeus) (Coleoptera: Chrysomelidae) akan meningkatkan kelimpahannya di lanskap yang didominasi oleh tanaman inangnya. Biondi & D'alessandro (2012) juga melaporkan bahwa keberagaman tumbuhan inang akan mempengaruhi komposisi, distribusi, dan keanekaragaman kumbang daun. Keberadaan kumbang daun pada suatu habitat juga disebabkan oleh pola distribusi kumbang. Keberadaan serangga pada suatu habitat juga disebabkan oleh pola distribusi serangga. Kato et al. (1995) juga menyebutkan bahwa keberadaan kumbang di suatu tempat dipengaruhi oleh pola sebaran kumbang. Kumbang dari Famili Tenebrionidae dan Nitidulidae merupakan famili kumbang yang paling banyak ditemukan di kanopi tanaman, sedangkan Famili Staphylinidae dan Carabidae merupakan famili yang paling banyak ditemukan di permukaan tanah.

Kegiatan alih fungsi lahan dari hutan menjadi perkebunan pada penelitian ini menyebabkan berubahnya struktur vegetasi tumbuhan dari heterogen menjadi homogen yang menyebabkan hilangnya spesies tumbuhan inang bagi kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae). Kegiatan fragmentasi lahan juga memberikan pengaruh

terhadap kelimpahan dan keanekaragaman laba-laba, semut, dan serangga terbang seperti kumbang (Peng et al. (2020). Penelitian Becerra et al. (2018) membuktikan bahwa komunitas kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) memberikan respons yang signifikan terhadap variasi jumlah tumbuhan. Beberapa spesies kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) juga menunjukkan sensitifitas terhadap perbuahan abiotik yang disebabkan oleh modifikasi vegetasi. Hasil penelitian ini didukung dengan penelitian Najmi (2018) yang melaporkan kumbang moncong pada tipe penggunaan lahan perkebunan kelapa sawit dan perkebunan karet lebih sedikit dibandingkan dengan tipe lahan hutan alami dan hutan karet. Reyes et al. (2019) melaporkan kawasan yang telah mengalami alih fungsi lahan menyebabkan hilangnya habitat asli serangga sehingga berdampak pada eksistensi komunitas serangga.

Kelimpahan individu dan kekayaan spesies yang ditemukan di perkebunan karet lebih sedikit dibandingkan dengan kelapa sawit diduga karena tanaman karet mengeluarkan senyawa toksik yang dapat mencegah kehadiran serangga. Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) dilaporkan memiliki kemampuan menghasilkan senyawa C_4H_8 (isoprena), masing-masing memiliki ikatan rangkap dalam konfigurasi cis (Tanaka & Sakdapipanich 2001). Tanaman karet mengandung 97% cis 1,4-poliisoprena dan sekitar 3% protein (Niaounakis 2015). Berdasarkan laporan Konno et al. (2004), senyawa lateks, laticifer, dan eksudat memiliki kemampuan anti-herbivora dan sebagai mekanisme pertahanan terhadap serangga. Kemampuan tumbuhan yang menghasilkan senyawa sekunder yang bersifat toksik juga dapat memengaruhi kehadiran kumbang daun. Senyawa toksik tersebut dapat mematikan kumbang daun sehingga kumbang daun lebih memilih menghindari tumbuhan yang menghasilkan senyawa toksik (Fus et al. 2005).

Komposisi kumbang daun pada empat tipe penggunaan lahan di lanskap TNBD dan Hutan Harapan bervariasi. Komposisi kumbang daun yang ditemukan pada lahan hutan alami dan hutan karet di lanskap TNBD dan Hutan Harapan memiliki nilai similaritas yang relatif tinggi, yaitu 0,49 dan 0,51. Hal ini menunjukkan bahwa lahan tersebut memiliki struktur komposisi spesies

kumbang daun yang mirip. Kemiripan struktur komposisi kumbang daun di hutan alami dan hutan karet diduga karena pada lahan tersebut memiliki kemiripan vegetasinya.

