

Diversitas Arthropoda Tanah Di Area Restorasi Ranu Pani Kabupaten Lumajang

Jr Sulthan Ardillah^{1)*}, Amin Setyo Leksono²⁾, Lukman Hakim³⁾

^{1,2,3)}Departement of Biologi, Faculty of Mathematics dan Science, Brawijaya University, Jl. Veteran 65145 Malang.

Email: ¹⁾ jr.sultanardillah@gmail.com, ²⁾ leksono72@yahoo.com dan ³⁾ lufehakim@yahoo.com

ABSTRAK

Ranu Pani merupakan area yang mengalami kerusakan ekosistem, sehingga diperlukan kegiatan restorasi yang terintegrasi dengan memperhatikan aspek-aspek komponen penyusun ekosistem biotik dan abiotik. Faktor penting keberhasilan restorasi adalah kesehatan lahan. Arthropoda mempunyai peran yang sangat penting bagi ekosistem, baik secara langsung maupun tidak langsung. Peran Arthropoda pada ekosistem diantaranya sebagai polinator, dekomposer, predator, parasitoid, serta bioindikator. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis Arthropoda tanah yang terdapat di lahan restorasi Ranu Pani dan untuk mengetahui peran masing-masing Arthropoda di Ranu Pani serta untuk mengetahui indeks keanekaragaman Arthropoda tanah di Ranu Pani. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Pit Falltrap (Botol jebak). Arthropoda yang diperoleh dimasukkan dalam botol yang telah diisi larutan alkohol 70 %. Arthropoda yang diperoleh diidentifikasi di Laboratorium. Arthropoda yang diperoleh dari lahan restorasi Ranu Pani yaitu sebanyak 916 spesimen, terdiri dari 13 Famili. Tiga ordo Arthropoda dengan jumlah terbesar adalah Orthoptera (49,59 %), Amphipoda (44.17 %), Opiliones (6.23 %). Index nilai penting (INP) dari famili Arthropoda tanah pada tahun pertama adalah Talitridae (72.658 %), Gryllidae (31.995 %), Acrididae (53.379 %) dan Larva Noctuidae (16.092 %). Famili yang dominan pada tahun kedua adalah Talitridae (48.935 %), Gryllidae (73.057 %), Carabidae (23.769 %) dan Oxyopidae (14.147 %). Suhu udara dan intensitas cahaya yang semakin rendah akan berdampak pada peningkatan kelimpahan Arthropoda tanah. Analisis indeks Shanon-Wiener pada lokasi tahun kedua menunjukkan nilai yang lebih rendah ($H' = 1.899$) dibandingkan lokasi tahun pertama ($H' = 2.523$).

Kata kunci : area restorasi, Arthropoda, indicator ekologi, struktur komunitas.

ABSTRACT

Ranu Pani is damaged areas ecosystem, so restoration activities are integrated to aspects of the ecosystem biotic and abiotic components are required. The important factor to succeed the restoration is land health. Arthropods has a very important role for the ecosystem, either directly or indirectly. The role of arthropods on ecosystems such as pollinators, decomposers, predators, parasitoids and bio-indicators. The aim of this study were to determine the type of soil arthropods found in Ranu Pani land restoration and to determine their roles in Ranu Pani and to determine the diversity index of soil arthropods in Ranu Pani. The method used in this research was Falltrap Pit (Bottle trap). Arthropods put in a bottle that has been filled with a solution of 70 % alcohol. Arthropods were identified in the laboratory. Arthropods from Ranu Pani restoration land was 916 specimens, consisting of 13 family. Three orders of arthropods with the largest number were Orthoptera (49.59 %), Amphipoda (44.17 %), Opiliones (6.23 %). Important value index (INP) of family land arthropods in the first year were Talitridae (72.658 %), Gryllidae (31.995 %), Acrididae (53.379 %) and larvae of Noctuidae (16.092 %). The dominant family in the second year were Talitridae (48.935 %), Gryllidae (73.057 %), Carabidae (23.769%) and Oxyopidae (14.147 %). The air temperature and the lower the light intensity could increased the abundance of soil arthropods. The Shannon-Wiener index of the second year location was lower ($H' = 1.899$) compared to the first year location ($H' = 2.523$).

