

Studi Keanekaragaman Collembola Pada Enam Jenis Tipe Lahan

Study On Diversity of Collembola on Six Types of Lands

Zaitun Ritaqwin^{a*}, Vinny Pratiwi^a, Laily Mutmainnah^b

^aProgram Studi Ilmu Pertanian, Universitas Islam Kebangsaan Indonesia, Indonesia

^bProgram Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Indonesia

INFORMASI

Riwayat naskah:

Accepted: 29 - 11 - 2023

Published: 31 - 12 - 2023

Keyword:

Collembola

Bioindikator

Tipe lahan

Corresponding Author:

Zaitun Ritaqwin

Universitas Islam Kebangsaan Indonesia

*email: zaitunritaqwin@gmail.com

ABSTRAK

Collembola (*Springtail*) merupakan mikroarthopoda tanah yang ditemukan hampir pada semua ekosistem. Collembola memiliki peran penting di dalam ekosistem sebagai perombak bahan organik, pemakan jamur, bioindikator perubahan keadaan tanah, serta menjaga keseimbangan ekosistem. Tujuan dari penelitian ini untuk mempelajari kelimpahan dan keanekaragaman Collembola pada tipe penggunaan lahan yang berbeda, serta kaitannya dengan faktor lingkungan. Collembola dikumpulkan dari enam tipe penggunaan lahan yang berbeda, yaitu hutan primer, hutan sekunder, semak belukar tua, semak belukar muda, hutan paska bakar dan hutan karet yang dilakukan pada bulan Agustus 2017. Collembola diekstraksi dari sampel tanah menggunakan modifikasi *Berlese Funnel Extractor*. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh 37 genus Collembola yang berasal dari 4 ordo dan 14 famili. Collembola yang ditemukan di seluruh area yang diamati, baik di tanah maupun di serasah memiliki kelimpahan dan keanekaragaman bervariasi, yaitu di tanah ditemukan 4 ordo, 9 famili, dan 12 genus dengan total rata-rata kelimpahan 603 individu m^{-2} , sedangkan di serasah didapatkan 4 ordo, 11 famili dan 20 genus dengan total rata-rata 944 individu m^{-2} . *Isotomiella* merupakan genus dengan angka kelimpahan tertinggi dibanding dengan genus yang lain. Berdasarkan hasil analisis korelasi, beberapa genus Collembola mempunyai hubungan positif dengan C/N rasio, C-organik, N-total dan kadar air.

ABSTRACT

Collembola (Springtail) is the soil microarthropods that found in almost all ecosystems. Collembola has an important role in ecosystem as degrader of organic matter, fungivore, bioindicator of soil environmental changes and balancer of ecosystem. The purpose of this research was to study the abundance and diversity of Collembola on six different land use types and its relationship to environmental factors. Soil samples from six land use types, namely primary forest, secondary forest, young shrub, old shrub, post burn forest and rubber forest were collected in August 2017. Collembola was then extracted from the soil samples using the modification of Berlese Funnel Extractor. Determination of Collembola from soil and litter layers of all study area indicated variability of Collembola, which were found 4 orders, 13 families and 37 genera. Collembola that found in the soil layers were 4 orders, 9 families and 12 genera with averages of total abundances were 603 individuals m^{-2} , mean while from litter layers, it was obtained 4 orders, 11 families and 20 genera of Collembola, with averages of total abundances were 944 individuals m^{-2} . Genus of

Isotomiella were the dominant animals, where it was found with the highest number compared to the others. Based on the analysis of correlation, some of *Collembola* generas have the positive correlation with the parameter of C/N ratio, C-organic, N-total and soil water content.

