



**DISTRIBUSI VERTIKAL DAN KEANEKARAGAMAN
MAKROFAUNA TANAH DI KAWASAN DIENG**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Program Studi Biologi

oleh

Nur Itsna Rizqiyyah

4411412072

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul "Distribusi Vertikal dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Dieng" disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, 7 Oktober 2016



Nur Itsna Rizqiyah
4411412072

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Distribusi Vertikal dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Dieng
disusun oleh

nama : Nur Itsna Rizqiyah

NIM : 4411412072

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Universitas
Negeri Semarang pada tanggal 14 Oktober 2016.

Panitia



Ketua
Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt.
NIP 196412231988031001

Sekretaris



Dra. Endah Penitri, M.Si.
NIP 196511161991032001

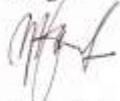
Ketua Penguji



Drs. Partaya, M.Si.
NIP 196007071988031002

Anggota Penguji/

Pembimbing 1



Drs. Bambang Priyono, M.Si.
NIP 195703101988101001

Anggota Penguji/

Pembimbing 2



Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si.
NIP 196004101984032001

MOTTO

Sesuatu akan terlihat tidak mungkin sampai semuanya selesai (Nelson Mandela).
Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (QS. Al Insyirah: 5).
Ketika kita menghadapi kesulitan dan tidak menyerah itulah kekuatan kita.

PERSEMBAHAN

Ibu saya Uswatun Khasanah dan Bapak saya Muakrom yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan setiap hari.

Kakak saya Septi Rizki Maulana dan Adik saya Muhammad Agung Nugroho yang selalu memberikan semangat dan kasih sayangnya.

Muhammad Rizka Oktavian yang selalu memberikan motivasi dan bantuannya selama ini.

Sahabat-sahabat saya Anastasia, Laila, Intan, Fani, Darma dan semua teman-teman mahasiswa angkatan 2012 Biologi FMIPA UNNES terima kasih atas perhatian, dukungan dan kebersamaannya.

Teman-teman saya khususnya Azizah, Nurul, Nikma, Rizqi, Nila, Ebi, Alam, Didik, Amir dan Deta yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan memberikan semangat yang luar biasa.

Semua teman-teman Griya Adem Sari yang selalu memberi motivasi, semangat dan dukungan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Distribusi Vertikal dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Dieng" dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Biologi di FMIPA UNNES.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan studi strata I Jurusan Biologi FMIPA UNNES.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberi ijin untuk melaksanakan penelitian.
3. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kemudahan administrasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Drs. Bambang Priyono, M.Si. sebagai dosen pembimbing I serta Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si. sebagai dosen pembimbing II yang telah berkenan memberikan bimbingan, pengarahan-pengarahan serta bantuan dalam penyusunan skripsi dengan penuh kesabaran.
5. Drs. Partaya M.Si. sebagai dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dan masukan yang sangat berguna untuk penyempurnaan skripsi ini.
6. Kepala Kelurahan Kejajar, Kepala Desa Tieng dan Kepala Desa Dieng Kulon dan seluruh warga di kawasan Dieng yang telah memberikan waktu, bantuan dan perhatiannya selama dilaksanakannya penelitian sampai selesai.
7. Semua pihak dan instansi terkait yang telah membantu selama dilaksanakannya penelitian sampai selesai penulisan skripsi ini.

Akhirnya Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembaca yang telah berkenan membaca skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, 7 Oktober 2016

Nur Itsna Rizqiyyah
4411412072

ABSTRAK

Rizqiyyah, Nur Itsna. 2016. Distribusi Vertikal dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Dieng. Skripsi. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Drs. Bambang Priyono, M.Si. dan Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si.

Lahan kritis terjadi di Dataran Tinggi Dieng. Kondisi lahan kritis ditunjukkan dengan rendahnya tingkat kesuburan tanah mengindikasikan tingginya kerusakan lingkungan di Dataran Tinggi Dieng. Adanya perbedaan keadaan lingkungan biotop mengakibatkan perbedaan struktur maupun sifat fauna tanah dari biotop tersebut. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui keanekaragaman makrofauna tanah berdasarkan distribusi vertikal tanah di kawasan Dieng.

Penelitian dilaksanakan di kawasan Dieng, Laboratorium Biologi UNNES dan Laboratorium Mekanika Tanah UNDIP. Pengambilan sampel makrofauna tanah dilakukan di berbagai ketinggian, pada tempat ternaung dan terdedah, serta pengukuran faktor fisika-kimia tanah. Penelitian menggunakan dua metode yaitu perangkap jebak dan sortir tangan. Sampel selanjutnya diidentifikasi dan data yang diperoleh dianalisis dengan indeks keanekaragaman, pemerataan dan dominansi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tiap stasiun jumlah makrofauna tanah berbeda-beda antara tempat ternaung dan terdedah maupun makrofauna permukaan dan di dalam tanahnya. Indeks keanekaragaman makrofauna permukaan tanah pada tiap stasiun lebih tinggi dibandingkan dengan makrofauna dalam tanahnya, indeks keanekaragaman pada tempat ternaung juga lebih tinggi daripada tempat terdedah.

