

**LAPORAN PENELITIAN
TAHUN ANGGARAN 2022**

**STRUKTUR KOMUNITAS ARTHROPODA TANAH DI RANU DARUNGAN
DAN BLOK IRENG-IRENG DI TAMAN NASIONAL BROMO TENGGER
SEMERU KABUPATEN LUMAJANG PASCA ERUPSI SEMERU 2021**

Oleh:

Muhammad Asmuni Hasyim M.Si (NIDT. 19870522 20180201 1 232)



**KEMENTERIAN AGAMA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (LP2M)
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2022**

**STRUKTUR KOMUNITAS ARTHROPODA TANAH DI RANU DARUNGAN DAN
BLOK IRENG-IRENG DI TAMAN NASIONAL BROMO TENGGER SEMERU
KABUPATEN LUMAJANG PASCA ERUPSI SEMERU 2021**

Pengusul : Muhammad Asmuni Hasyim Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan
Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

I. Latar Belakang

Al-Qur'an merupakan kalam Allah yang sepatutnya dapat kita renungkan dan kita dalam untuk mengetahui lebih lanjut tentang ciptaanya. Allah menciptakan segala sesuatu yang ada di bumi dengan sempurna dan tanpa sia-sia, hal ini tercantum dalam Al-Qur'an surah Ali-Imran yang berbunyi

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هٰذَا
بَاطِلًا سُبْحٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ - ١٩١

Artinya : (yaitu) orang-orang yang mengingat Nya sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka (Q.S : Ali-Imran : 191)

Dari penjelasan ayat tersebut dapat dipahami bahwa Allah menciptakan sesuatu di Bumi ini tanpa sia-sia, isyarat atau tanda kekuasaan dari Al-Qur'an sesungguhnya dapat memberikan motifasi serta dorongan kepada manusia untuk meneliti bahkan mengkaji lebih detail terkait penciptaan makhluk hidup di bumi seperti dalam penciptaan Arthropoda, dimana arthropoda berasal dari 2 suku kata Arthropoda (arthros = ruas, podos = kaki) adalah hewan yang memiliki kaki berbuku-buku. Filum Arthropoda memiliki jumlah species paling besar yaitu sekitar 75% dari seluruh hewan yang ada didunia salah satu yang berpotensi banyak arthropoda adalah di Kawasan tanam nasional bromo tengger semeru khususnya di Ranu Darungan dan Blok ireng-ireng.

Arthropoda sebagai salah satu komponen untuk melihat keanekaragaman hayati juga memiliki peran penting dalam aliran energi maupun bioindicator kualitas suatu habitat, ditambahkan oleh Rizali (2008) menyatakan bahwa serangga dapat digunakan sebagai bioindicator kualitas suatu habitat.

Menurut Michael (1994), keanekaragaman adalah jumlah spesies yang ditemukan di suatu wilayah tertentu. Dari sudut keilmuan biologi dibidang ekologi, banyak jumlah spesies atau individu yang ditemukan dalam suatu komunitas atau ekosistem sangatlah penting. Hal ini dikarenakan peningkatan keanekaragaman hayati, dapat menjadi suatu indikasi keanekaragaman tersebut menunjukkan komunitas yang stabil.

Dalam Al-Qura'an Konsep keragaman termaktub dalam surah Al- Baqarah ayat 164:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفَلَكَاتِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصَرَّفَ الْيُحَى وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya : “*Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, kapal yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air, lalu dengan itu dihidupkan-Nya bumi setelah mati (kering), dan Dia tebarkan di dalamnya bermacam-macam binatang, dan perkisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh, merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti*”.

Menurut Abdullah (2004), syair Al-Qur'an Surah Al-Baqarah: 164 menjelaskan bahwa ada tanda kebesaran Allah berupa penciptaan langit dan bumi serta pergantian siang dan malam bagi yang mau merenung. Ketika berpikir tentang keanekaragaman hewan yang diciptakan oleh Allah SWT, lebih dari sekedar ide di sini dapat diartikan sebagai penelitian, analisis, dan aliran semua kreativitas. Ide untuk mempelajari ciptaan Allah adalah Arthropoda (Shihab, 2002).

Ekosistem di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru memiliki keadaan iklim serta kondisi geografis yang seimbang sehingga dapat mendukung terbentuknya habitat yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangan Arthropoda khususnya di Ranu Darungan dan Blok ireng-ireng. Adanya gangguan ekosistem di Ranu Darungan dan Blok Ireng-ireng dapat berpengaruh Arthropoda salah satu gangguan yang terjadi adalah erupsi dari letusan Gunung Semeru.

Perbaikan kualitas tanah dapat dilihat dengan keberadaan beberapa arthropoda tanah hal ini dikarenakan beberapa peran ekologi dari arthropoda adalah berperan sebagai decomposer dan beberapa peran ekologis lainnya. Perbaikan kualitas tanah ditunjukkan oleh tanah kemampuan untuk berfungsi dalam ekosistem dan berinteraksi secara positif dengan lingkungan sekitar ekosistem. Penilaian kualitas tanah harus mencerminkan proses dan interaksi dari sifat biologis, kimia, dan fisik dari tanah (Karlen et al., 2003). Masyarakat

membutuhkan indikator peringatan dini kualitas tanah dan alat pemantauan untuk memandu tanah manajemen, karena biaya pencegahan degradasi tanah lebih mudah daripada biaya tindakan korektif (Barrios et al., 2006). Indikator yang dapat digunakan untuk menentukan tanah kualitas adalah indikator fisik, kimia indikator, indikator biologis, (Nortcliff, 2002). Menurut Doran dan Zeiss (2000), kriteria kualitas indikator dan kesehatan tanah terkait dengan digunakan dalam menentukan proses ekosistem dan mengintegrasikan fisik, kimia, dan biologi properti, kepekaan mereka terhadap iklim manajemen dan variasi, serta aksesibilitas dan pemanfaatan, dan pembuat kebijakan.