PENDAHULUAN

Organisme tanah dengan keanekaragaman yang tinggi memiliki peran dalam mendekomposisi bahan organik, siklus hara serta mempertahankan sifat biologi, fisika dan kimia tanah. Hal ini disebabkan karena organisme tanah bersentuhan langsung dengan tanah dan dapat memberikan dampak positif bagi kesuburan tanah (Suheriyanto 2012). Pembukaan lahan hutan dapat menyebabkan berubahnya kandungan bahan organik, kehidupan organisme tanah, dan berpengaruh terhadap struktur tanah baik di lapisan atas maupun lapisan bawah (Simanjuntak 2005). Salah satu fauna tanah yang sangat berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan kesuburan tanah adalah *Collembola*. *Collembola* berperan aktif dalam pengaturan perbandingan C/N dalam tanah. Perbandingan C/N merupakan parameter laju perombakan bahan organik (Harlina *et al.* 2018). Selain itu, Agus (2007) juga melaporkan bahwa terdapat korelasi positif antara famili *Collembola* terhadap kandungan C organik dan C/N rasio.

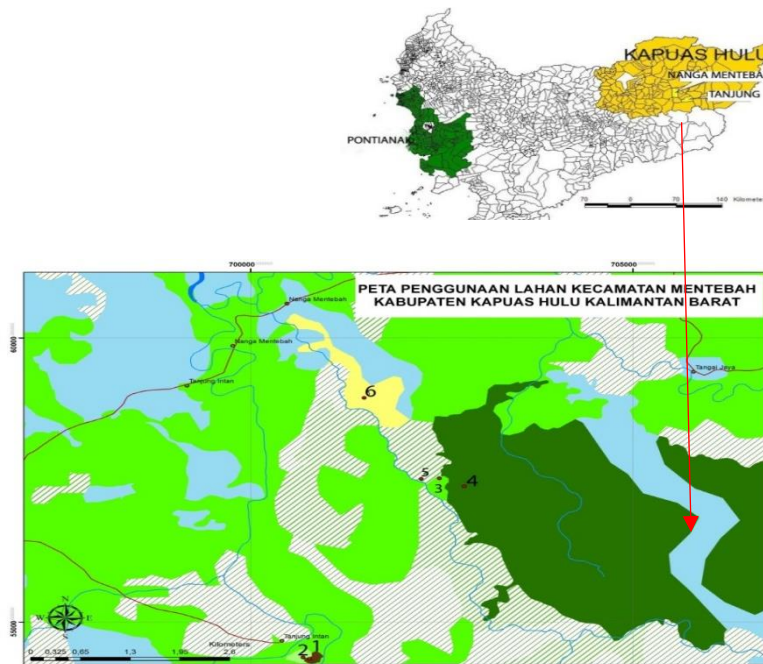
Collembola (*Springtail*) merupakan salah satu hewan Avertebrata yang termasuk dalam filum Arthropoda. *Collembola* atau sering disebut dengan spring tail atau dalam Bahasa Indonesia disebut ekor pegas, perbedaan yang terpenting *Collembola* dari kelas lainnya adalah adanya tabung ventral (collophore/ventral tube) (Harlina *et al.* 2018). *Collembola* memiliki peran penting di dalam ekosistem sebagai perombak bahan organik, pemakan jamur bioindikator perubahan keadaan tanah, serta menjaga keseimbangan ekosistem. Keberadaan *Collembola* tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor fisika dan kimia seperti pH, suhu, kelembaban atau kadar air tanah di daerah lapisan tanah, zat pencemar tanah, ke dalam tanah, serta iklim atau musim (Jucevica dan Meleis 2005). Hasil Penelitian Fitrahtunnisa dan Ilhamdi (2013), menunjukkan kelimpahan Arthropoda tanah berkorelasi dengan faktor lingkungan abiotik di setiap habitat seperti ketebalan serasah, kandungan bahan organik tanah, kandungan air tanah, suhu, dan kelembaban udara.

Berbagai macam faktor lingkungan yang mempengaruhi kelimpahan *Collembola* dapat digunakan sebagai informasi untuk mempelajari korelasi kelimpahan dan keanekaragaman *Collembola* pada enam tipe penggunaan lahan di Kecamatan Mentebah, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi ilmiah mengenai kelimpahan dan keanekaragaman *Collembola*. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan dan keanekaragaman *Collembola* pada enam tipe penggunaan lahan di Kecamatan Mentebah, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat, dan korelasinya dengan faktor lingkungan.