Berdasarkan hasil penelitian, Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman makrofauna tanah di kawasan Dieng dengan faktor ketinggian tertentu kurang berpengaruh terhadap indeks keanekaragamannya. Indeks keanekaragaman makrofauna tanah pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 adalah rendah sampai sedang. Indeks keanekaragaman berkisar antara 0,62 sampai 1,04. Keanekaragaman makrofauna tanah selain dipengaruhi oleh sifat fisika dan kimia tanah, dipengaruhi juga oleh jenis lahan, jenis tanaman, jenis pupuk serta jenis hewan yang terkait dengan makanannya. Saran dari penelitian adalah masyarakat dapat lebih memerhatikan keberadaan makrofauna tanah dengan menjaga lingkungan tanah Dieng sehingga kestabilan dan komunitas makrofauna tanahnya tetap terjaga.

Katakunci: distribusi, keanekaragaman, makrofauna tanah

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN KATA PENGANTAR	v
HALAMAN ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Penegasan Istilah	3
D. Tujuan	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Tinjauan Pustaka	5
B. Kerangka Berpikir	34
BAB III METODE PENELITIAN	35
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	35
B. Populasi dan Sampel	35
C. Variabel Penelitian	35
D. Alat dan Bahan	35
E. Prosedur Penelitian	36
F. Data dan Metode Pengumpulan Data	41
G. Metode Analisis Data	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
A. Hasil	45
B. Pembahasan	50
BAB V PENUTUP	60
A. Simpulan	60
B. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kategori kemasaman atau kealkalian tanah	18
2. Penamaan fraksi tanah berdasarkan USDA	22
3. Penamaan fraksi tanah berdasarkan ISSS	22
4. Kelas tekstur tanah menurut perasaan	23
5. Konsistensi tanah dalam keadaan kering	26
6. Konsistensi tanah dalam keadaan lembab	26
7. Konsistensi tanah dalam keadaan basah	26
8. Hasil penelitian keanekaragaman ordo atau spesies makrofauna tanah di kawasan Dieng	45
9. Rekapitulasi kehadiran makrofauna tanah di kawasan Dieng	47
10. Rekapitulasi hasil pengukuran faktor fisika-kimia tanah berdasarkan ketinggian di kawasan Dieng	49
11. Indeks keanekaragaman, indeks pemerataan dan indeks dominansi makrofauna tanah di kawasan Dieng	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Segitiga tekstur tanah	24
2. Kerangka berpikir distribusi vertikal dan keanekaragaman makrofauna tanah di kawasan Dieng	34
3. Lokasi penelitian di Kelurahan Kejajar pada ketinggian 1.400 meter di atas permukaan laut	36
4. Peta rupa bumi pada lokasi penelitian di Kelurahan Kejajar	36
5. Lokasi penelitian di Desa Tieng pada ketinggian 1.700 meter di atas permukaan laut	37
6. Peta rupa bumi pada lokasi penelitian di Desa Tieng	37
7. Lokasi penelitian di Desa Dieng Kulon pada ketinggian 2.000 meter di atas permukaan laut	37
8. Peta rupa bumi pada lokasi penelitian di Desa Dieng Kulon	38
9. Contoh perangkap jebak (<i>Pitfall trap</i>)	40
10. Contoh metode sortir tangan	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Klasifikasi makrofauna tanah di kawasan Dieng	68
2. Faktor fisika-kimia tanah berdasarkan ketinggian di kawasan Dieng	79
3. Hasil uji tekstur tanah Dieng di Laboratorium Mekanika Tanah UNDIP	80
4. Data curah hujan wilayah pegunungan Dieng	83
5. Rekapitulasi kehadiran ordo atau spesies makrofauna tanah selama 1 bulan di kawasan Dieng	84
6. Hasil pengamatan jumlah kehadiran makrofauna permukaan tanah selama satu bulan pada kondisi ternaung di kawasan Dieng	87
7. Hasil pengamatan jumlah kehadiran makrofauna permukaan tanah selama satu bulan pada kondisi ternaung di kawasan Dieng	88
8. Hasil pengamatan jumlah kehadiran makrofauna dalam tanah selama satu bulan pada kondisi ternaung di kawasan Dieng	89
9. Hasil pengamatan jumlah kehadiran makrofauna dalam tanah selama satu bulan pada kondisi ternaung di kawasan Dieng	90
10. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman makrofauna permukaan tanah di kawasan Dieng	91
11. Hasil perhitungan indeks pemerataan makrofauna permukaan tanah di kawasan Dieng	92
12. Hasil perhitungan indeks dominansi makrofauna permukaan tanah di kawasan Dieng	93
13. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman makrofauna dalam tanah di kawasan Dieng	94
14. Hasil perhitungan indeks pemerataan makrofauna dalam tanah di kawasan Dieng	95

15. Hasil perhitungan indeks dominansi makrofauna dalam tanah di kawasan Dieng	96
16. SK pembimbing skripsi	97
17. Surat perijinan penelitian	98
18. Dokumentasi penelitian	105

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanah kaya akan berbagai jenis fauna tanah dengan berbagai ukuran dan bentuk kehidupan. Komponen biotik di dalam tanah memberi sumbangan terhadap proses aliran energi dari ekosistem tanah. Kelompok biotik ini melakukan penguraian (dekomposisi) sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang telah mati. Adanya perbedaan keadaan lingkungan biotop (satuan geografi terkecil habitat yang dicirikan oleh biotanya) mengakibatkan perbedaan struktur maupun sifat fauna tanah dari biotop tersebut. Fauna tanah merupakan salah satu komponen dalam ekosistem tanah yang berperan dalam memperbaiki struktur tanah melalui penurunan berat jenis (*bulk density*), peningkatan ruang pori, aerasi, drainase, kapasitas penyimpanan air, dekomposisi sisa organik, pencampuran partikel tanah, dan penyebaran mikroba (Anwar *et al.* 2006; dan Hanafiah *et al.* 2005).