Kabupaten Lumajang provinsi Jawa Timur khususnya di wilayah Ranu Darungan masih jarang dilakukan penelitian tentang Arthropoda, padahal Ranu Darungan dan blok ireng-ireng termasuk ke dalam kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. Fungsi taman nasional yaitu untuk mengelola, mengonservasi dan melestarikan seluruh flora dan fauna dan melindungi seluruh ekosistem yang berada di dalam Kawasan Taman Nasional. Hal tersebut diperkuat dengan adanya UU Nomor 5 Tahun 1990 tentang konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya yang menyebutkan bahwa Taman Nasional merupakan kawasan pelestarian alam yang mempunyai ekosistem asli, dikelola dengan sistem zonasi yang dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, pariwisata, dan rekreasi.

Berdasarkan pengamatan awal pada bulan Agustus 2021 Ranu Darungan memiliki suhu udara pada malam hari sekitar 15-22°C, dengan kelembapan 97- 98%. Berdasarkan potensi area yang masih terjaga, dan faktor lingkungan yang sesuai bagi kelangsungan hidup arthropoda. Serta terjaganya vegetasi di sekitaran danau dan aliran sungai, memberikan indikasi bahwa tingkat keanekaragaman arthropoda yang terdapat di Ranu Darungan dan blok ireng-ireng cukup tinggi. Sehingga menjadikan salah satu alasan dipilihnya tempat ini sebagai lokasi penelitian. Hal tersebut diperkuat oleh pendapat Arroyan dkk (2020) bahwa vegetasi hutan asri di Ranu Darungan yang rimbun dan lahan hijau tidak terkonversi menjadi lahan perkebunan di tambah lagi terdapat danau dan sungai yang mengalir cukup deras saat musim penghujan menjadi habitat yang cocok bagi hewan dalam bertahan hidup dan berkembang biak dikarenakan kondisi lingkungan sangat lembap.

Penelitian yang baru di ranu darungan adalah mengetahui keanekaragaman kupu-kupu dimana dari hasil penelitian diperoleh indkes keanekaragaman sebesar 1,73 dari beberapa lokasi penelitian yang mengindikasikan keanekaragaman sedang. Akan tetapi dengan meletusnya gunung Semeru pada 4 Desember 2021 (Kompas, 2021), perlu ada kajian lebih lanjut mengenai kondisi struktur komunitas arthropoda di Ranu Darungan dan blok ireng-ireng

mengingat lokasi penelitian termasuk area yang terdampak aktifitas letusan Gunung Semeru secara langsung.

II. Rumusan Masalah

1. Arthropoda apa saja yang ditemukan pada ranu darungan dan blok ireng-ireng Kabupaten Lumajang pasca terjadinya erupsi Gunung Semeru
2. Berapa indeks keanekaragaman, Dominansi, Kekayaan Arthropoda di ranu darungan dan blok ireng-ireng Kabupaten Lumajang pasca terjadinya erupsi Gunung Semeru
3. Bagaimana Faktor fisika Kimia di ranu darungan dan blok ireng-ireng Kabupaten Lumajang pasca terjadinya erupsi Gunung Semeru

III. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui Arthropoda apa saja yang ditemukan pada ranu darungan dan blok ireng-ireng Kabupaten Lumajang pasca terjadinya erupsi Gunung Semeru.
2. Untuk mengetahui struktur komunitas Arthropoda meliputi indeks keanekaragaman, Dominansi, Kekayaan Arthropoda di ranu darungan dan blok ireng-ireng Kabupaten Lumajang pasca terjadinya erupsi Gunung Semeru
3. Untuk mengetahui Faktor fisika dan Kimia di ranu darungan dan blok ireng-ireng Kabupaten Lumajang pasca terjadinya erupsi Gunung Semeru berupa suhu, kelembaban, kadar air, bahan organik, pH, C/N Nisbah, C-Organik, Fosfor dan Kalium.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi Arthropoda

Arthropoda termasuk dalam kelompok invertebrate yang jumlahnya mencapai kurang lebih 80% dari kelompoknya. Arthropoda berasal 2 suku kata yaitu arthro / ruas, dan podos / kaki. Arthropoda berarti hewan yang memiliki kaki yang beruas-ruas. Secara morfologi Arthropoda memiliki ciri tubuhnya beruas-ruas yang terdiri dari kepala (cephal), dada (thorax), dan perut (abdomen), dimana tubuhnya simetri bilateral, dan bagian luar tubuh dilapisi oleh zat kitin (Fatmi, 2012). Arthropoda terbagi menjadi 5 subfilum antara lain Trilobitomorpha, Crustasea, Myriapoda, Hexapoda, dan Celicerata. Hexapoda merupakan subfilum dengan jumlah terbanyak yaitu sekitar 1.2 juta spesies yang telah terdeskripsikan. Anggota dari subfilum Hexapoda tergolong menjadi tiga kelas yaitu Entognata, Insecta, dan Collembola. Ciri utama dari subfilum Hexapoda adalah memiliki tungka yang berjumlah 3 pasang. Arthropoda memiliki peran yang sangat penting dalam mengendalikan ekosistem. Peranan Arthropoda dalam ekosistem antara lain sebagai detritivor, herbivor, predator, parasitoid, dan aliran energi dalam ekosistem dimana beberapa arthropoda mampu menjadi indikator kualitas lingkungan.

A. Klasifikasi Arthropoda

Secara umum arthropoda terbagi atas 5 kelas, yaitu kelas Arachnoidea, Insecta, Myriapoda (Chilopoda & Diplopoda), Entognata dan Crustacea.

1. Arachnoidea

Arachnoidea berasal dari bahasa Yunani yaitu arachno = laba-laba) Arachnoidea dibedakan menjadi tiga ordo, yaitu Scorpionida yang memiliki ciri Memiliki pedipalpus yang berbentuk seperti catut yang besar contohnya kelajengking, Arachnida memiliki ciri abdomen yang tidak bersegmen contohnya *Pardosa amenata* atau sering disebut dengan laba-laba serigala dan Acarina memiliki ciri Tubuh terdiri dari abdomen yang menyatu dengan sefalotoraks. Tubuh berukuran kecil dan tidak bersegmen, hidup sebagai parasit, baik pada manusia maupun hewan contohnya adalah caplak atau tungau (Acarina sp.)