Nilai similaritas Bray-Curtis pada perkebunan karet di lanskap TNBD dan Hutan Harapan sebesar 0,00 menunjukkan bahwa perkebunan karet di lanskap TNBD dan Hutan Harapan tidak memiliki kemiripan morfospesies kumbang daun. Morfospesies kumbang daun di perkebunan karet di TNBD dan Hutan Harapan berbeda diduga karena habitat kumbang daun di kedua lanskap tersebut memiliki perbedaan terutama keberadaan tumbuhan inangnya. Koneri (2010) menyatakan bahwa struktur vegetasi, kondisi mikroklimat, dan campur tangan manusia dapat mempengaruhi struktur komunitas kumbang Lucanid. Perubahan lingkungan, seperti cuaca, suhu, dan kelembaban yang kurang dapat menyebabkan perkembangan kumbang menurun sehingga keanekaragaman kumbang di suatu habitat juga menurun (Klein 2002). Perubahan suhu dan kelembaban dapat memengaruhi serangga secara tidak langsung melalui perubahan metabolisme dan fisiologi tumbuhan inang (Ayres & Lombardero 2000).

Hasil identifikasi kumbang daun menunjukkan bahwa genus yang mendominasi pada penelitian ini adalah Genus *Monolepta*. Wagner (1998) melaporkan bahwa Genus *Monolepta* merupakan genus terbanyak yang ditemukan dari Subfamili Galerucinae. Jacoby (1886) telah mengelompokkan Genus *Monolepta* menjadi genus terbanyak karena terdapat penggabungan dari Genus *Neolepta* dan *Othoneolepta*. Spesies dari Genus *Monolepta* yang berhasil dideskripsikan oleh Kimoto & Gressit (1979) sebanyak 72 spesies yang tersebar di seluruh dunia. Morfospesies *Monolepta* yang didapatkan pada penelitian ini sebanyak 18 morfospesies (Gambar 6).

Tingkat dominansi kumbang daun berbeda-beda dapat disebabkan oleh perilaku makan dan tumbuhan inang setiap spesies kumbang daun yang berbeda. Jolivet et al. (1988) melaporkan Genus *Monolepta* merupakan genus yang bersifat polifag sehingga memungkinkan ditemukan pada berbagai habitat. Kemampuan tumbuhan yang menghasilkan senyawa sekunder yang bersifat toksik juga dapat mempengaruhi kehadiran kumbang daun pada suatu tempat (Fus et al. 2005).

Salah satu tanaman yang menghasilkan senyawa toksik pada penelitian ini adalah tanaman karet. Senyawa toksik yang dihasilkan dari tanaman karet menyebabkan spesies kumbang daun pada perkebunan karet lebih sedikit dibandingkan dengan tipe penggunaan lahan lainnya. Desurmont et al (2020) menemukan bahwa bahan kimia yang dihasilkan dari tanaman mempengaruhi perilaku *Pyrrhalta viburni* (Paykull) (Coleoptera: Chrysomelidae) dalam meletakkan telur. Spesies kumbang daun yang ditemukan di perkebunan kelapa sawit juga sedikit karena spesies kumbang daun memiliki kemampuan makan yang berbeda. Spesies kumbang daun yang umum ditemukan di perkebunan kelapa sawit adalah *Brontispa longissima* (Gestro) (Fenner & Brown 2014). Spesies *B. longissima* merupakan hama bagi tanaman kelapa maupun kelapa sawit yang masih muda (Howard et al. 2001) sehingga tidak ditemukan pada penelitian ini.