Peranan fauna tanah dalam pemeliharaan kualitas lingkungan di lahan pertanian sangat penting. Pengelolaan tanah atau lahan yang tidak memenuhi kaidah-kaidah yang benar akan menyebabkan penurunan kelimpahan dan keragaman fauna tanah dan dalam jangka panjang akan mengakibatkan terganggunya siklus hara alami dalam *agroekosistem*, menurunnya kualitas dan produktivitas lahan, dan pada gilirannya akan mengancam keberlangsungan usaha tani di lahan tersebut (Anwar & Ginting 2013).

Makrofauna tanah mempunyai peran yang sangat beragam di dalam habitatnya, pada ekosistem binaan, keberadaannya dapat bersifat positif (menguntungkan) maupun negatif (merugikan) bagi sistem budidaya, pada satu sisi makrofauna tanah berperan menjaga kesuburan tanah melalui perombakan bahan organik, distribusi hara, peningkatan aerasi tanah dan sebagainya, tetapi pada sisi lain juga dapat berperan sebagai hama berbagai jenis tanaman budidaya. Dinamika populasi berbagai jenis makrofauna tanah menentukan perannya dalam mendukung produktivitas ekosistem binaan. Dinamika populasi makrofauna tanah

tergantung pada faktor lingkungan yang mendukungnya, baik berupa sumber makanan, kompetitor, predator maupun keadaan lingkungan fisika-kimianya (Sugiyarto *et al.* 2007).

Lahan-lahan kritis umumnya disebabkan oleh kegiatan yang secara langsung menyebabkan rusaknya daya dukung tanah atau lahan. Tingginya lahan kritis yang beresiko pada kerusakan lingkungan yang lebih kompleks, saat ini terjadi di Dataran Tinggi Dieng. Luas tanaman kentang di daerah Dieng terus bertambah dari tahun ke tahun. Daerah bergunung-gunung dengan kemiringan lebih dari 40%, telah di eksploitasi besar-besaran untuk lahan tanaman kentang. Lahan kritis di Dataran Tinggi Dieng tetap saja dapat berproduksi karena tanaman kentang dipacu dengan pupuk kandang maupun pupuk kimia dalam dosis besar. Hal ini menunjukkan bahwa sebenarnya tingkat kesuburan tanah sudah sangat rendah. Kondisi lahan kritis yang ditunjukkan dengan rendahnya tingkat kesuburan tanah ini mengindikasikan tingginya kerusakan lingkungan di Dataran Tinggi Dieng (Andriana 2007).

Luas Dataran Tinggi Dieng sekitar 3.834,41 Ha, terbagi atas kawasan Dieng yang masuk wilayah administrasi Kecamatan Kejajar seluas 1.276,80 Ha dan wilayah Dieng yang masuk wilayah Kecamatan Batur seluas 2.557,61 Ha (Setyowati & Hardati 2009). Kecamatan Kejajar merupakan salah satu dari 15 Kecamatan di Kabupaten Wonosobo, beberapa desa yang terletak di Kecamatan Kejajar di antaranya adalah Kelurahan Kejajar dan Desa Tieng. Kecamatan Batur adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Banjarnegara. Salah satu desa yang terletak di Kecamatan Batur adalah Desa Dieng Kulon. Masing-masing wilayah tersebut memiliki lahan dengan karakteristik dan kondisi yang berbeda-beda di berbagai ketinggian yang berbeda pula. Kelurahan Kejajar dengan kondisi lahan yang masih alami, Desa Tieng dengan kondisi bekas lahan budidaya kentang, dan Desa Dieng Kulon dengan kondisi lahan budidaya kentang. Perbedaan kondisi di lahan tersebut memengaruhi intensitas cahaya, suhu, pH, dan kelembaban wilayah tersebut. Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan, pH tanah berkisar antara 5,1-5,8 sehingga pH nya tergolong cukup masam serta tingkat kelembabannya cukup tinggi dan beberapa jenis makrofauna tanah yang dijumpai pada berbagai

ketinggian lebih banyak jumlahnya pada lahan yang masih alami dibandingkan dengan lahan budidaya. Oleh karena itu, peneliti ingin mengkaji keanekaragaman makrofauna tanah berdasarkan distribusi vertikal dan sifat fisika, kimia dan biologis tanahnya di kawasan Dieng.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan permasalahan yang dijawab melalui penelitian ini adalah “Bagaimanakah Keanekaragaman Makrofauna Tanah berdasarkan Distribusi Vertikal Tanah di Kawasan Dieng?”

C. Penegasan Istilah

Untuk menghindari salah pengertian dan penafsiran konsep yang diteliti, maka diperlukan adanya penegasan istilah-istilah yang berkaitan dengan penelitian ini, yaitu:

1) Distribusi Vertikal

Distribusi adalah penyebaran individu pada suatu area (Marlia 2010). Perbedaan vertikal tanah memiliki hewan-hewan dan tumbuh-tumbuhan yang berbeda menurut kondisinya masing-masing yang berkisar dari basah sampai dengan kering atau variabel lain seperti pancaran sinar matahari (Hickman & Susan 2002). Distribusi vertikal yang di maksud dalam penelitian ini adalah distribusi berdasarkan ketinggian dan ekosistem yang berbeda.