2. Insecta

Insecta dalam bahasa latin insecti = serangga). Organisme ini memiliki ciri tubuhnya terbagi menjadi 3 bagian meliputi kepala, dada dan perut. Hewan ini merupakan arthropoda yang

tubunya terbagi atas: kepala, dada, dan perut, memiliki sepasang antenna, sepasang syap dan 3 pasang kaki. Insekta merupakan kelompok organisme yang jumlahnya paling besar dibandingkan dengan lainnya. Berdasarkan sayap, Insekta dibedakan menjadi dua sub-kelas: a. Apterigota (tidak bersayap), dan pterygote (bersayap). Beberapa ordo yang tergolong dalam pterygote adalah Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera dll.

3. Chilopoda

Chilopoda atau yang sering disebut centipede, memiliki ciri tubuhnya pipih dan bersegmen-segmen. Jumlah segmen pada setiap jenis berbeda, Adapun kisaran segmen pada Chilopoda adalah 15-17 segmen. Setiap segmen terdapat sepasang kaki kecuali 2 segmen terakhir dan sebuah segmen dibelakang kepala, pada segmen yang di belakang kepala tersebut terdapat sepasang cakar beracun yang disebut maxilleped, digunakan untuk membunuh mangsanya, contoh dari spesies ini adalah *Lithobius forficatus* atau kelabang.

4. Diplopoda

Diplopoda atau millipede secara morfologi memiliki ciri tubuhnya bulat panjang terdiri 25-100 segmen atau lebih. Ciri yang paling mudah dapat dilihat adalah Gerakan dari organisme ini lambat dan tidak secepat chilopoda, beberapa diantaranya ada yang mengulungkan dirinya. Hidup pada tempat-tempat yang gelap., tempat-tempat yang lembab dan makanannya berupa tumbuhan yang telah menjadi busuk atau kadang-kadang tumbuhan yang masih hidup. 53 Salah contoh dari kelas diplopoda yaitu *Trigoniulus corallines* atau kaki seribu

5. Collembola

Collembola merupakan Arthropoda primitive karena pada bagian tubuhnya tidak bersayap. Collembola berasal dari kata coll yang berarti lem dan embolla yang berarti mur atau pasak. Nama umum Collembola adalah ekor pegas, collembola merupakan kelompok organisme yang tidak dianggap lagi ke dalam kelas serangga (dua lainnya adalah Protura dan Diplura). Meskipun tiga ordo kadang-kadang dikelompokkan bersama dalam kelas yang disebut Entognatha karena mereka memiliki mulut internal, sepertinya mereka tidak lebih erat terkait satu sama lain daripada mereka dengan semua serangga, yang memiliki mulut eksternal. Contoh dari kelas ini adalah *Isotomurus tricolor*

6. Crustacea.

Crustacea atau dalam bahasa latin, crusta = kulit yang hidupnya di beberapa habitat aquatic baik air tawar atau laut. Ciri morfologi dari kelas ini adalah tubuhnya terbagi menjadi: kepala (cephalo), dada (thorax) dan perut (abdomen) atau kadang-kadang kepala dan dada bersatu membentuk cephalothorax. Kepala biasanya terdiri dari empat segmen yang bersatu, pada bagian kepala itu terdapat 2 pasang antena, sepasang mandibula (rahang pertama) dan 2 pasang maxilla (rahang kedua). Contoh dari hewan ini adalah udang, lobster atau kepiting

2.2 Taman Nasional Bromo Tengger Semeru

Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) merupakan salah satu taman nasional yang berada di provinsi Jawa Timur, yang berada di beberapa kabupaten, tepatnya secara administratif terletak di Kabupaten Malang (18.692, 96 Ha), Kabupaten Pasuruan (4.642, 52 Ha), Kabupaten Probolinggo (3.600,37 Ha) dan Kabupaten Lumajang Provinsi Jawa Timur (BTNBTS, 2010). TNBTS resmi menjadi Unit Pelaksana Teknis (UPT) Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Pelestarian Alam berdasarkan SK Menteri Kehutanan Nomor 1049/Kpts-II/1992 tanggal 12 November 1992. Perkembangan pengelolaan taman nasional berdasarkan SK Menteri Kehutanan Nomor 185/Kpts-II/1997 tanggal 31 Maret 1997, struktur dan organisasi TNBTS diubah menjadi Balai TNBTS, kemudian berdasarkan SK Menteri Kehutanan 178/Menhut-II/2005 tanggal 29 Juni 2005, maka ditetapkan luas TNBTS yaitu 50.276,20 Ha.

Taman Nasional Bromo Tengger Semeru, secara geografis terletak di 8°01'54"S dan 112°57'47"E. Sedangkan secara administratif, taman nasional ini terletak di wilayah Kabupaten Pasuruan, Malang, Lumajang, dan Probolinggo provinsi Jawa Timur. Taman Nasional Bromo Tengger Semeru memiliki bentangan lansekap barat-timur sepanjang 20-30 kilometer dan bentang lansekap utara-selatan sepanjang 40 kilometer. Taman nasional ini ditetapkan sejak tahun 1982 dengan wilayahnya sekitar 50.276,3 Ha (BBTNBTS, 2010).

Ranu Darungan merupakan salah satu lokasi yang masuk dalam Kawasan TNBTS. Ranu Darungan terletak di lereng selatan Gunung Semeru pada ketinggian 800-3676 mdpl, suhu udara berkisar antara 05-22°C (Artaka, 2019). Menurut pendapat Iskandar (1998) Vegetasi hutan asri di Ranu Darungan dan Blok Ireng-Ireng yang rimbun dan lahan hijau tidak terkonversi menjadi lahan perkebunan, juga terdapat danau dan sungai yang mengalir cukup deras saat musim penghujan sehingga kondisi yang lembab. Dengan diskripsi lokasi tersebut menjadi tanda bahwa Ranu darungan memiliki potensi keanekaragaman hayati khususnya dari kelompok Arthropoda.