Key words: Arthropods, ecological indicators, community structure, restoration area.

PENDAHULUAN

Kerusakan hutan yang diakibatkan oleh manusia sehingga dapat mengubah struktur komunitas dan mempengaruhi fungsi ekosistem menjadi kerusakan lingkungan yang terjadi secara cepat, sehingga lahan yang alami telah berubah menjadi sebuah potongan besar atau

berubah secara sempurna menjadi sistem yang digunakan oleh manusia dan keduanya bisa berhubungan dengan pengurangan keanekaragaman spesies secara drastis. Perubahan sering berpengaruh terhadap kelimpahan dan komposisi spesies dan terjadi tanpa masa depan yang diperkirakan [1].

Kerusakan lahan hutan di sekitar Ranu Pani dan Ranu Regulo merupakan suatu ancaman serius bagi ekosistem danau Ranu Pani dan Ranu Regulo. Ada beberapa factor yang mempengaruhi, baik alami maupun manusia, yang menyebabkan lahan menjadi lebih mudah terdegradasi. Faktor alami meliputi kelerengan lahan, sifat lahan (tanah) yang mudah rusak, intensitas curah hujan, bencana alam dan lain-lain. Sedangkan pada faktor manusia (baik langsung maupun tidak langsung) antara lain meliputi ekonomi, kepemilikan lahan dan kondisi social ekonomi [2]

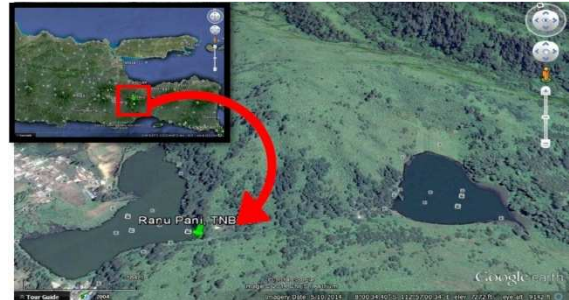
Restorasi merupakan suatu pencegahan ancaman atau memperkuat faktor-faktor pendukung konservasi. Kegiatan restorasi area yang terdegradasi tidak terlepas dari upaya penanaman beragam jenis tumbuhan dan ketersediaan bibitnya. Bibit berperan penting dalam program restorasi area Ranu pani dan Regulo. Bibit adalah istilah yang mengacu kepada bagian tumbuhan yang akan tumbuh menjadi tanaman dewasa. Dengan demikian, bibit yang akan menghasilkan pohon yang baik dan tumbuh kuat untuk keberhasilan program restorasi [3].

Arthropoda pada umumnya mempunyai peran penting bagi ekosistem, baik secara langsung maupun tidak langsung. Tanpa kehadiran suatu serangga, maka kehidupan suatu ekosistem akan terganggu dan tidak akan mencapai suatu keseimbangan. Peranan serangga dalam ekosistem diantaranya adalah sebagai polinator, dekomposer, predator (pengendali hayati), parasitoid (pengendali hayati), hingga sebagai bioindikator bagi suatu ekosistem [4]. Pada umumnya Arthropoda tanah memiliki peran penting dalam perombakan bahan organik serta berperan penting sebagai daur ulang di unsur hara tanah. Pada ekosistem yang alami tidak tergantung pada manusia, dalam proses dekomposisi akan berlangsung maksimal. [5] Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kelimpahan dan diversitas Arthropoda tanah pada area restorasi di Ranu Pani serta untuk mengetahui komposisi dan struktur komunitas Arthropoda tanah dan untuk mengetahui faktor abiotik dan biotik terhadap kelimpahan dan diversitas Arthropoda tanah pada area restorasi Ranu Pani.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2012 sampai November 2013 di Ranu Pani Kabupaten Lumajang dan

identifikasi Arthropoda di Laboratorium Ekologi dan Diversitas Hewan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Ranu Pani Taman Nasional Bromo Tengger Semeru