2) Keanekaragaman

Keanekaragaman adalah variabilitas antar makhluk hidup dari semua sumber daya (Arief 2001). Menurut Rahmawaty (2000), semakin tinggi keanekaragaman makrofauna tanah pada suatu tempat, maka semakin stabil ekosistem di tempat tersebut. Keanekaragaman yang di maksud dalam penelitian ini adalah keanekaragaman makrofauna tanah pada lahan yang telah mengalami pengolahan dengan lahan yang masih alami atau terkendali.

3) Makrofauna Tanah

Makrofauna adalah hewan yang mempunyai ukuran tubuhnya berkisar antara 2-20 mm, yang terdiri dari herbivora (pemakan tanaman), dan karnivora

(pemakan hewan kecil) (Hanafiah 2007). Menurut Yulipriyanto (2010) makrofauna berukuran >2 mm: cacing, rayap, dan kaki seribu. Makrofauna tanah yang di maksud dalam penelitian ini adalah makrofauna yang berukuran >2 mm.

4) Tanah

Tanah adalah salah satu habitat yang sangat beragam di muka bumi dan berisi organisme hidup yang sangat beragam. Tanah secara umum tersusun oleh senyawa anorganik, organik, udara dan air, mengandung bagian yang terbentuk jasad hidup yang secara umum tersusun oleh mikroorganisme (Yulipriyanto 2010).

5) Dieng

Dataran Tinggi Dieng berada pada ketinggian 1.400 sampai 2.079 mdpl. Luas Kawasan Dataran Tinggi Dieng sekitar 3.834,41 Ha (Setyowati & Hardati 2009). Lokasi penelitian berdasarkan ketinggian pada wilayah yang berbeda yaitu Kelurahan Kejajar (1.400 mdpl) merupakan lahan alami, Desa Tieng (1.700 mdpl) merupakan bekas lahan budidaya kentang, dan Desa Dieng Kulon (2.000 mdpl) merupakan lahan budidaya kentang.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman makrofauna tanah berdasarkan distribusi vertikal tanah di kawasan Dieng.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang keberadaan keanekaragaman makrofauna tanah berdasarkan pada perbedaan ketinggian vegetasi dan sifat fisika, kimia dan biologis tanah, serta sebagai informasi awal yang dapat dimanfaatkan untuk pelestarian dan pengelolaan makrofauna tanah yang menguntungkan di lahan tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Distribusi

Distribusi fauna tanah di suatu daerah tergantung pada keadaan faktor fisika-kimia lingkungan dan sifat biologis fauna itu sendiri. Distribusi hewan di alam dapat dikelompokkan atas tiga bentuk: 1) bentuk teratur (*uniform*), yaitu yang individu-individunya tersebar teratur di lokasi penyebarannya, 2) bentuk random, di mana individu-individu tersebar secara sembarangan di daerah tersebut, 3) berkelompok (*clump*), di mana individu-individu selalu mengelompok dan jarang ditemukan sendiri-sendiri. Faktor fisika-kimia tanah walaupun berdekatan tidak persis sama, demikian juga tersedianya makanan bagi hewan tanah di sana, dan ikut menentukan hewan tanah kebanyakan hidup berkelompok. Distribusi suatu jenis di komunitasnya dapat memberikan gambaran hubungan antar jenis, dan bentuk distribusi suatu hewan di habitatnya sangat menentukan cara pengambilan contoh dan metoda analisis datanya. Perubahan bentuk distribusi suatu jenis hewan sering berhubungan dengan adanya perubahan dari ukuran populasinya. Adanya kompetisi, tingkat kematian tinggi misalnya, akan menurunkan ukuran populasi, dan bentuk distribusinya akan berubah dari bentuk yang berkelompok menjadi lebih random. Kepadatan populasi suatu jenis kelompok hewan tanah dapat dinyatakan dalam bentuk jumlah per unit. Kebanyakan hewan di alam distribusinya mengelompok, yang mana mereka memilih hidup pada habitat yang paling sesuai baginya, baik sesuai dengan faktor fisika-kimia tanah maupun ketersediaan makanan (Suin 2012).

Komunitas hewan tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan yaitu faktor biotik dan faktor abiotik. Kedua faktor ini sangat menentukan komposisi hewan yang hidup di suatu habitat. Perubahan vegetasi akan sangat berpengaruh terhadap komposisi faunanya. Perbedaan distribusi dan kelimpahan hewan ini

terutama adalah pengaruh dari perbedaan faktor fisika lingkungan (Suin dalam Elya 2008).

2. Keanekaragaman

Keanekaragaman adalah variabilitas antar makhluk hidup dari semua sumber daya, termasuk di daratan, ekosistem-ekosistem perairan, dan kompleks ekologis termasuk juga keanekaragaman dalam spesies dan ekosistemnya (Arief 2001). Semakin tinggi keanekaragaman makrofauna tanah pada suatu tempat, maka semakin stabil ekosistem di tempat tersebut (Rahmawaty 2000).

Menurut Sugianto (1994) dalam Partaya (2002) bahwa suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi jika komunitas itu disusun oleh banyak jenis dengan kelimpahan yang sama atau hampir sama. Salah satu faktor yang memengaruhi keragaman dan kepadatan populasi fauna tanah adalah jenis vegetasi penutup lahan. Collembola dan Acarina merupakan kelompok yang paling banyak dalam kelompok dan komunitasnya (Widyastuti 2004).