METODE

Waktu dan lokasi penelitian

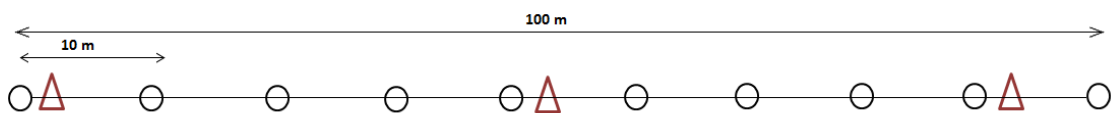
Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai Oktober 2022. Pengambilan sampel dilakukan pada enam tipe penggunaan lahan, yaitu hutan primer, hutan sekunder, semak belukar tua, semak belukar muda, hutan paska bakar dan hutan karet di Kecamatan Mentebah, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat. Ekstraksi *Collembola* dilakukan di stasiun lapang penelitian yang terletak di Desa Nanga Mentebah.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel tanah dan serasah pada setiap tipe penggunaan lahan dilakukan dengan menggunakan metode transek sepanjang 100 m, ditentukan 10 titik sampling dengan jarak 10 m (Suhardjono *et al.* 2012). Sampel tanah dan serasah yang diambil berukuran 20cmx20cm sedalam 5 cm (Rahmadi *et al.* 2004; Suhardjono *et al.* 2012; Warino *et al.* 2017). Pengambilan sampel tanah secara komposit untuk analisis sifat fisika dan kimia tanah yaitu pH tanah, kadar air, C/N rasio, C-organik dan N total ditentukan pada titik 1-5-9 (Gambar 1). Alat untuk ekstraksi fauna tanah digunakan modifikasi *Berlese Heat Extractor* selama 7 hari dengan suhu 30⁰C-50⁰C. Hasil ekstraksi sampel tanah dan serasah berupa spesimen *Collembola* yang terkumpul diawetkan di dalam botol berukuran 50 mL yang berisi alkohol 96 %.



Gambar 2 Skema penempatan titik-titik pengambilan sampel tanah dan serasah ; ○ sampel tanah dan Sampel tanah dan serasah (fauna) ; △ Sampel tanah (sifat biologi, fisika dan kimia.

Identifikasi

Identifikasi *Collembola* dilakukan berdasarkan morfospesies sampai ke tingkat genus, dan setiap genus dianggap sebagai spesies (Suhardjono *et al.* (2012).

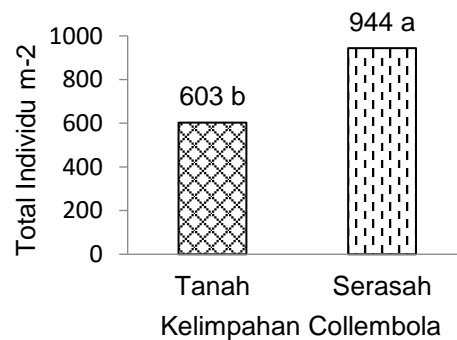
Analisis data

Analysis of Variance (ANOVA), dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5% digunakan untuk melihat perbedaan kelimpahan *Collembola* antar ekosistem. Tahapan selanjutnya dilakukan analisis *Shannon diversity index* (Magurran 2004) untuk mengetahui nilai keanekaragaman *Collembola*, serta analisis korelasi *Pearson* digunakan untuk melihat keterkaitan unsur hara tanah terhadap genus *Collembola*. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Statistica Analysis System* (SAS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelimpahan dan Keanekaragaman Collembola Tanah dan Serasah