Alas atau Blok Ireng-Ireng terletak dalam wilayah SPTN III Senduro, Kab.Lumajang. Alas Ireng-Ireng terletak di titik koordinat 8°06'08"S dan 113°04'39"E. Kawasan Alas Ireng-Ireng terletak di kawasan Hutan Semeru Timur Blok Alas Ireng-ireng Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS). Pada vegetasi alas ireng-ireng didominasi oleh pohon bambu, dan pohon besar lainnya. Pada fauna yang terdapat di Alas Ireng-Ireng masih tergolong dengan kekayaan jenis nya, dengan terdapat arthropoda, monyet kera, rusa, landak, musang dan terkadang menjadi jalur lintasan oleh macan tutul (Sunarto, 2007).

IV. Konsep Teori yang Relevan (1000 kata)

Per tanggal 4 Desember 2021, kondisi habitat Ranu Darungan dan Blok ireng-ireng merupakan wilayah yang terdampak adanya erupsi meskipun blok ireng-ireng tidak separah Ranu Darungan, dampak dari adanya erupsi menyebabkan terjadinya perubahan drastis dikarenakan akibat dari erupsi Gunung Semeru yang secara umum mengenai lokasi penelitian (Kecamatan Pronojiwo). Dengan adanya erupsi ini, habitat yang sebelumnya asri dan mulai pulih akibat minimnya interaksi manusia akibat penutupan karena pandemic covid19 kembali mengalami gangguan sehingga kami berasumsi gangguan ini akan berakibat kepada kondisi hewan yang ada didalamnya khususnya kelompok arthropoda yang memiliki keterikatan sangat tinggi terhadap kondisi lingkungan serta disekitarnya diantaranya faktor abiotik yang meliputi kelembaban, suhu dan kondisi fisika kimia tanah. Beberapa arthropoda diketahui memiliki kepekaan yang sangat sensitive terhadap perubahan habitat khususnya faktor fisika kimia tanah ataupun wilayah perairan sehingga dengan adanya gangguan tersebut, dikawatirkan akan memberi dampak besar pada populasi arthropoda di lokasi penelitian.

Adanya monitoring pasca erupsi ini sangat penting untuk dilakukan untuk melihat kondisi komunitas arthropoda serta ekosistem baik dari sisi habitat maupun ketersediaan pakan, ancaman, suksesi, dan lain sebagainya. Dalam penelitian penting untuk diketahui bahwa keanekaragaman hewan akan dipengaruhi oleh gangguan yang ada di ekosistemnya. Dengan adanya gangguan, akan mempengaruhi keanekaragaman didalam ekosistem tersebut, sehingga salah satu pendekatan yang dilakukan adalah analisis keanekaragaman. Selain itu untuk menguji tingkat gangguan di ekosistem ada beberapa pendekatan seperti analisis ekosistem habitat objek kajian. Dalam hal ini perairan maupun daratan, sehingga antara keanekaragaman dapat dikorelasikan dengan parameter lingkungan yang ada.

Dampak adanya erupsi Gunung Semeru akan mengakibatkan rusaknya habitat dan ekosistem dan secara langsung mempengaruhi tingkat survival fauna yang ada di dalamnya.

Seringkali gangguan berat akan mengakibatkan hilangnya komunitas fauna yang ada didalamnya, namun demikian gangguan ringan pun dapat menjadi penyebab kuat kelompok hewan hilang dari habitatnya jika itu merupakan kelompok hewan yang sangat sensitif terhadap perubahan habitat seperti arthropoda. Dampak terkecil dapat diindikasikan dengan menurunnya populasi dan keanekaragaman mereka di lokasi penelitian.

V. Hipotesis

Berdasarkan informasi dari penduduk serta survey pasca terjadinya erupsi dimungkinkan terjadinya beberapa perubahan populasi hewan khususnya dari kelompok Arthropoda yang mana organisme tersebut sangat sensitive terhadap perubahan lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengamatan dengan melihat setiap tahapan dari adanya suksesi di wilayah tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari - Mei 2022 di Ranu Darungan dan Blok Ireng-ireng Kabupaten Lumajang, Jawa Timur. Pengamatan dan identifikasi Arthropoda dilakukan di Laboratorium Optik program studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Faktor abiotik tanah dianalisis di Laboratorium Tanah, UPT PATPH (Unit Pelaksana Teknis Pelatihan Pertanian Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan) Lawang, Kabupaten Malang.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pengamatan diantaranya meliputi botol flakon, GPS, soil tester, kamera, mikroskop, meteran, dan alat tulis sedangkan bahan meliputi alcohol 70% dan sampel tanah.

3.3 Prosedur Penelitian

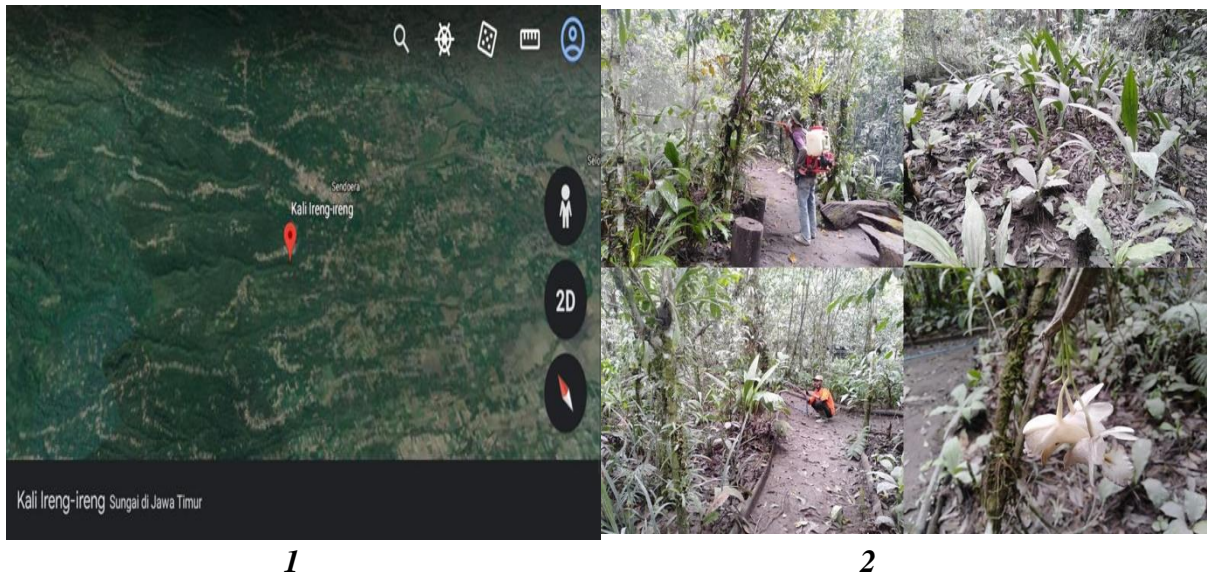
Adapun prosedur dalam penelitian ini adalah :