Diversitas atau keragaman merupakan salah satu konsekuensi dari zonasi (pewilayahan), mungkin ada sebuah gradasi perubahan, seperti habitat yang menjadi lebih kering dengan elevasi atau jarak yang jauh dari sumber air. Perbedaan area atau zona memiliki hewan-hewan dan tumbuh-tumbuhan yang berbeda menurut kondisinya masing-masing yang berkisar dari basah sampai dengan kering atau variabel lain seperti pancaran sinar matahari (Hickman & Susan 2002).

Keanekaragaman hayati (biodiversitas) adalah jumlah jenis yang dapat ditinjau dari tiga tingkat sebagai berikut:

1. Pada tingkat gen dan kromosom yang merupakan pembawa sifat keturunan.
2. Pada tingkat jenis yaitu berbagai golongan makhluk yang mempunyai susunan gen tertentu.
3. Pada tingkat ekosistem atau ekologi yaitu tempat jenis itu melangsungkan kehidupannya dan berinteraksi dengan faktor biotik dan abiotik.

Melalui evolusi yang terus menerus terjadi pula kepunahan. Bila jenis baru terjadi lebih banyak dari kepunahan maka keanekaragaman hayati bertambah.

Sebaliknya, jika kepunahan terjadi lebih banyak dari terbentuknya jenis baru, maka keanekaragaman hayati akan menurun, untuk pelestarian lingkungan, keanekaragaman hayati merupakan sumber daya alam hayati karena:

- 1) Merupakan bagian dari mata rantai tatanan lingkungan atau ekosistem,
- 2) Mampu merangkai satu unsur dengan unsur tatanan yang lain,
- 3) Dapat menunjang tatanan lingkungan itu sehingga menjadikan lingkungan alam ini suatu lingkungan hidup yang mampu memberikan kebutuhan makhluk hidupnya (Djamal 2003).

Diversitas biologi mencakup tiga konsep di antaranya:

- 1) Diversitas Gen: jumlah karakteristik gen, kadang-kadang mencakup spesies spesifik, sub spesies atau grup spesies.
- 2) Diversitas Habitat: diversitas habitat dalam unit area yang ditemukan.
- 3) Diversitas Spesies yang mana mencakup tiga aspek, yaitu:
 - a. Kekayaan Spesies = jumlah total spesies
 - b. Kerataan Spesies = kelimpahan relatif spesies
 - c. Dominansi Spesies = spesies yang paling berlimpah (Botkin & Edward 2000).

Arthropoda tanah berperan penting dalam perbaikan kesuburan tanah. Arthropoda berperan dalam dekomposisi bahan organik tanah untuk penyediaan unsur hara. Umumnya keberadaan fauna tanah pada lahan yang tidak terganggu seperti padang rumput, hal ini dikarenakan siklus hara berlangsung secara kontinyu (Rahmawaty 2004).

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi kelimpahan Arthropoda tanah antara lain serasah, suhu dan kelembaban relatif. Faktor lingkungan berperan sangat penting dalam memengaruhi struktur dan komposisi komunitas Arthropoda. Faktor biotik dan abiotik bekerja bersamaan dalam suatu ekosistem, menentukan diversitas, kelimpahan, dan komposisi Arthropoda. Tingginya jumlah individu Arthropoda tanah ini memengaruhi tingginya indeks diversitas Shannon-Weiner. Kelimpahan Arthropoda yang tinggi ini terjadi karena di lahan transisi terdapat banyak serasah tumbuhan bawah. Penyebaran *Formicidae* ditentukan oleh makanan, sedangkan keberadaan *Collembola* berhubungan dengan adanya serasah di suatu lahan (Falahudin *et al.* 2011).

Kelimpahan Arthropoda tanah juga dipengaruhi vegetasi di atasnya. Vegetasi menghasilkan serasah yang menjadi sumber makanan bagi Arthropoda tanah. Ketersediaan makanan berupa tumbuhan yang sekaligus digunakan sebagai tempat berlindung merupakan faktor penting yang mendukung kehidupan, kelimpahan dan perkembangbiakan spesies Arthropoda pemakan tumbuhan. Vegetasi akan memengaruhi kehidupan dari Arthropoda, terutama vegetasi tumbuhan penutup tanah yang berupa semak dan perdu akan memengaruhi kelimpahan dan keberagaman Arthropoda tumbuhan penutup tanah (Surya 2011).

Menurut Suwondo (2002) apabila nilai koefisien indeks keanekaragamannya lebih dari 3 maka laju dekomposisi yang terjadi tinggi, apabila nilai koefisien indeks keanekaragamannya antara 1 sampai 3 maka laju dekomposisi yang terjadi sedang dan bila nilai koefisien indeks keanekaragamannya kurang dari 1 maka laju dekomposisi yang terjadi rendah.