Hasil identifikasi Collembola di tanah pada seluruh area yang diamati didapatkan 4 ordo, 9 famili, dan 15 genus dengan total rata-rata kelimpahan 603 individu m^{-2} . Sedangkan di serasah ditemukan 4 ordo, 11 famili dan 20 genus dengan total rata-rata 944 individu m^{-2} (Tabel 1). Kelimpahan Collembola dihitung berdasarkan jumlah Collembola yang berhasil diidentifikasi pada setiap lahan baik di tanah maupun di serasah. Oktavianti *et al.* (2017), juga menemukan kelimpahan dan keanekaragaman Collembola pada hutan konservasi dan perkebunan sawit sebanyak 2 ordo, 3 famili, 4 genus dan 57 individu. Fatimah *et al.* (2012), menyatakan adanya perbedaan keanekaragaman spesies dengan jumlah individu Collembola yang melimpah pada setiap habitat seperti permukaan serasah dan tanah pada perkebunan karet milik rakyat, hal ini diduga adanya perbedaan kondisi faktor lingkungan. Collembola mempunyai sebaran habitat yang sangat luas serta memiliki jumlah spesies yang banyak. Collembola merupakan mikroarthopoda tanah yang ditemukan pada permukaan tanah yang banyak mengandung serasah (Mukti *et al.* 2004). Dalam penelitian ini ditemukan perbedaan kelimpahan Collembola di lapisan tanah dan serasah, dimana kelimpahan tertinggi ditemukan di lapisan serasah (Gambar 3).



Gambar 3. Total kelimpahan Collembola di lapisan tanah dan serasah di Mentebah, Kapuas Hulu, Kalimantan Barat

Berdasarkan hasil uji Anova dan di lanjutkan dengan uji selang berganda Duncan untuk jumlah kelimpahan Collembola baik di lapisan tanah dan lapisan serasah memiliki hasil yang berbeda nyata. Total keseluruhan kelimpahan Collembola di lapisan tanah berbeda nyata dengan jumlah total keseluruhan kelimpahan di serasah.

Berdasarkan hasil uji Anova dan dilanjutkan dengan uji selang berganda Duncan untuk jumlah kelimpahan Collembola di tanah pada ekosistem hutan karet berbeda nyata dengan kelimpahan pada ekosistem hutan paska bakar dan semak belukar muda. Hal ini diduga karena setiap tipe penggunaan lahan memiliki karakteristik yang berbeda, seperti jenis vegetasi, sifat fisika dan kimia tanah. Kelimpahan jenis Collembola berkaitan erat dengan kemampuan individu dalam menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan maupun ketersediaan sumber makanan (Amir 2008). Namun, untuk kelimpahan Collembola di serasah pada ekosistem semak belukar tua, semak belukar muda, hutan paska bakar dan hutan karet berbeda nyata diantara keempatnya. Berdasarkan hasil uji Anova dan dilanjutkan uji selang berganda Duncan untuk jumlah kelimpahan Collembola di tanah dan di serasah pada ekosistem hutan primer berbeda nyata antara lapisan tanah dan serasah.

Ordo Entomobryomorpha merupakan ordo dengan jumlah kelimpahan yang tertinggi ditemukan baik di tanah maupun di serasah. Tingginya jumlah ordo Entomobryomorpha dikarenakan kelimpahan dari genus *Folsomides* dan *Isotomiella*. Genus *Folsomides* dan *Isotomiella* adalah genus yang memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perubahan lahan. Hal yang sama juga ditemukan

pada penelitian Warino *et al.* (2017), yang menemukan kelimpahan tertinggi berasal dari genus *Folsomides* dan *Isotomiella* di perkebunan kelapa sawit. Famili Isotomidae merupakan anggota dari Ordo Entomobryomorpha yang berperan paling aktif di dalam tanah dan juga pada permukaan serasah (Gudleifson dan Bjarnadottir 2008). Secara keseluruhan kelimpahan Collembola diseluruh tipe penggunaan lahan paling banyak ditemukan di lapisan serasah (Gambar 2). Mukti *et al.* (2004) menyatakan bahwa semakin tebal serasah, maka semakin banyak fauna tanah yang ditemukan salah satunya Collembola. Hal yang sama didapatkan dalam penelitian ini, yaitu kelimpahan dan keanekaragaman Collembola dipengaruhi oleh ketebalan serasah, jenis vegetasi, serta faktor lingkungan seperti pH tanah, rasio C/N, C-organik, N-organik, kadar air dan suhu tanah (Tabel 2).