1. Survey lokasi

Survey lokasi dilakukan untuk pengenalan dan pengetahuan awal lokasi penelitian sebagai langkah awal dalam pengumpulan sampel dan juga agar dapat diketahui orientasi serta kondisi medan jelajah serta teknik pengumpulan sampel yang nantinya akan digunakan.

2. Penentuan lokasi pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan di sekitar kawasan Ranu Darungan dan Blok Ireng-ireng tepatnya disekitar Kawasan hutan dan danau di lokasi tersebut.



Gambar. (1) Lokasi Alas Ireng-Ireng (Google Earth, 2021) (2) Ranu Darungan pasca Erupsi

3. Metode Pengambilan sampel

Setiap lokasi ditarik 3 garis transek dan setiap transek diambil 15 plot dengan jarak antar plot 5 meter. Untuk pengambilan data serangga meliputi metode

1. Pitfall trap

Perangkap yang digunakan untuk mengumpulkan serangga tanah adalah terbuat dari gelas plastik dengan diameter 10 cm dan tinggi 7 cm. Gelas plastik isi 25ml larutan alkohol 70% dan sedikit larutan deterjen, gelas plastik tersebut ditanam di tanah, sehingga bagian atasnya sejajar dengan permukaan tanah. Perangkap jebakan atau pitfall trap dipasang selama 1x24 jam, serangga yang masuk perangkap diambil dan disimpan dalam botol berisi koleksi yang sudah berisi alkohol dan dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi.

2. Metode handsorted

Koleksi serangga tanah dengan metode disortir tangan dengan cara pengambilan contoh tanah disetiap titik pengamatan dengan panjang, lebar, dan ukuran kedalaman: 25 cm, 25 cm, dan 30 cm. tanah adalah diletakkan di atas lapisan putih dan dipisahkan dengan tangan. Serangga tanah yang ditemukan dihitung menurut ke grup. Sampel serangga diambil dan disimpan dalam botol yang mengandung alkohol 70%. Sampel dibawa ke laboratorium untuk identifikasi.

Pengamatan factor fisika tanah dan factor kimia tanah Pada setiap titik pengamatan diukur suhu tanah dan kelembaban tanah. Pengukuran suhu tanah dan kelembaban

menggunakan termohigrometer. Pengukuran Sifat Kimia Tanah Sebuah sampel tanah 0,5 kg diambil dari masing-masing titik pengamatan. Tanah dibawa ke laboratorium untuk analisis: pH, bahan organik tanah, karbon organik tanah, total N, P dan K.

4. Kegiatan Identifikasi

Kegiatan identifikasi dilakukan dengan menggunakan beberapa buku kunci determinasi serangga maupun arthropoda serta bantuan dari website Bugguide.net.

5. Analisis data

Data hasil pengamatan dihitung dengan Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H'), Indeks Dominansi (C), Indeks Kekayaan Spesies (R), dan Indeks Kemerataan (I) (E). Analisis dibantu dengan aplikasi software PAST 4.03.

VI. Rencana Pembahasan

Dalam penelitian ini kami menemukan sebuah jurnal penelitian dari Dyah dkk terkait kondisi keanekaragaman lepidoptera di Kawasan taman nasional Bromo Tengger Semeru yang mana lokasi penelitian meliputi beberapa titik diantara Ranu darungan, Ranu Pani, Ranu Regulo dan Blok Ireng-ireng. Dimana penelitian yang dilakukan sebelum terjadinya erupsi. Sehingga recovery habitat dalam hal ini terjadinya proses suksesi dalam Pengambilan data sangat diperlukan untuk melihat tahapan suksesi dengan melihat jenis arthropoda, hal ini dikarenakan arthropoda merupakan kelompok yang sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan khususnya terkait perubahan dan kerusakan habitat.

Rencana pengambilan data pasca erupsi, kami mengharapkan dapat teramati tahapan suksesi dengan melihat setiap fase yang mana dalam pengambilan data ini nanti kami mengumpulkan data setiap 2 bulan sekali selama 3 kali pengamatan untuk melihat adanya ada atau tidak adanya perbedaan dalam setiap tahapan suksesi yang terjadi pasca terjadinya erupsi, yang kemudian dijadikan informasi untuk pertimbangan upaya konservasi spesies-spesies tersebut di wilayah tersebut. mengingat wilayah tersebut adalah area dari Taman Nasional Bromo Tengger Semeru.

Manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi struktur komposisi arthropoda yang ada di kawasan di kawasan Ranu Darungan dan Blok Ireng-ireng Kabupaten Lumajang setelah letusan Gunung Semeru 2021.

2. Memberikan informasi tentang dampak dari letusan Gunung Semeru terhadap keanekaragaman Arthropoda di kawasan Ranu Darungan dan Blok Ireng-ireng Kabupaten Lumajang.
3. Memberikan informasi kepada pengelola lahan terkait kondisi arthropoda dan terkini di kawasan Ranu Darungan dan Blok Ireng-ireng Kabupaten Lumajang sebagai bahan pertimbangan kebijakan pengelola dalam menyikapi dampak letusan Gunung Semeru terhadap recovery habitat secara umum, khususnya bagi komunitas Arthropoda disana.