3. Makrofauna Tanah

Tanah di dalamnya terdapat berbagai jenis biota tanah, antara lain mikroba (bakteri, fungi, aktinomisetes, mikroflora, dan protozoa) serta fauna tanah. Masing-masing biota tanah mempunyai fungsi yang khusus, keanekaragaman biota dalam tanah dapat digunakan sebagai indikator biologis kualitas tanah. Kelompok fauna tanah yang menguntungkan antara lain yang berperan sebagai: (1) saprofagus, yaitu fauna pemakan sisa-sisa organik sehingga mempercepat proses dekomposisi dan mineralisasi serta meningkatkan populasi mikroba tanah; (2) geofagus, yaitu fauna pemakan campuran tanah dan sisa organik, yang secara tidak langsung dapat meningkatkan porositas, membantu penyebaran hara, memperbaiki proses hidrologi tanah, dan meningkatkan pertukaran udara di dalam tanah; dan (3) predator, yaitu fauna pemakan organisme pengganggu sehingga berperan sebagai pengendali populasi hama penyakit tanaman. Biota tanah memegang peranan penting dalam siklus hara di dalam tanah, sehingga dalam jangka panjang sangat memengaruhi keberlanjutan produktivitas lahan. Salah satu biota tanah yang berperan sebagai saprofagus maupun geofagus adalah cacing tanah (Tim Sintesis Kebijakan 2008).

Mikroorganisme dan fauna tanah menciptakan jaring-jaring makanan dalam tanah. Hal ini merupakan gambaran peranan utamanya dalam ekosistem adalah melalui berbagai cara seperti mendaur ulang bahan organik dari tumbuhan di atas permukaan tanah sebagai dasar jaring-jaring makanan. Anggota jaring-jaring makanan dalam tanah adalah mikroba (fungi dan bakteri) di samping itu ada beberapa spesies hewan yakni mikrofauna, mesofauna dan makrofauna (Yulipriyanto 2010).

Kelompok fauna tanah sangat banyak dan beraneka ragam, mulai dari Protozoa, Rotifera, Nematoda, Annelida, Mollusca, Arthropoda, hingga Vertebrata. Hewan tanah dapat pula dikelompokkan atas dasar ukuran tubuhnya, kehadirannya di tanah, habitat yang dipilihnya, dan kegiatan makannya. Berdasarkan ukuran tubuhnya fauna-fauna tanah tersebut dikelompokkan atas mikrofauna, mesofauna, dan makrofauna. Ukuran mikrofauna berkisar antara 20 sampai 200 mikron, mesofauna 200 mikron sampai dengan satu sentimeter, dan makrofauna lebih dari satu sentimeter ukurannya (Suin 2012). Menurut Hanafiah (2007) fauna tanah dibagi menjadi:

1. Mikrofauna adalah hewan yang mempunyai ukuran tubuh sekitar 0,2 mm, contohnya Protozoa, Nematoda yang menjadi mikropredator bagi mikroorganisme lain serta menjadi parasit pada tanaman.
2. Mesofauna adalah hewan yang mempunyai ukuran tubuh berkisar antara 0,2-2 mm, contohnya adalah Mikroarthropoda, Collembola, Acarina, Termites, Oligochaeta, dan Enchytraeidae yang menjadi pengurai utama serasah atau bahan organik lain.
3. Makrofauna adalah hewan yang mempunyai ukuran tubuh berkisar antara 2-20 mm, yang terdiri dari herbivora (pemakan tanaman), dan karnivora (pemakan hewan kecil). Contoh Arthropoda yaitu *Crustacea* seperti kepiting, *Chilopoda* seperti kelabang, *Diplopoda* seperti kaki seribu, *Arachnida* seperti laba-laba, kalajengking, dan serangga (*Insekta*) seperti kumbang, rayap, lalat, jangkrik, lebah, semut, serta hewan-hewan kecil lain yang bersarang dalam tanah.

4. Megafauna adalah hewan yang mempunyai ukuran tubuh berkisar antara 20-200 mm, contohnya adalah Megascolicidae, invertebrata besar lainnya yang dapat mengubah struktur tanah akibat pergerakan dan perilaku makan.

Pengelompokkan fauna tanah berdasarkan ukuran tubuh juga dapat dikelompokkan atas dasar habitat yang dipilihnya dan kegiatan makannya. Berdasarkan habitatnya fauna tanah ada yang digolongkan:

1. Epigeon (hidup pada lapisan tumbuh-tumbuhan di permukaan tanah),
2. Hemiedafon (hidup pada lapisan organik tanah), dan
3. Euedafon (hidup pada tanah lapisan mineral) (Suin 2012).

Hewan-hewan yang hidup di dalam tanah ada yang hanya tinggal sementara (sebagai pengunjung) adapula yang sifatnya menetap (*permanent resident*). Beberapa di antaranya ada yang tinggal dalam liang-liang tanah, lainnya menghuni liang-liang tanah, ada pula yang tinggal pada fase cair tanah. Hewan-hewan tanah ada yang makannya tanaman, hewan lain, fungi, bakteri dan lainnya memangsa bahan-bahan sisa. Berdasarkan cara makan dan yang dimakan, maka hewan tanah mempunyai pengaruh ekologis yang kuat. Serangga herbivora dan moluska menambah bahan-bahan organik tanah; demikian pula serangga, Arachnida dan cacing tanah yang mengkonsumsi kotoran hewan atau serasah tumbuhan mencampurnya dengan tanah. Sementara nematoda dan serangga memarasit tanaman mengurangi produktivitas tanah (Jumar 2000).