Tabel 1 Total rata-rata kelimpahan dan keanekaragam Collembola di enam tipe penggunaan lahan

Ekosistem	Tanah	Serasah
Hutan primer	100 abc A	234 ab B
Hutan sekunder	135 ab A	140 bc A
Semak belukar tua	103 abc A	168 b A
Semak belukar muda	55 bc A	50 c A
Hutan paska bakar	30 c A	40 c A
Hutan karet	180 a A	312 a A
Total Individu m-2	603	944
Jumlah Ordo	4	4
Jumlah Famili	9	11
Jumlah Genus	15	20
Koefisien keragaman (%)		86.58

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf kecil (dibaca pada kolom) dan besar (dibaca pada baris) yang sama menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf nyata 5%

Hubungan antara sifat kimia tanah dengan populasi Collembola

Hasil analisis sifat kimia tanah, kandungan C-organik, N-total, pH, kadar air menunjukkan nilai tertinggi terdapat pada ekosistem hutan karet dengan nilai masing-masing sebesar 7.45%;0.26%;5.21;38.30, sedangkan C/N rasio tertinggi terdapat pada ekosistem hutan alami yaitu 40.17% (Tabel 2).

Tabel 2 Karakteristik tanah pada lapisan tanah (0-5 cm) dari enam tipe penggunaan lahan.

Tipe penggunaan lahan	C/N rasio	C -Organik	N-Total	pH	Suhu tanah	Kadar Air
	---(%)---	---(%)---	---(%)---		--- ^o C---	
Hutan primer	40.17	5.04	0.13	4.76	24.31	18.09
Hutan sekunder	35.56	3.67	0.12	5.07	26.21	16.60
Semak belukar tua	21.32	4.72	0.22	4.97	26.21	18.96
Semak belukar muda	30.29	3.03	0.10	5.04	27.31	12.8
Hutan paska bakar	20.02	1.38	0.07	5.04	27.32	3.81
Hutan karet	28.97	7.45	0.26	5.21	26.51	38.30

Koefisien korelasi merupakan indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur keeratan hubungan antar variabel, dapat bernilai positif atau negatif dan nilai korelasi berfungsi untuk mengetahui seberapa besar pengaruh antara karakteristik tanah yang diukur dengan nilai kelimpahan Collembola. Nilai koefisien korelasi yang memiliki kriteria antara 0.70 – 0.90 memiliki korelasi yang

tinggi, nilai korelasi 0.90 – 1.00 memiliki korelasi sangat tinggi. Sedangkan nilai korelasi di bawah 0.70 merupakan nilai korelasi yang rendah atau lemah (Hasan 2012).

Tabel 3. Kelimpahan genus-genus yang memiliki nilai korelasi terhadap sifat fisika dan kimia tanah Collembola

No	Genus	Karakteristik Tanah					
		C/N	C-Organik	N-Total	pH	Suhu Tanah	Kadar Air
		---(%)---	---(%)---	---(%)---		--- ⁰ C---	---(%)---
1	<i>Ceratophysella</i>	-0.03	0.77	0.72	0.64	0.15	0.87*
2	<i>Superodontella</i>	0.67	0.2	-0.13	-0.85*	-0.87*	0.01
3	<i>Heteromurus</i>	0.68	0.2	-0.12	-0.87*	-0.91	0.01
4	<i>Homidia</i>	0.51	0.81	0.52	0.31	-0.33	0.84*
5	<i>Ascocyrtus</i>	0.58	0.95**	0.69	0.02	-0.61	0.66*
6	<i>Willowsia</i>	-0.05	0.71	0.65	0.71	0.21	0.82*
7	<i>Tomocerus</i>	0.78	0.17	-0.18	-0.83*	-0.94**	-0.02
8	<i>Folsomina</i>	0.06	0.82*	0.77	0.65	0.13	0.92**
9	<i>Folsomides</i>	-0.03	0.84*	0.83*	0.63	0.08	0.93**
10	<i>Folsomia</i>	-0.03	0.77	0.72	0.64	0.15	0.87*
11	<i>Cyphoderopis</i>	-0.42	0.71	0.96**	0.39	0.05	0.72
12	<i>Callyntura</i>	0.31	0.85*	0.64	0.21	-0.28	0.85*
13	<i>Oncopodura</i>	-0.11	0.82*	0.86*	0.63	0.07	0.90*
14	<i>Papirioides</i>	0.75	0.12	-0.17	-0.82*	-0.92**	-0.07
15	<i>Collophora</i>	-0.03	0.77	0.72	0.64	0.15	0.87*