BAB IV
HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil identifikasi Arthropoda Tanah di Ranu Darungan dan Blok Ireng-ireng Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Kabupaten Lumajang adalah Arthropoda yang ditemukan di blok ireng-ireng berjumlah 1924 genus yang terdiri dari 11 ordo dan 17 Famili dan Arthropoda yang ditemukan di Ranu darungan berjumlah 375 genus yang terdiri dari 14 ordo dan 26 Famili, seperti terlihat dalam Tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1: Jumlah Arthropoda Tanah yang ditemukan di Alas Ireng-ireng Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Kabupaten Lumajang

No	Ordo	Famili	Genus	Jumlah
1	Araneae	Gnaphosidae	<i>Robertus</i>	3
			<i>Sosticus</i>	7
			<i>Heteropoda</i>	6
			<i>Herpyllus</i>	3
		Pholcidae	<i>Pholcus</i>	2
	Ctenidae	<i>Ctenus</i>	1	
2	Isopoda	Ligiidae	<i>Ligidium</i>	141
3	Entomobryomorpha	Entomobryidae	<i>Homidia</i>	926
			<i>Seira</i>	29
4	Coleoptera	Curculionidae	<i>Pityogenes</i>	28
			<i>Xylosandrus</i>	53
		Staphylinidae	<i>Bisnius</i>	40
			<i>Xantholinus</i>	12
		Nitidulidae	<i>Camptodes</i>	2
5	Hymenoptera	Formicidae	<i>Brachyponera</i>	8
			<i>Odontomachus</i>	6
			<i>Prenolepis</i>	62
			<i>Neoponera</i>	12
			<i>Prenolepis</i>	21
			<i>Dorymyrmex</i>	8
			<i>Formica</i>	4
			<i>Brothoponera</i>	1
			<i>Camponotus</i>	1
			<i>Aphaenogaster</i>	9
			<i>Mononorium</i>	3
6	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Scaphoideus</i>	1
			<i>Deltocephalus</i>	9
		Miridae	<i>Deraeocoris</i>	15
7	Orthoptera	Tetrigidae	<i>Tettigidea</i>	13
		Gryllidae	<i>Gryllus</i>	40
8	Blattodea	Corydiidae	<i>Arenivaga</i>	5
9	Amphipoda	Talitridae	<i>Talitrus</i>	419
10	Poduromorpha	Hypogastruridae	<i>Hypogastrura</i>	24
11	Mesostigmata	Arasitidae	<i>Pergamasus</i>	9

Tabel 4.1 : Jumlah Arthropoda Tanah yang ditemukan di Ranu Darungan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Kabupaten Lumajang

NO	Ordo	Family	Genus	Jumlah	
1	Araneae	Myrmarachne	<i>Myrmarachne</i>	1	
		Lycosidae	<i>Pardosa</i>	2	
		Amaurobiidae	<i>amaurobius</i>	1	
2	Entomobryomorpha	Entomobryidae	<i>Seira</i>	3	
			<i>Homida</i>	107	
3	Hymenoptera	Formicidae	<i>Odontoponera</i>	34	
			<i>Oechophylla</i>	6	
			<i>Neoponera</i>	2	
			<i>Formica</i>	1	
			<i>Myrmecocystus</i>	1	
			<i>Camponotus</i>	59	
			<i>Myrmecocystus</i>	9	
			<i>Gnamptogenys</i>	5	
4	Coleoptera	Staphylinidae	<i>Bisnius</i>	34	
			<i>Xantholinus</i>	1	
			<i>Xantholinus</i>	1	
		Carabidae	<i>Pterostichus</i>	2	
			<i>Tachys</i>	1	
			<i>Agonum</i>	1	
			<i>Bradycellus</i>	8	
			Tenebrionidae	<i>Tenebrio</i>	1
			Curculionoidae	<i>Xylosandrus</i>	4
		Scarabaeidae	<i>Onthophagus</i>	1	
		Ptiliidae	<i>Ptiliinae</i>	1	
		Epuraeinae	<i>Epuraea</i>	6	
5	Orthoptera	Tetrigidae	<i>Paratettik</i>	18	
			<i>Tettigidea</i>	5	
		Gryllidae	<i>Allonemobius</i>	5	
			<i>Gryllus</i>	23	
		Acrididae	<i>Orpholella</i>	1	
Nitidulidae	<i>Camptodes</i>	2			
6	Blattodea	Termitidae	<i>Anoplotermes</i>	9	
		Blattidae	<i>Eurycotis</i>	3	
7	Hemiptera	Aphropodidae	<i>philaenus</i>	3	
8	Dermaptera	Anisolabididae	<i>Anisolabis</i>	2	
9	Scolopendromorpha	Scolopocryptopidae	<i>Scolopocryptops</i>	1	
10	Isopoda	Ligididae	<i>Ligidium</i>	2	
11	Amphipoda	Talitridae	<i>Talitrus</i>	2	
12	Chilopoda	Scolopendridae	<i>Cormocephalus</i>	1	
13	Isoptera	Termitidae	<i>Macrotermes</i>	1	
14	Trombidiformes	Trombidiidae	<i>Trombidium</i>	5	

Arthropoda tanah pada Alas Ireng-ireng Taman Nasional Bromo Tengger Semeru, berdasarkan Tabel 4.1 secara keseluruhan ditemukan sebanyak 11 ordo, 17 famili, dan 35 Genus dengan jumlah total 1924 individu. Sedangkan pada Ranu Darungan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru ditemukan sebanyak 375 individu dengan 14 ordo, 26 famili, dan 40 genus (Tabel 4.2). Banyaknya jumlah Arthropoda tanah yang ditemukan pada Alas Ireng-ireng Taman Nasional Bromo Tengger Semeru dikarenakan kompleksitas vegetasi yang lebih lengkap dari pada Ranu Darungan. Banyaknya Arthropoda tanah di baik di Alas Ireng-ireng dan Ranu darungan dikarenakan kedua lokasi tersebut masuk dalam Kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru, dimana Kawasan tersebut masih didominasi oleh hutan yang lebat

sehingga mendukung kehidupan dari Arthropoda Tanah. Menurut Triyogo dkk., (2017) kelimpahan serasah yang dihasilkan dari jenis vegetasi penyusun beragam dapat mempengaruhi keberadaan serangga dalam ekosistem. Selain itu, ada beberapa genus yang toleran hidup pada habitat tertentu. Menurut Taradhipa (2019) setiap jenis serangga memiliki daya toleransi, sensitifitas, dan kemampuan daya adaptasi yang berbeda pada kondisi yang terus menerus berubah. Dalam hal ini, keberadaan serangga tanah pada suatu habitat juga dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Serangga dapat beradaptasi dengan lingkungannya dan berinteraksi dengan sesamanya akan bertahan di lingkungan tersebut (Nurrohman & Rahmi, 2018).