Salah satu fauna tanah yang dianggap paling familier adalah moluska (bekicot, keong, dan sebagainya), sementara yang paling beragam adalah kelompok Arthropoda seperti tungau, kaki seribu, ekor pegas, serangga dan larvanya. Tanah yang di dalamnya memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, kesuburan tanah tinggi, serta kondisi kelembaban yang ideal, cacing tanah mungkin mewakili biomassa sebagian besar dari biomassa hewan tanah. Fauna-fauna tanah cenderung mati atau bermigrasi jika menghadapi situasi dan kondisi tanah yang buruk (Yulipriyanto 2010).

Makrofauna tanah mempunyai peranan penting dalam dekomposisi bahan organik tanah dalam penyediaan unsur hara. Makrofauna akan meremah-remah substansi nabati yang mati, kemudian bahan tersebut akan dikeluarkan dalam

bentuk kotoran (Rahmawaty 2004). Makrofauna tanah merupakan bagian dari biodiversitas tanah yang berperan penting dalam perbaikan sifat fisik, kimiawi, dan biologis tanah melalui proses "imobilisasi" dan "humifikasi", dalam dekomposisi bahan organik, makrofauna tanah lebih banyak berperan dalam proses fragmentasi (*comminusi*) serta memberikan fasilitas lingkungan (mikrohabitat) yang lebih baik bagi proses dekomposisi lebih lanjut yang dilakukan oleh kelompok mesofauna dan mikrofauna tanah serta berbagai jenis bakteri dan fungi (Lavelle *et al.* 1994 dalam Sugiyarto 2008).

Fauna tanah yang jumlahnya banyak mempunyai variasi dalam hal cara makan atau mencari mangsa, strategi sejarah hidup dan distribusinya. Spesies hewan tanah berbeda-beda berdasarkan faktor abiotik (kelembaban tanah, ketersediaan makanan dan kekeringan, dan menentukan distribusi fauna tanah secara spatial dan temporal. Bila kondisi tanah tak baik fauna tanah juga mempunyai kemampuan untuk menyesuaikan diri (Yulipriyanto 2010).

Makalew (2001) menjelaskan bahwa faktor lingkungan yang dapat memengaruhi aktivitas organisme tanah yaitu, iklim (curah hujan, suhu), tanah (kemasaman, kelembaban, suhu tanah dan hara), dan vegetasi (hutan dan padang rumput) serta cahaya matahari. Cahaya memengaruhi kegiatan biota tanah, yakni memengaruhi distribusi dan aktivitas organisme yang berada di permukaan tanah, pada tanah tanpa penutup tanah, serta di permukaan batuan. Cahaya merupakan sumber energi pada komponen fotoautotropik biota tanah. Jumar (2000) menyebutkan berdasarkan responnya terhadap cahaya, makrofauna tanah ada yang aktif pada pagi, siang, sore, dan malam hari. Sugiyarto (2000) menjelaskan bahwa kebanyakan makrofauna permukaan tanah aktif di malam hari. Selain terkait dengan penyesuaian proses metabolismenya, respon makrofauna tanah terhadap intensitas cahaya matahari lebih disebabkan oleh aktivitas menghindari pemangsaan dari predator, dengan pergerakan yang umumnya lambat, maka kebanyakan jenis makrofauna tanah aktif atau muncul ke permukaan tanah pada malam hari.

Organisme tanah tinggal di lapisan *litter* (serasah organik) atau lapisan permukaan tanah, horizon tanah yang lebih dalam atau bergerak melalui tanah.

Distribusi vertikal dan horizontal tanah biasanya dibatasi oleh temperatur, kandungan air dan tekstur tanah. Kandungan bahan organik mengendalikan proses-proses biotik tanah. Distribusi organisme tanah dan hubungan eratnya dengan pori tanah, partikel tanah dan akar tanaman (Yulipriyanto 2010).

Formicidae merupakan salah satu anggota dari kelompok Hymenoptera yang memiliki kebiasaan hidup berkoloni, sehingga saat dilakukan pencuplikan terutama dengan menggunakan metode *Pitfall trap* maka akan diperoleh jumlah yang banyak setiap kali pencuplikan (Cheli *et al.* 2010).

4. Tanah sebagai Ekosistem

Tanah adalah salah satu habitat yang sangat beragam di muka bumi dan berisi organisme hidup yang sangat beragam. Tanah secara umum tersusun oleh senyawa anorganik, organik, udara dan air, mengandung bagian yang terbentuk jasad hidup yang secara umum tersusun oleh mikroorganisme. Tanah terdiri dari empat komponen utama, yaitu bahan mineral, bahan organik, air dan udara. Bahan mineral banyaknya kurang lebih 45% dari keseluruhan volume bahan penyusun tanah yang mineralnya serta bahan organiknya 20% atau lapisan permukaannya berisi bahan organik lebih tebal dari 30%. Tanah yang subur mengandung bermacam-macam lebih banyak organisme, dan kebanyakan ditemukan pada lapisan permukaan atas tanah. Jumlah mikroorganisme akan semakin berkurang dengan semakin dalamnya lapisan tanah. Suatu tanah yang aerasinya baik mengandung lebih banyak organisme dari pada tanah yang kekurangan oksigen. Jumlah dan macam organisme dalam tanah tergantung dari keadaan alami tanah, kedalaman, musim dalam setiap tahunnya, bentuk pengusahaan tanah, reaksi tanah, jumlah bahan organik, suhu, dan kelembaban (Yulipriyanto 2010).