Keterangan : *Nyata (signifikan) pada taraf 5%; ** Nyata (signifikan) pada taraf 1%

Berdasarkan hasil korelasi antara Collembola dan sifat tanah diperoleh bahwa genus yang memiliki korelasi tinggi terhadap nilai C-organik yaitu *Ascocyrtus* (0.95), *Callyntura* (0.85), *Folsomides* (0.84), *Folsomina* (0.82) dan *Oncopodura* (0.82). Nilai korelasi yang positif tinggi menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan C-organik di dalam tanah (Tabel 3) maka jumlah Collembola semakin tinggi. Husamah *et al.* (2015) juga menyatakan peningkatan kandungan C-organik pada tanah dapat berpengaruh nyata terhadap peningkatan populasi mesofauna tanah (terutama Collembola). Hal yang sama ditemukan dalam hasil penelitian yang dilakukan, bahwa kandungan C-organik memegang peranan penting dalam kelimpahan Collembola.

Keberadaan N-total yang tinggi di dalam tanah menunjukkan tingginya jumlah aktivitas mikro organisme. Berdasarkan uji korelasi antara genus Collembola dan sifat tanah didapatkan genus yang memiliki korelasi tinggi terhadap perubahan N-total antara lain, *Cyphoderopis*, *Folsomides*, dan *Oncopodura* memiliki korelasi positif tertinggi terhadap N-total dengan nilai korelasi sebesar 0.96, 0.86 dan 0.83 (Tabel 3). Genus *Tomocerus* memiliki nilai korelasi positif yang tertinggi terhadap kandungan C/N rasio dengan nilai korelasi 0.78 (Tabel 3). Hasil penelitian Setiawan *et al.* (2003), menunjukkan adanya hubungan yang berkaitan antara nilai positif C-organik dan N-total tanah dengan populasi dan indeks keanekaragaman mesofauna tanah termasuk Collembola. Hasil analisis menunjukkan C/N rasio berhubungan positif dengan nilai indeks keanekaragaman Collembola. C/N rasio merupakan indikator bagi kualitas bahan organik tanaman yang merupakan sumber nutrisi bagi Collembola. Namun tidak adanya genus yang secara signifikan berkorelasi positif dan negatif dengan C/N rasio, dikarenakan nilainya relatif stabil dan tidak mengalami fluktuasi yang tinggi.

pH tanah sangat berpengaruh dalam ekologi fauna tanah karena keberadaan dan kepadatan fauna tanah sangat tergantung pada pH tanah, termasuk Collembola. Coleman *et al.* (2004), mengemukakan bahwa Collembola merupakan mesofauna yang memiliki populasi tinggi pada pH tanah yang agak

masam. Genus yang memiliki nilai signifikan negatif terhadap pH tanah yaitu *Superodontella* (-0.85), *Heteromurus* (-0.87), *Tomocerus* (-0.83), dan *Papirioides* (-0.82). Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa jenis Collembola tersebut menurun seiring dengan peningkatan pH tanah. Perbedaan kelimpahan Collembola ini hanya terjadi pada kisaran nilai pH 4.76 –5.21(Tabel 2). Collembola memiliki toleransi pH yang luas berkisar antara 2-9 (Oktavianti et al.2017). pH tanah merupakan salah satu faktor abiotik yang mempengaruhi kepadatan dan keanekaragaman Collembola (Greenslade dan Vaughan 2003). Meskipun hasil penelitian ini mirip dengan penelitian yang terdahulu, uji coba pengaruh pH terhadap Collembola masih perlu dilakukan.