Terdapat spesies khusus yang ditemukan pada empat tipe penggunaan lahan yang berbeda. Spesies khusus kumbang daun yang ditemukan pada penelitian ini menunjukkan bahwa spesies kumbang daun memiliki spesifikasi tumbuhan inang. Jolivet et al (1988) melaporkan bahwa larva *Atalasis* memiliki tumbuhan inang dari Famili Malvaceae seperti *Sphaeralcea*, *Malvastrum* *Sida*, *Gossypium*. Spesies *Altica carduorum* (Guérin-Méneville) memiliki spesifikasi inang, yaitu *Cirsium arvense* (Wan & Harris 1996). Spesies khusus yang ditemukan pada tipe penggunaan lahan hutan alami dan hutan karet lebih banyak karena habitat alami kumbang daun pada tipe penggunaan lahan tersebut masih tersedia. Spesies khusus pada tipe penggunaan lahan kelapa sawit adalah *Cryptocephalinae* sp.1. Jolivet et al. (1988) menyebutkan bahwa Subfamili *Cryptocephalinae* merupakan famili yang bersifat poligofag pada tumbuhan palmae (kelapa). Spesies khusus yang hanya ditemukan pada perkebunan karet adalah *Agelastica* sp.1. Pimenta & Marco (2017) melaporkan bahwa genus *Agelastica* merupakan salah satu genus yang memiliki senyawa perlindungan yang digunakan untuk mencari makan. Yildiz (2019) melaporkan bahwa serangga memiliki enzim yang berfungsi menetralkan senyawa sekunder tumbuhan yang bersifat racun pada organ digestifnya. Contohnya adalah usus

stadia larva dan kumbang dewasa *Tenebrio molitor* Linnaeus mengandung enzim tripsin, chymotripsin dan cystein proteinase (Konarev 1996)

Keberadaan spesies khusus kumbang daun pada penelitian ini dapat berpotensi sebagai bioindikator maupun hama pada pertanaman perkebunan. Sorensen et al. (2009) melaporkan bahwa kontaminasi senyawa Selenium (Se) menyebabkan penurunan yang signifikan larva *Diorhabda elongata* (Coleoptera: Chrysomelidae). Spesies *Zeteticus* sp., *Hypolampus* sp., *Iphimaena* sp., dan *Colaspis* sp. dapat berperan menjadi bioindikator perubahan lingkungan (Pimenta & Marco 2017)

Spesies khusus yang ditemukan di hutan alami dan hutan karet dapat dijadikan acuan sebagai bioindikator yang menunjukkan bahwa kawasan tersebut belum terjadi perubahan habitat dan ekosistem. Pimenta & Marco (2017) melaporkan pola bioindikator kumbang daun berkaitan erat dengan komposisi flora yang menjadi inangnya di suatu habitat yang mencerminkan tingkat konservasi, dengan demikian habitat tersebut memiliki dampak langsung terhadap perikehidupan kumbang daun. Keberadaan spesies khusus di perkebunan dapat berpotensi menjadi hama apabila keberadaannya tidak diperhatikan terutama terhadap pertumbuhan populasinya. Spesies kumbang daun yang dilaporkan menjadi hama dan ditemukan pada penelitian ini antara lain adalah *Phyllotreta* sp. dan *Aulacophora* sp. Spesies tersebut dilaporkan menjadi hama pada tumbuhan yang berasal dari Famili Cucurbitaceae (Jolivet 1988).

KESIMPULAN

Perbedaan lanskap pada penelitian ini tidak memengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan kumbang daun. Keanekaragaman dan kelimpahan kumbang daun pada penelitian ini lebih dipengaruhi oleh perbedaan tipe penggunaan lahan. Tipe penggunaan lahan hutan alami dan hutan karet pada lanskap TNBD dan Hutan Harapan memiliki keanekaragaman kumbang lebih tinggi daripada tipe penggunaan lahan perkebunan kelapa sawit dan perkebunan karet. Transformasi lahan dari hutan alami menjadi perkebunan dan lahan