4.2 Analisis Data

Analisis keanekaragaman serangga tanah digunakan untuk mengetahui tingkatan keanekaragaman serangga tanah dalam suatu kawasan. Keanekaragaman serangga tanah diukur menggunakan indeks keanekaragaman Shanon-Winner (Tabel 4.2) sebagai berikut:

Tabel 4.2 Indeks keanekaragaman Arthropoda tanah di Ranu Darungan dan Blok Ireng-ireng Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Kabupaten Lumajang

	Ranu Darungan	Alas Ireng-ireng
Taxa_S	40	35
Individuals	375	1924
Dominance_D	0.1321	0.2882
Simpson_1-D	0.8679	0.7118
Shannon_H	2.618	1.88
Evenness_e ^{H/S}	0.3427	0.1872

Nilai keanekaragaman yang diperoleh pada Alas Ireng-ireng dan Ranu Darungan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru terdapat pada tabel 4.2 menunjukkan adanya sedikit perbedaan nilai Indeks keanekaragaman (H') yang diperoleh, Ranu Darungan memiliki nilai 2,618 dan Alas Ireng-ireng memiliki nilai 1,88. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keanekaragaman Arthropoda Tanah Pada Ranu darungan dan Alas Ireng-ireng termasuk dalam

kategori sedang. Menurut Husamah (2016) nilai indeks keanekaragaman kurang <1 merupakan kategori rendah, nilai indeks keanekaragaman $1 < H' < 3$ merupakan kategori sedang, dan nilai indeks keanekaragaman $H' > 3$ merupakan kategori tinggi. Hal ini dijelaskan juga oleh Hendra dkk., (2015) bahwa indeks keanekaragaman dengan kategori sedang menunjukkan ekosistem yang cukup seimbang.

Analisis nilai indeks dominasi (C) berdasarkan Tabel 4.2 pada ranu darungan memperoleh hasil sebesar 0,132. Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan pada lahan Alas Ireng-ireng yang memperoleh nilai 0,882. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai indeks dominasi yang lebih tinggi di Alas Ireng-ireng memberikan hasil pada nilai keanekaragaman yang lebih rendah dibandingkan dengan Ranu Darungan. Nilai indeks dominasi memiliki skala 0-1, yang mana nilai mendekati 1 menunjukkan adanya dominasi dalam komunitas tersebut (Rizal dkk., 2020).

Perbedaan nilai indeks keanekaragaman disebabkan pada Alas Ireng-ireng terdapat dua spesimen yang mendominasi, yaitu dari genus *Homidia* (926) dan *Talitrus* (419). Sehingga, menyebabkan nilai indeks keanekaragaman dan nilai indeks dominansi dari kedua lahan memiliki nilai yang berbeda namun masih dalam kriteria yang sama. Spesies yang mendominasi pada suatu lahan perkebunan dapat berpengaruh terhadap nilai keanekaragaman yang mana nilai keanekaragaman menjadi lebih rendah (Sari dkk., 2017). Faktor biotik dan abiotik juga dapat berpengaruh terhadap keanekaragaman serangga. Selain itu, terjadinya kompetisi antara satu spesies dengan spesies yang lain juga berpengaruh terhadap penurunan keanekaragaman serangga (Abdillah dkk., 2020).

Genus yang mendominasi pada Alas Ireng-ireng yaitu genus *Homidia* dan *Talitrus* memiliki pola hidup berkoloni. Hal ini dijelaskan oleh (Mashaly, 2010) bahwa genus *Homidia* merupakan Arthropoda dari kelompok Collembola dimana kelompok tersebut hidup secara berkoloni dan berperan penting dalam proses dekomposisi tanah dalam menguraikan bahan

organic tanah. Selain itu, menurut Oktafitria (2019) perbedaan kondisi fisik-kimia tanah terutama bahan organiknya.

4.3 Faktor Abiotik

Faktor fisika yang diamati pada penelitian ini diuraikan pada tabel 4.3 faktor fisika tersebut diambil dari nilai rata-rata kedua lahan sebagai berikut:

Tabel 4.3 Nilai rata-rata faktor fisika pada Alas Ireng-ireng dan Ranu Darungan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Kabupaten Lumajang

Abiotik	Ranu Darungan	Alas Ireng-ireng
Kelembaban	87	89
Suhu	21	20
pH Tanah	6,9	6,1

Hasil pengukuran faktor fisika suhu pada kedua lokasi penelitian didapati perbedaan, yaitu pada Alas Ireng-ireng memiliki suhu rata-rata sebesar 20°C dan pada ranu darungan sebesar 21°C. Adanya perbedaan suhu diantara kedua lahan penelitian tersebut disebabkan oleh perbedaan ketinggian diantara kedua lokasi penelitian. Menurut Husamah, (2017) kebanyakan hewan tanah termasuk dalam kelompok hewan mesophiles, yaitu organisme tanah yang hidup pada suhu tanah 10°C sampai 40°C. Suhu merupakan faktor pembatas dalam pertumbuhan dan perkembangan serangga tanah. Umumnya suhu optimum bagi serangga tanah yaitu berkisar 25°C (Rizali *et al.*, 2012). Hal ini menunjukkan suhu pada kedua lokasi penelitian adalah suhu optimum bagi perkembangan arthropoda tanah. Selain itu, suhu juga dapat membatasi pengembangan dari tanaman kopi karena pertumbuhan kopi sangat dipengaruhi dengan tinggi rendahnya suhu. Jika suhu >23°C maka akan mempercepat pematangan buah dan jika suhu >30°C dapat membuat pertumbuhan tanaman kopi tertekan, serta jika suhu dibawah 15-16°C membuat pertumbuhan vegetatif tanaman kopi terhambat (Supriadi & Pranowo, 2015). Melalui

tanaman penabung proses pematangan buah diperlambat sehingga mengurangi kelebihan produksi dan kerusakan pada akar, daun, dan cabang (Fauzi, 2018). Hal ini juga menunjukkan bahwa suhu pada kedua lokasi penelitian adalah suhu optimum bagi tanaman kopi.