Berdasarkan uji korelasi antara genus Collembola dan suhu tanah dengan keanekaragaman memiliki nilai korelasi signifikan negatif yaitu *Superodontella* (-0.87), *Tomocerus* (-0.94), *Papirioides*(-0.92). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Mukti et al. (2004), bahwa koefisien antara suhu tanah dengan keanekaragaman mesofauna tanah bernilai negatif -0.578, sehingga setiap kenaikan suhu tanah akan diikuti penurunan indeks keanekaragaman mesofauna tanah salah satunya Collembola. Hal tersebut menandakan bahwa Collembola memilih tempat yang lebih sesuai dengan habitatnya, sehingga setiap kenaikan suhu tanah, maka keanekaragaman akan berkurang.

Berdasarkan hasil uji korelasi antara genus Collembola dan kadar air tanah didapatkan genus yang memiliki korelasi tinggi terhadap kadar air antara lain, *Folsomides* (0.93), *Folsomina* (0.92), *Collophora* (0.87), *Ceratophysella* (0.87), *Homidia* (0.84), *Ascocyrtus* (0.66), *Willowsia* (0.82), *Callyntura* (0.85), *Ascocyrtus* (0.66), *Folsomia* (0.87) dan *Oncopodura* (0.90), Korelasi Positif menunjukkan bahwa jenis Collembola tersebut meningkat seiring dengan kenaikan kadar air di dalam tanah. Peningkatan ini hanya mewakili kisaran nilai kadar air (3.8% - 38.3%) yang didapatkan dalam penelitian ini (Tabel 2). Analisis korelasi tersebut menunjukkan bahwa beberapa jenis Collembola tersebut rentan terhadap kadar air tanah. Menurut Husamah et al. (2015), jumlah individu Collembola juga dipengaruhi oleh kadar air tanah, jika nilai kadar air tanah tinggi dapat meningkatkan jumlah individu Collembola.

KESIMPULAN

Nilai kelimpahan Collembola tertinggi terdapat pada ekosistem hutan karet baik di lapisan tanah maupun serasah. Perbedaan penggunaan lahan dan jenis vegetasi berpengaruh terhadap kelimpahan dan keanekaragaman Collembola di tanah dan di serasah. Genus *Isotomiella* dan *Folsomides* merupakan jenis yang paling dominan yang ditemukan di semua tipe penggunaan lahan di Kabupaten Kapuas Hulu Kalimantan Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Y. H. (2007). Keanekaragaman Collembola, Semut, dan Laba-Laba permukaan tanah pada empat tipe penggunaan lahan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Amir, A.M. 2008. Peran serangga ekor pegas (Collembola) dalam rangka meningkatkan kesuburan tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Warta 14:16-17.
- Coleman, D.C. and Crossley D.A. 2004. Fundamental of Soil Ecology. Elsevier Academic Press. USA.
- Fatimah, Cholik E. and Suhardjono Y.R. 2012. Collembola permukaan tanah kebun karet, Lampung. Zoo Indonesia. 21(2):17-22.
- Fitrahtunnisa., dan Ilhamdi M.L. 2013. Perbandingan keanekaragaman dan predominansi fauna tanah dalam proses pengomposan sampah organik. J. Bumi Lestari. 13(2):413-421.
- Greenslade, P. and Vaughan G.T. 2003. A comparison of Collembola species for toxicity testing of Australian soils. Pedobiologia 47:171–179.