pertanian yang dikelola secara intensif dapat menurunkan keanekaragaman dan kelimpahan kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Deutsche Forschungsgemeinschaft Germany (DFG) Research Foundation yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arash K. 2019. *Effects of Landscape Structure and Natural Enemies on The Abundance of Cereal Leaf Beetle, Oulema melanopus L (Coleoptera: Chrysomelidae), in Wheat Fields in Southern Alberta*. Tesis. Canada: The University of Manitoba.
- Ayres MP, Lombardero MJ. 2000. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Science of The Total Environment* 262:263–286. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(00\)00528-3](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00528-3).
- Becerra FMS, Sanchez-Reyes UJ, Clark SM, Barrera CSV, Vega JVH, Maldonado SN. 2018. Influence of habitat heterogeneity on structure and composition of Chrysomelidae (Coleoptera) assemblage in a temperate forest in Northeast Mexico. *Southwestern Entomologist* 43:115–130. <https://doi.org/10.3958/059.043.0129>.
- Biondi M, D'alessandro P. 2012. Afrotropical flea beetle genera: a key to their identification, update catalogue and biogeographical analysis (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae, Alticini). *ZooKeys* 253:1–158. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.253.3414>.
- Bos MM, Hohn P, Saleh S, Boris B, Buchori, Ingolf SW, Teja T. 2007. Insect diversity responses to forest conversion and agroforestry management. Di dalam: Tschardt T, Leuschner C, Zeller M, Guhardja E, Bidin A (Eds.) *Stability of Tropical Rainforest Margins. Environmental Science and Engineering*. Berlin: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-30290-2_14.
- Bouchard P, Grebennikov VV, Smith ABT, Douglas H. 2009. *Biodiversity of Coleoptera*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Chao A, Wang YT, Jost L. 2013. Entropy and the species accumulation curve: a novel entropy estimator via discovery rates of new species. *Methods in Ecology and Evolution* 4:1091–1100. DOI: 10.1111/2041-210X.12108.
- Colwell RK. 1997. EstimateS 5: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Tersedia pada: <http://www.viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. [diakses 4 Mei 2019].
- Dagobert KK, Klimaszewski J, Mamadou D, Daouda A, Mamadou D. 2008. Comparing beetle abundance and diversity values along a land use gradient in tropical Africa (Oume, Ivory Coast). *Zoological Studies* 47:429–437.
- Desurmont GA, Morelon SPG, Benrey B. 2020. First insight into the chemical ecology of an invasive pest: olfactory preferences of the Viburnum leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology* 49:364–369. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvaa007>.
- Drescher J, Rembold K, Kara A, Beckschäfer P, Buchori D, Clough Y, Faust H, Fauzi AM, Gunawan D, Hertel D, Irawan Bg, Jaya INS, Klarner B, Kleinn C, Knohl A, Kotowska MM, Krashevskaya V, Krishna V, Leuschner C, Lorenz W, Meijide A, Melati D, Nomura M, Pérez-CC, Qaim M, Siregar IZ., Steinebach S, Tjoa A, Tschardt T, Wick B, Wiegand K, Kreft H, Scheu S. 2016. Ecological and socio-economic functions across tropical land use systems after rainforest conversion. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences* 371:20150275. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0275>.
- Fenner TL, Brown H. 2014. *Palm Leaf Beetle*. Darwin: Northern Territory Government.
- Fus G, Geiser E, Patzner R. 2005. On the host plant of several leaf beetle of Central Europe—the problem of fame and evidence. *Koleopterologische Rundschau* 75:359–371.
- Hangay G, Zborowski P. 2010. *A guide to the Beetles of Australia*. Victoria: CSIRO Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1071/9780643100121>.
- Hiola MS. 2019. *Keanekaragaman Kumbang Jelajah Arboreal (Coleoptera: Staphylinidae) di Lanskap Hutan Harapan dan Taman Nasional Bukit Duabelas, Jambi*. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Howard FW, Moore D, Davis GRM, Abad RG. 2001. *Insect on Palms*. New York: CABI Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1079/9780851993263.0000>.
- Jacoby M. 1886. Description of new genera and species of phytophagous coleoptera from Indo-Malayan and Astro-Malayan subregions, contained in the Genoa Civic Museum. *Annali*