Pengamatan Arthropoda dilakukan dengan metode *Pit Falltrap* menggunakan gelas aqua kemudian dibiarkan selama semalam (1x24) jam. Analisis struktur komunitas Arthropoda dan keanekaragaman pada setiap blok didapatkan dari nilai penting dan diversitas (Indeks *Shannon-Wiener*). Pengaruh faktor abiotik (intensitas cahaya, kelembaban dan suhu udara)

HASIL DAN PEMBAHASAN

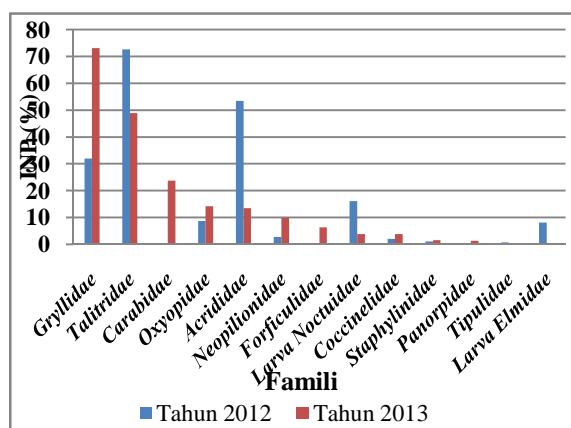
Kelimpahan dan Diversitas Arthropoda Tanah pada Lokasi dengan Tingkat Aktivitas Tahun 2012 dan Tahun 2013

Jumlah individu Arthropoda tanah yang dikoleksi dari Ranu Pani, Lumajang dengan metode perangkap sumuran (*Pitfall trap*) dalam 276 jebakan adalah 916 spesimen, terdiri dari 13 Famili. Tiga ordo Arthropoda dengan jumlah terbesar adalah ordo Orthoptera (49,59), Amphipoda (44,17), Opiliones (6,23). Arthropoda hasil terbanyak tersebut adalah berasal dari kelas Insekta. Hal ini menunjukkan bahwa dalam analisis Arthropoda tanah untuk kualitas ekosistem Ranu Pani. Penggunaan *Pitfall trap* dapat memberikan perbandingan dari komunitas habitat Arthropoda yang berbeda. Ketersediaan makanan dan tempat tinggal serta faktor abiotik yang terdapat di Ranu Pani merupakan beberapa faktor yang mendukung keberadaan, kehidupan serta perkembangbiakan bagi spesies-spesies Arthropoda yang terdapat di Ranu Pani tersebut [6].

Tabel 1. Kelimpahan relatif dari famili Arthropoda tanah pada lokasi tahun 2012 dan tahun 2013 di Ranu Pani, Lumajang.

Famili / Ordo	Kerapatan Relatif (KR)/ Lokasi	
	2012	2013
<i>Talitridae</i> (Amphipoda)	36,1	36,71
<i>Gryllidae</i> (Orthoptera)	26,56	46,39
Larva <i>Noctuidae</i> (Lepidoptera)	13,28	0,461
Larva <i>Elmidae</i> (Coleoptera)	7,47	0
<i>Oxyopidae</i> (Araneae)	6,22	4,15
<i>Acrididae</i> (Orthoptera)	4,56	2,30
<i>Neopilionidae</i> (Opiliones)	1,66	2,15
<i>Carabidae</i> (Coleoptera)	1,66	5,99
<i>Coccinelidae</i> (Coleoptera)	1,24	0,46
<i>Staphylinidae</i> (Coleoptera)	0,83	0,46
<i>Tipulidae</i> (Diptera)	0,41	0
<i>Forficulidae</i> (Dermaptera)	0	0,77
<i>Panorpidae</i> (Mecoptera)	0	0,15