Kelembaban pada Alas Ireng-ireng memiliki nilai rata-rata sebesar 89% dan pada Ranu darungan memiliki nilai rata-rata sebesar 87%. Tingginya tingkat kelembaban tanah dapat dipengaruhi oleh tingginya tanaman penabung, dimana pada Alas ireng-ireng memiliki tipe habitat yang lebih tertutup dibandingkan dengan ranu darungan. Tingginya tanaman penabung menurut Ardhana & Gede., (2012) dapat mempengaruhi cahaya masuk, dimana semakin lebar kanopi tanaman penabung intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam lahan akan lebih sedikit, sehingga suhu pada lokasi tersebut cenderung lebih rendah. Akan tetapi, nilai kelembaban akan cenderung lebih tinggi. Hal ini dibuktikan dengan nilai kelembaban pada ranu darungan yang lebih rendah dari Alas Ireng-ireng, sebaliknya suhu pada ranu darungan lebih tinggi dibandingkan Alas Ireng-ireng.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian didapatkan 40 genus arthropoda di ranu darungan sedangkan di alas ireng-ireng ditemukan sebanyak 35 genus, dimana genus yang paling banyak ditemukan dari famili Formicidae dengan 8 genus di ranu darungan dan 12 genus di alas ireng-ireng
2. Dari hasil analisis keanekaragaman antara ranu darungan dengan blok ireng-ireng diperoleh Indeks keanekaragaman ranu darungan 2,618, indeks dominansi 0,13, indeks pemerataan 0,86, sedangkan pada alas ireng-ireng indeks keanekaragaman 1,88, indeks dominansi 0,288, indeks pemerataan 0,71.
3. Dari hasil pengukuran factor abiotic yang meliputi suhu, kelembaban tanah dan pH tanah didapatkan suhu di ranu darungan rata-rata 21⁰C, kelembaban tanah 87 % dan pH tanah 6,9 sedangkan di Alas Ireng-ireng suhu rata-rata 20⁰C, kelembaban tanah 89 % dan pH tanah 6,1.

5.2 Saran

1. Masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait jenis Arthropoda apa saja di beberapa lokasi di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru.
2. Masih perlu dilakukan penelitian Arthropoda Aerial sehingga tutupan kanopi akan mempengaruhi komposisi dari Arthropoda tanah.
3. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan variasi musim dan jenis pengelolaan yang ada di Kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Kabupaten Lumajang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Zainal. 2010. Studi Keanekaragaman Serangga di Vegetasi Savana Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TN-BTS). *Skripsi*. Universitas Islam Negri Maulana malik Ibrahim Malang.
- Amir, Andi Muhammad. 2008. Peranan Serangga Ekor pegas (Collembola) dalam Rangka meningkatkan Kesuburan tanah. Badan penelitian dan pengembangan pertanian, Pusat pengembangan dan penelitian perkebunan. *Warta*. Volume 14. Nomor 1. ISSN 0853-8204.
- Andriani, Linata Rahma. 2014. Identifikasi Insekta Di Taman Hutan Raya R. Soerjo Sebagai Sumber Belajar Biologi Dalam Bentuk Buku Saku. Skripsi pada FKIP UMM Malang: diterbitkan
- Anna Sari Siregar. 2014. Keanekaragaman Jenis Serangga Di Berbagai Tipe Lahan Sawah Insect Diversity In Various Types Of Farms Rice Field *.jurnal Online Agro ekoteknologi*. ISSN No. 2337- 6597. Vol.2, No.4 : 1640 - 1647, September 2014.
- Anwar, Syaful. 2016. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Tangerang Selatan : Universitas terbuka.
- Barrios E, Delve RJ, Bekunda M, Mowo J, Agunda J, Ramisch J, Trejo MT and Thomas RJ. 2006. Indicators of soil quality: a South–South development of a methodological guide for linking local and technical knowledge. *Geoderma*. 135:248-259.
- Bettiol W, Ghini R, Galvão JAH, and Ligo MAV and Mineiro JLC. 2002. Soil organisms in organic and convensional cropping systems. *Scientia Agricola*. 59 (3):565- 572.
- Borrer, D.J., Triplehorn, C.A., dan Johnson, N.F. (1996). *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi keenam. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Capinera JL. 2008. *Encyclopedia of Entomology*. Springer.
- Chapman RF. 2013. *The insects: structure and function*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Da Rocha JRM, Almeida JR, Lins GA and Durval A. 2010. Insect as indicators of environmental changing and pollution: a review of appropriate spesies and their monitoring. *Holos Environment*. 10(2):250-262.
- De Bruyn LAL 1999. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74:425-441.
- Delabie JHC, Céréghino R, Groc S, Dejean A, Gibernau M, Corbara B and Dejean 2009. Ants as biological indicators of Wayana Amerindian land use in French Guiana. *C. R. Biologies*. 332:673-684. Doran JW and Zeiss MR. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*. 15:3-11. Endarto O dan Martini E. 2016.

- Departemen Kehutanan. (2009). Profil Balai Besar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. Direktorat Jendral Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam, Malang.
- Magguran, A. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Chapman dan Hall, USA.
- Majumder, J., Lodh, R., dan Agarwala, B.K. (2013). Butterfly spesies richness and diversity in the Trishna Wildlife Sanctuary in South Asia. *J. Insect Science*, 13, 1-13.
- Suheriyanto D. 2008. *Ekologi Serangga*. Malang: UIN Press.
- Suheriyanto D, Zuhro Z, Farah EI, and Maulidiyah A. 2019. The potential of soil arthropods as bioindicator of soil quality in relation to environmental factors at apple farm, Batu, East Java, Indonesia. *Journal of Physics: Conf. Series*. 1217.
- Sulaeman, Suparto dan Eviati. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Untung K. 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press