- del Museo Civico di Storia Naturale di Genova*, 24:41–121.
- Jolivet P, Petitpierre E, Hsiao TH. 1988. *Biogology of Chrysomelidae*. London: Kluwer Academic Publisher. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-009-3105-3>.
- Jolivet P, Verma KK. 2008. Eumolpinae – a widely distributed and much diversified subfamily of leaf beetles (Coleoptera, Chrysomelidae). *Terrestrial Arthropod Reviews* 1:3–37. DOI: <https://doi.org/10.1163/187498308X345424>.
- Jolivet P. 2015. Together with 30 years of Symposia on Chrysomelidae! Memories and personal reflections on what we know more about leaf beetles. *Zookeys* 547:35–61. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.547.7181>.
- Junggebauer A, Tamara RH, Daniel R, Ina S, Damayanti B, Purnama H, Stefan S, Jochen D. 2021. Changes in diversity and community assembly of jumping spiders (Araneae: Salticidae) after rainforest conversion to rubber and oil palm plantation. *Peerj* 9:e11012. <https://doi.org/10.7717/peerj.11012>.
- Kasmiatun. 2020. Keanekaragaman dan komposisi kumbang elaterid (Coleoptera: Elateridae) di kawasan hutan hujan tropis Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, Jambi. *Jurnal Entomologi Indonesia* 17:33–41. DOI: <https://doi.org/10.5994/jei.17.1.33>.
- Kato M, Inoue T, Hamid AA, Nagamitsu T, Merdek MB, Nona AR, Itino T, Yamane S, Yumoto T. 1995. Seasonality and vertical of light-attracted insect communities in a dipterocarp forest in Sarawak. *Research on Population Ecology* 32:59–79. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02515762>.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan [KLHK]. 2018. The state of Indonesia's Forests 2018. Jakarta: KLHK.
- Kimoto S, Gressitt JL. 1979. Chrysomelidae (Coleoptera) of Thailand, Cambodia, Laos and Vietnam. *Pac Ins.* 20:191–256.
- Klein AM, Steffan DI, Buchori D, Tschardtke T. 2002. Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on coffee flower-visiting and trap-nesting bees and wasps. *Biological Conservation* 16:1003–1014. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00499.x>.
- Konarev AV. 1996. Interaction of insect digestive enzymes with the plant protein inhibitors and host-parasite coevolution. *Euphytica*. 92:89-94. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00022833>.
- Koneri R. 2010. Keanekaragaman kumbang Lucanid (Coleoptera: Lucanidae) di Taman Nasional Boganinaniwartabone, Sulawesi Utara. *Berita Biologi* 10:179–187.
- Konno K, Hirayamura C, Tateishi K, Tamura y, Hattori M. 2004. Papa in protects papaya trees from herbivorous insects: role of cysteine proteinases in latex. *The Plant Journal* 37:370–378. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-313X.2003.01968.x>.
- Magurran AE. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Malden: Blackwell Science Ltd.
- Mohamedsaid MS. 2004. List of Malaysian Chrysomelidae (Coleoptera) in the collection of UKM. *Serangga* 5:343–360
- Najmi L. 2018. *Identifikasi, Keanekaragaman dan Kelimpahan Kumbang Curculionidae di Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, Jambi*. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nazarreta R. 2017. *Keanekaragaman dan Identifikasi Semut Arboreal di Lanskap Bukit Harapan dan Taman Nasional Bukitduabelas, Jambi*. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nazarreta R, Tamara RH, Purnama H, Stefan S, Damayanti B, Jochen D. 2020. Rainforest conversion to smallholder plantations of rubber or oil palm leads to species loss and community sifts in canopy ants (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecol News* 30:175–186.
- Niaounakis M. 2015. *Biopolymers: Applications and Trends*. Oxford: William Andrew. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2014-0-00936-7>.
- Owen T, Lewis, Basset Y. 2007. Insect conservation in tropical forest. *The Roy Entomol Society* 1:35–58.
- Peng MH, Hung YC, Liu KL, Neoh KB. 2020. Landscape configuration and habitat complexity shape arthropod assemblage in urban parks. *Scientific Reports* 10:16043. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73121-0>.
- Pimenta M, Marco PDJ. 2017. Leaf beetle (Chrysomelidae: Coleoptera) assemblages in a mosaic of natural and altered areas in the Brazilian Cerrado. *Neotropical Entomology* 15:1–5. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-015-0280-y>.
- Prasetyo LB. 2017. *Pendekatan Ekologi Lanskap untuk Konservasi Biodiversitas*. Bogor: IPBPress.
- Reis LEM, Quesada M, Neves FS. 2019. Forest cover drives insect guild diversity at different landscape scales in tropical dry forest. *Forest Ecology and Management* 443:36–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.04.007>.
- Reyes UJS, Madonado SN, Clark SM, Lozano LB, Sierra PA. 2019. Successional and seasonal