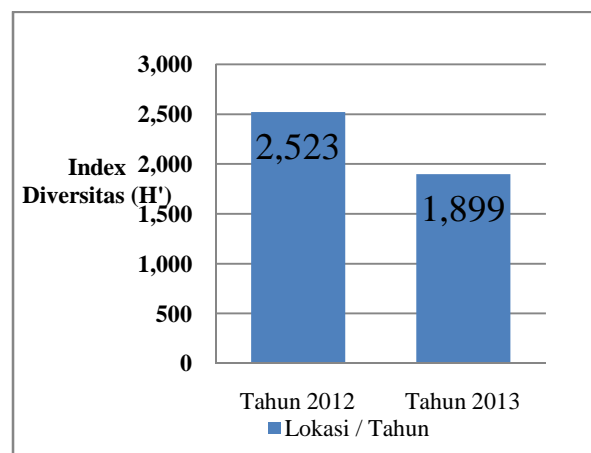
Berdasarkan **Tabel 1.** Kerapatan relatif terbesar diambil tiga famili dilokasi tahun 2012 *Talitridae*, *Gryllidae* dan *Larva Noctuidae*. Sedangkan tiga famili dengan kerapatan relatif tahun 2013 adalah *Gryllidae*, *Talitridae* dan *Carabidae*. Famili Arthropoda tanah yang memiliki kelimpahan relatif terbesar di Ranu Pani, Lumajang baik pada lokasi tahun 2012 maupun tahun 2013 adalah famili *Gryllidae*. Kelimpahan famili *Gryllidae* lebih besar di lokasi tahun 2013 yaitu 302 individu dan kelimpahan relatif mencapai 46,6%, sedangkan kelimpahannya di lokasi tahun 2012 adalah 64 individu dan kelimpahan relatif yaitu 26,5%.



Gambar 2. Indeks nilai penting (INP) dari famili Arthropoda tanah dengan aktivitas yang berbeda.

Famili yang dominan (INP > 10 %) di lokasi dengan tahun 2012 adalah *Talitridae* (72.66%), *Gryllidae* (31.99%), *Acrididae* (53.38%) dan *Larva Noctuidae* (16.09%). Sedangkan pada tahun 2013, famili yang dominan adalah *Talitridae* (48.935%), *Gryllidae* (73.057%) dan *Carabidae* (23.769%).

Famili yang mendominasi di kedua lokasi penelitian adalah *Talitridae*, *Gryllidae* dan *Acrididae* dengan indeks nilai penting > 40 % (**Gambar 1**) Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kedua lokasi memiliki struktur komunitas dengan pola yang berbeda. Melimpahnya *Gryllidae* tahun 2013 dikarenakan hujan serta saat pengambilan pertama sampai ketiga tidak terjadi hujan salju atau disebut *frost*. *Frost* adalah terbentuknya Kristal-kristal es pada suatu permukaan karena suhu dingin. Namun demikian masyarakat sering menterjemahkan *frost* sebagai suatu gejala meteorologik ketika terjadi serangan suhu dingin dan terjadi pembekuan kristal-kristal es yang mengakibatkan kerusakan tanaman budidaya masyarakat setempat [7]. *Gryllidae* berperan penting sebagai perombak untuk kesuburan tanah dan tanaman serta perbaikan hutan.



Gambar 3. Perbandingan indeks diversitas Shannon-Wiener antar lokasi

Diversitas Arthropoda tanah yang diperoleh berdasarkan indeks Shannon-Wiener pada lokasi tahun 2013 lebih rendah ($H' = 1,899$) dibandingkan lokasi tahun 2012 ($H' = 2,523$) (**Gambar 2**). Indeks diversitas Arthropoda tanah pada lokasi tahun 2013 tergolong pada tingkat sedang.

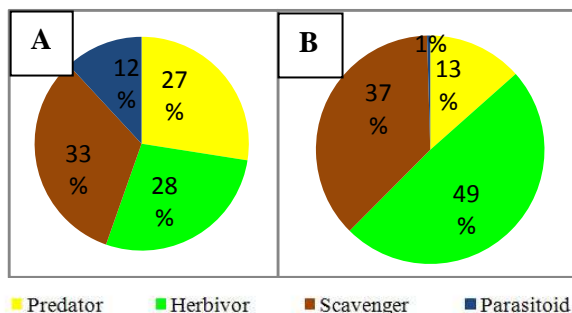
Berdasarkan dari hasil analisis diversitas dan kelimpahan Arthropoda yang diperoleh bahwa terdapat suatu perbedaan kelimpahan Arthropoda tanah antar lokasi dengan tahun 2012 dan 2013, namun diversitas antar kedua lokasi tersebut sangatlah berbeda nyata. Hal ini disebabkan oleh perbandingan antar jumlah spesies tertentu dengan jumlah total spesies yang terdapat pada komunitas tertentu.