- Gudleifsson, B.E and Bjarnadottir B. 2008. Springtail (Collembola) populations in hayfields and pastures in northern Iceland. *ICEL. AGRIC. SCI.* 21:49-59.
- Harlina,J.,Atmanto,T dan Darma,S.2018. Keanekaragaman Collembola (Ekor Pegas) Gua Groda,Ponjong,Gunung Kidul,Daerah Istimewa Yogyakarta.J.Prodi Pendidikan Biologi.7(6):407-419.
- Hasan, M.I. 2012. Pokok-pokok materi statistic 2. (Statistik Inferensif). 2nd,edition. Jakarta (ID):PT Bumi Aksara.
- Husamah., Fatchur, R. and Hedi, S. 2015. Pengaruh C-organik dan kadar air tanah terhadap jumlah jenis dan jumlah individu Collembola sepanjang daerah aliran sungai Brantas Kota Batu. *J. Symbion.*392-410.
- Husamah., Rohman, F. and Sutomo, H. 2016. Struktur komunitas Collembola pada tiga tipe habitat sepanjang daerah aliran sungai Brantas Hulu Kota Batu. *Bioedukasi.* 9(1): 45-50.
- Juceviva., E. and Meleis, V. 2005. Long-term effect of climate warning on forest soil Collembola. *Acta Zoological Lituonica.* 15:124-126.
- Magurran. A.E. 2004. *Mesuring Biological Diversity.* Blackwell Publishing: Oxford University.
- British. Meyer., E. 1996. Mesofauna. In : Schinner E, Ohlinger R, Kandeler E, Margesin R, editor. *Methods in Soil Biology.* Berlin (DE): Springer-Verla. p. 343.
- Mukti., C. Sugiyarto, and Mahjoeno, E. 2004 Keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah pada berbagai tanaman Sela di hutan sengon (*Paraseriajthesfalcataria* (L) Nielsen) RPH Jatirejo. *Kediri J. Bio SMART.* 6(1) :57-64.
- Oktavianti., R. Nurdin, J. and Herwina, H. 2017. Komunitas Collembola pada hutan konservasi dan perkebunan sawit di kawasan PT. Tidar Kerinci Agung (TKA), Sumatera Barat. *J.Biologi Universitas Andalas.* 5(1):16-24.
- Rahmadi., C. Suhardjono., Y.R. and Andayani, I. 2004. Collembola lantai hutan kawasan Sungai Tabalong Kalimantan Selatan. *Biota IX.* (3): 179-185.
- Rusek, J. 1998. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. *Biodiversity and Conservation.* 7:1207-1219.
- Samudra., F.B. Izzati., M. and Purnaweni, H. 2013. Kelimpahan dan keanekargaman Arthropoda tanah di lahan sayuran organik “urban farming”. *Prosiding Seminar Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.* 190-196.
- Setiawan., Y. Sugiyarto, and Wiryanto. 2003. Hubungan populasi makrofauna dan mesofauna tanah dengan kandungan C, N, dan polifenol serta C/N, dan polifenol/N bahan organik tanaman. *J.BioSMART.*5(2):134-137.
- Simanjuntak., B.S. 2015. Studi alih fungsi lahan hutan menjadi lahan pertanian terhadap karakteristik fisik tanah (Studi kasus DAS kali Tundo, Malang). *J.Agric.*18(1):85-101.
- Suhardjono., Y.R, Deharveng, L. and Bedos, A. 2012. *Biologi-Ekologi-Klasifikasi Collembola (EkorPegas).* Bogor (ID): Vegamedia.
- Suheriyanto, D. 2012. Keanekaragaman fauna tanah di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru sebagai bioindikator tanah bersulfur tinggi. *Saintis.* 2 (1): 29-38.
- Suin., N.M. 1989. *Ekologi Hewan Tanah.* Jakarta: Bumi Aksar. Suin, and Nurdin, M. 2012. *Ekologi Hewan Tanah.* Bandung (ID):Bumi Aksara.
- Warino., J. Widyastuti, R., Suhadrjono., Y.R. and Nugroho, B. 2017. Keanekaragaman dan kelimpahan Collembola pada perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Bajubang, Jambi. *J. Entomologi Indonesia.* 14(2):51-57.
- Warino, J. 2016. Keanekaragaman dan kelimpahan Collembola pada perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Bajubang, Jambi [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.