- changes of leaf beetles and their indicator value in a fragment low thorn forest of northeastern Mexico (Coleoptera: Chrysomelidae). *ZooKeys* 825:71–103. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.825.30455>.
- Rubiana R. 2014. *Pengaruh Transformasi Habitat terhadap Keanekaragaman dan Struktur Komunitas Semut di Jambi*. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sen I, Gok A. 2009. Leaf beetle communities (Coleoptera: Chrysomelidae) of two mixed forest ecosystem dominated by pine-oak-hawthorn in Isparta province, Turkey. *Annales Zoologici Fennici* 46:217–232. DOI: <https://doi.org/10.5735/086.046.0306>.
- Sorensen MA, Parker DR, Trumble JT. 2009. Effects of pollutant accumulation by the invasive weed saltcedar (*Tamarix ramosissima*) on the biological control agent *Diorhabda elongata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environ Pollut.* 157:238–91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.10.001>.
- Suzuki K. 1996. Higher classification of the family Chrysomelidae (Coleoptera). Di dalam: Jolivet P.H, Cox ML [Eds.] *Chrysomelidae Biology, Vol. I. The Classification, Phylogeny and Genetics*. hlm.456. Amsterdam: SPB Academic Publishing BV.
- Tanaka Y, Sakdapipanich JT. 2001. Chemical structure and occurrence of natural polyisoprenes. Di dalam: Koyama T, Steinbuechel [Eds]. *Biopolymers, Volume Polysoprenoids*. hlm. 578. Weinheim: Wiley-VCH. DOI: <https://doi.org/10.1002/3527600035.bpol2001>.
- Teles TS, Neto FV, Ribeiro DB, Raizer J, Linzmeier A. 2020. High turnover of Chrysomelidae (Coleoptera) species in semideciduous forest remnants in an agricultural landscape. *Journal of Biological Sciences* 92:5–10. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190745>.
- Thompson GG, Witchers PC, Pianka ER, Scott AT. 2003. Assessing biodiversity with species accumulation curves; inventories of small reptiles by pit-trapping in Western Australia. *Austral Ecology* 28:361–383. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2003.01295.x>.
- Todd GD, Wohlers D, Citra M. 2003. *Toxicological Profile for Pyrethrins and Pyrethroids*. Georgia: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ASTDR).
- Wagner T. 1998. Influence of tree species and forest type on the chrysomelid community in the canopy of an Ugandan tropical forest. Di dalam: Biondi M, Daccordi M, Furth DG (Eds), *Proceedings of the Fourth International Symposium on the Chrysomelidae (I.C.E. XX—1996)*, hlm.253-269. Torino: Museo Regionale di Scienze Naturali.
- Waterhouse DF. 1967. *The Insect of Australia Volume II*. Canberra: CSIRO.
- Wan FH, Harris P. 1996. Host finding and recognition by *Altica carduorum*, a defoliator of *Cirsium arvense*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 80:491-496. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1996.tb00964.x>.
- Yildiz D, Altun N, Bilginer M. 2019. The effect of nutrient-allelochemicals interaction on food consumption and growth performance of Alder leaf beetle, *Agelastica alni* L. (Coleoptera: Chrysomelidae). *International Journal of Secondary Metabolite* 6:196–204. DOI: <https://doi.org/10.21448/ijsm.499519>.