Arthropoda tanah yang dikoleksi dari kedua lokasi ini pada tahun 2012 dan 2013

menunjukkan hasil yang berbeda. Jumlah famili Arthropoda tanah yang dikoleksi di dua lokasi adalah 22 famili baik lokasi tahun 2012 maupun 2013. Famili Arthropoda tanah yang terbanyak adalah pada lokasi tahun 2013 yaitu Gryllidae (Ordo Orthoptera). Hal ini berkaitan dengan perbedaan faktor abiotik yang signifikan. Dari hasil perhitungan indeks diversitas, untuk mengetahui kesamaan komposisi penyusun komunitas antara dua lokasi dengan tingkat aktivitas yang diperoleh di tahun 2012 adalah 2,523 dan tahun 2013 yaitu 1,899 sehingga memiliki adanya perbedaan tingkat aktivitas.

Komposisi dan Struktur Komunitas Arthropoda Tanah pada Lokasi tahun pertama dan kedua di Ranu Pani, Lumajang

Dari hasil peran masing-masing komposisi dan struktur komunitas Arthropoda tanah di lokasi tahun 2012 dan 2013 memiliki peran ekologis masing-masing. Hasil koleksi penelitian yang diperoleh dari famili Arthropoda tanah kedua lokasi penelitian dapat digolongkan menurut peran masing-masing sebagai predator, herbivor, scavenger dan parasitoid.



Gambar 4. Perbandingan peran ekologis Arthropoda tanah pada lokasi Tahun 2012 (A) dan pada lokasi Tahun 2013 (B).

Terdapat beberapa perbedaan antar masing-masing peran ekologis di setiap lokasi dengan tingkat aktivitas berbeda. Proporsi Arthropoda tanah yang berperan predator di lokasi tahun pertama (A) adalah 27% dan tahun kedua (B) 13%, herbivor pada tahun pertama (A) 28% dan tahun kedua (B) 49%, scavenger pada lokasi tahun pertama (A) 33% dan tahun kedua (B) 37% sedangkan pada parasitoid di lokasi tahun pertama (A) 12% dan tahun kedua (B) 1%. Kelimpahan herbivor dipengaruhi oleh beberapa interaksi antar faktor dan zat biokimia yang berperan sebagai pelindung (*defense*) bagi tumbuhan tersebut. Perbedaan kelimpahan

Arthropoda herbivor di dua lokasi dapat berkaitan dengan kelimpahan predator yang lebih melimpah herbivor [8].

Peran arthropoda tanah parasitoid merupakan serangga yang belum dewasa berkembang didalam tubuh inangnya. Karakteristik parasitoid mempunyai karakter yang sebagai pemangsa karena membunuh inangnya untuk tumbuh, berkembang dan perubahan bentuk. Arthropoda tanah berperan sebagai parasitoid di lokasi tahun pertama dan tahun kedua hanya ditemukan satu famili yaitu *Larva Noctuidae* dalam jumlah yang sedikit [9].

Hubungan Kelimpahan dan Diversitas Arthropoda Tanah dengan Faktor Lingkungan

Faktor abiotik yang diukur adalah Intensitas Cahaya (kLux), Kelembaban Udara (%) dan Suhu Udara (°C). suhu dan kelembaban merupakan suatu faktor abiotik yang mempengaruhi interaksi dalam organisme dengan lingkungannya. Dari hasil pengamatan yang didapatkan, dapat di lihat pada **Tabel 1**

Tabel 1 Rata-rata faktor abiotik tahun 2013

Lokasi	Faktor Abiotik				Suhu Udara °C
	Intensitas Cahaya (Lux)		Kelembaban %		
	Kisaran	Rata-rata	Kisaran	Rata-rata	
A	379±1169	917,25	46±83	73,50	14±18
D	360±1258	996,50	46±83	71,50	14±19
N	420±1251	992,00	42±83	71,00	15±22
O	425±1195	985,75	38±91	73,75	16±23
P	105±1227	894,75	47±91	74,75	15±19
Q	261±1223	934,50	40±91	72,50	14±19
R	326±1303	1029,00	42±82	71,25	14±19
S	393±1329	1063,50	42±82	69,75	15±21

Berdasarkan dari **Tabel 1** yang diketahui, bahwa rata-rata intensitas cahaya dan kelembaban udara pada satu lokasi di tahun 2013. Akan tetapi pada tahun 2012 tidak dilakukan pengukuran faktor abiotik. Hal ini pengamatan yang dilakukan pada kedua lokasi pencuplikan Arthropoda dilakukan pada musim penghujan. Ada kemungkinan antara lokasi pencuplikan tahun 2012 dan tahun 2013 memiliki kesamaan dari faktor abiotik. Faktor abiotik tahun 2013 intensitas cahaya memiliki selisih yang sangat berbeda nyata. Pada

kelembaban udara dilokasi pencuplikan A,D,N,O,P,Q,R,S memiliki selisih yang berbeda di setiap lokasi. Pada suhu udara memiliki selisih yang hampir sama.

Intensitas cahaya merupakan cahaya matahari yang berpengaruh terhadap kehidupan organisme khususnya pada Arthropoda. Cahaya matahari bermanfaat sebagai suatu penanda aktifitas tertentu oleh Arthropoda untuk memanfaatkan sinar matahari sebagai proses mencari makan ataupun reproduksi [10].

Arthropoda memberikan peran penting dalam suatu ekosistem dalam program restorasi hutan, namun dengan demikian keanekaragaman dan strukturnya sangat dipengaruhi oleh faktor alam dan manusia. Iklim merupakan sebagai faktor alam, seringkali mempengaruhi jenis dan keberadaan arthropoda tanah. Iklim, terutama pada suhu (temperatur) mempengaruhi keanekaragaman hayati dan struktur arthropoda tanah pada masing-masing lokasi. Arthropoda tanah sebagai bioindikator yang sensitive terhadap perubahan lahan karena faktor alamiah maupun lingkungan. Arthropoda tanah merupakan metode yang cepat, mudah dan murah sebagai indikator yang sangat efektif dan efisien serta mengurangi dampak dari fragmentasi habitat. Keberhasilan restorasi secara prinsipil tidak lepas dari tanah sebagai substrak dan aneka jenis tanaman. Tanah merupakan lapisan dalam biosfer dimana proses-proses penting dalam penyediaan nutrisi untuk aspek kehidupan. Di dalam tanah terjadi siklus biogeokimia untuk menghasilkan aneka bahan yang menjadi nutrisi penting bagi keanekaragaman. Keberhasilan kegiatan restorasi juga sangat dipengaruhi oleh tanah di area restorasi. Daya dukung tanah untuk keberhasilan pertumbuhan tanaman di area restorasi Ranu Pani dan Ranu Regulo sangat penting untuk diketahui. Kesuburan tanah, terutama adalah hal mutlak yang harus dipenuhi [11].

Penelitian ini memberikan beberapa informasi untuk mendukung adanya program restorasi di Ranu Pani dan Ranu Regulo untuk keberhasilan restorasi. Sehingga hasil penelitian yang didapatkan bermanfaat dalam adanya program restorasi di Ranu Pani dan Ranu Regulo diantaranya dapat diketahui oleh masyarakat dengan baik.

KESIMPULAN

Arthropoda tanah yang dikoleksi pada lokasi pencuplikan tahun 2012 adalah 269 spesimen, 9 ordo, terbagi atas 11 famili dan tahun 2013 adalah 647 spesimen, 9 ordo dan terbagi atas 11 famili. Diversitas Arthropoda tanah di lokasi restorasi tahun 2012 lebih tinggi dari pada tahun 2013 dengan hasil indeks Shannon-Wiener tahun pertama yaitu 2,523 dan tahun kedua 1,899. Dari kedua lokasi memiliki struktur arthropoda yang ditunjukkan dengan pola angka indeks nilai penting yang tertinggi diperoleh famili *Gryllidae* yaitu (73,057 %) pada lokasi tahun kedua dan *Talitridae* yaitu (72,66 %) pada tahun pertama. Arthropoda berperan penting dalam perbaikan restorasi ini sehingga memberikan perubahan ekosistem hutan dan mengembalikan fungsi hutan seperti semula. Intensitas cahaya dan kelembaban udara sangat dipengaruhi oleh faktor abiotik dalam ekosistem yang ada di Ranu Pani, Kabupaten Lumajang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini adalah bagian dari proyek JICA yang bertempat di Ranu Pani yang termasuk dalam kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS). Penulis mengucapkan terima kasih kepada Abah Amin, Muhammad Qomaruddin, S.Si, Jehan, M.Si, Kardiana Metha, Purnomo, S. Si, yang telah membantu selama proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Floren, A. & Linsenmair, K.E. 1997. Diversity and recolonization dynamics of selected arthropod group on different tree species in a lowland rainforest in Sabah, Malaysia with special reference to Formicidae. In Stork, N.E., Adis, J. & Didham, R.K. (eds.), *Canopy Arthropods*, pp. 344-381. Chapman and Hall, London.
- [2] Hakim, L., 2013. Project On Capacity Building For Restoration Of Ecosystems In Conservation Areas: Basic survey for Ranu Pani – Ranu Regulo Restoration Project. JICA-Ministry of Forestry-Dept. of Biology Brawijaya University- Bromo Tengger Semeru National Park. Malang, East Java
- [3] Hakim, L., Retnaningdyah, C., Sunaryo & Yanuwadi, B. 2011. Project On Capacity Building For Restoration Of Ecosystems In Conservation Areas: Basic survey for Ranu Pani – Ranu Regulo Restoration

- Project. JICA-Ministry of Forestry-Dept. of Biology Brawijaya University- Bromo Tengger Semeru National Park. Malang, East Java
- [4] Hakim, L., Retnaningdyah, C., Sunaryo & Yanuwadi, B. 2011. Project On Capacity Building For Restoration Of Ecosystems In Conservation Areas: Basic survey for Ranu Pani – Ranu Regulo Restoration Project. JICA-Ministry of Forestry-Dept. of Biology Brawijaya University- Bromo Tengger Semeru National Park. Malang, East Java
- [5] Nurhadi., Widiana, R. 2010. Komposisi Arthropoda Permukaan Tanah di Areal Bekas dan Areal Pembuangan Akhir Sampah. Universitas Ekasakti Padang, Vol. 10
- [6] Leksono, A.S., B. Yanuwadi, Z. Kusuma, A. F. Hasibuan dan F. Maulana. 2010. Influence of Porang (*Amorphophalus muelleri*) Cultivation on Composition of Soil Arthropods in Tropical Agroforestry Areas in East Java, Indonesia. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya. Malang.
- [7] Hakim, L., 2013. Project On Capacity Building For Restoration Of Ecosystems In Conservation Areas: Basic survey for Ranu Pani – Ranu Regulo Restoration Project. JICA-Ministry of Forestry-Dept. of Biology Brawijaya University- Bromo Tengger Semeru National Park. Malang, East Java
- [8] Hilmiyah, Y. 2011. Struktur Komunitas Arthropoda Tanah di Pesisir Pantai Tambakrejo, Blitar Sebagai Indikator Kualitas Ekosistem Pantai Tujuan Wisata. Universitas Brawijaya, Malang
- [9] Basukriadi, A. 2005. Buku Materi Pokok: Pengendalian Hayati. Pusat Penerbitan Universitas Terbuka. Jakarta.
- [10] Leksono, A. S. 2007. Ekologi Pendekatan Deskriptif dan Kuantitatif. Bayu Media. Malang.
1. [11] Hakim, L., 2013. Project On Capacity Building For Restoration Of Ecosystems In Conservation Areas: Basic survey for Ranu Pani – Ranu Regulo Restoration Project. JICA-Ministry of Forestry-Dept. of Biology Brawijaya University- Bromo Tengger Semeru National Park. Malang, East Java