Dwiastuti (2013) menyatakan bahwa tanah bersifat sangat penting bagi kehidupan, sehingga perlindungan kualitas dan kesehatan tanah perlu dijaga, namun banyak faktor yang dapat menurunkan kualitas dan kesehatan tanah tersebut. Faktor yang memengaruhi kualitas tanah pada bagian fisiknya adalah tekstur tanah, bahan organik, drainase, topografi dan iklim, sedangkan yang

memengaruhi pada bagian pengolahannya adalah intensitas pengolahan, penambahan bahan organik, dan aktivitas mikrobia.

Akar-akar tanaman mengeksploitasi tanah, memangsa organisme tanah yang lain dengan materi organik yang berasal dari proses fotosintesis dan dikirimkan ke mikroorganisme tanah melalui berbagai proses. Mikroorganisme yang dekat dengan perakaran tanaman memangsa ekskresi akar berupa materi organik pula, dan yang lain menginvasi akar-akar tanaman. Mikroorganisme yang lain bersama dengan serasah yang jatuh di permukaan tanah sering membentuk horizon serasah yang jatuh di permukaan tanah. Hewan-hewan tanah meliputi hewan-hewan mamalia yang membuat rongga-rongga tanah dan reptil, dan hewan-hewan tanah dalam jumlah banyak adalah dari kelompok serangga dan nematoda serta hewan-hewan lain yang ukurannya lebih kecil hidup di serasah-serasah, membentuk liang-liang atau menginvestasi akar tanaman. Praktik pengelolaan pertanian dalam arti luas berdampak pada fungsi biologik tanah, sebab: 1) merusak habitat mikroorganisme, 2) menambah atau memindahkan sumber makanan, 3) secara langsung menambah atau membunuh organisme tanah. Bahan organik tanah merupakan penimbunan, tersusun sebagian dari sisa-sisa dan sebagian dari pembentukan baru dari sisa-sisa tumbuhan dan hewan. Bahan ini sifatnya tidak stabil atau mantap, dan mengalami serangan dari jasad mikroorganisme tanah. Bahan organik yang terdapat dalam tanah hanya sedikit kurang lebih 3-5% dari berat tanah dalam *top soil* tanah mineral yang mewakili. Bahan ini mempunyai peranan yang besar terutama sebagai sumber tenaga yang utama bagi mikroorganisme dalam tanah, di samping berperan bagi kehidupan tanaman atau tumbuhan (Yulipriyanto 2010).

Lingkungan tanah merupakan lingkungan yang terdiri dari lingkungan abiotik dan lingkungan biotik. Kedua lingkungan ini menghasilkan suatu wilayah yang dapat dijadikan sebagai habitat bagi beberapa jenis makhluk hidup, salah satunya adalah makrofauna tanah. Tanah dapat didefinisikan sebagai medium alami untuk pertumbuhan tanaman yang tersusun atas mineral, bahan organik, dan organisme hidup. Kegiatan biologis seperti pertumbuhan akar dan metabolisme

mikroba dalam tanah berperan dalam membentuk tekstur dan kesuburannya (Rao 1994 dalam Rahmawaty 2004).

Lingkungan hidup hewan adalah segala sesuatu yang ada di sekeliling hewan saat beraktivitas, berinteraksi dan beradaptasi. Lingkungan hewan pada dasarnya merupakan totalitas dari beraneka faktor biotik dan abiotik. Faktor abiotik misalnya: tanah, udara, ruang, medium atau substrat atau tempat menempel hewan, cuaca dan iklim. Faktor biotik misalnya hewan lain baik sesama spesies maupun berlainan spesies, tumbuhan dan mikroba yang terdapat di sekitar hewan (Sukarsono 2009).

Pengaruh langsung dari iklim terhadap hewan pada umumnya kecil. Biasanya iklim mempunyai pengaruh tidak langsung terhadap hewan melalui tanaman-tanaman sebagai sumber pakan untuk kebanyakan hewan, bahkan hewan pemakan daging (karnivora), bergantung pada adanya hewan pemakan tanaman (herbivora), sedangkan tanaman sendiri bergantung pada iklim yang terdapat pada daerah tersebut. Insekta adalah binatang berdarah dingin dan mempunyai suhu tubuh yang bergantung pada lingkungan, biasanya insekta relatif tidak dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang ekstrim. Namun, hewan yang dapat terbang dengan jarak jauh, seperti belalang bergantung pada keadaan cuaca (Tjasyono 2004).

A. Faktor-Faktor Biotik

Keberadaan suatu organisme dalam suatu ekosistem dapat memengaruhi keanekaragaman. Berkurangnya jumlah jenis maupun populasi dalam suatu ekosistem dapat mengurangi indeks keanekaragamannya. Faktor biotik ini akan memengaruhi jenis fauna yang dapat hidup di habitat tersebut, karena ada hewan-hewan tertentu yang hidupnya membutuhkan perlindungan yang dapat diberikan oleh kanopi dari tumbuhan tersebut.

1) Pertumbuhan populasi

Pertumbuhan populasi pada dasarnya dipengaruhi oleh dua hal utama yaitu penambahan dan pengurangan jumlah anggota populasi, di mana penambahan ditentukan oleh dua hal yaitu imigran dan kelahiran, sedangkan pengurangan

anggota populasi dapat terjadi lewat emigran dan kematian. Pertumbuhan populasi yang cepat mengakibatkan tingginya jumlah anggota populasi, hal ini mengakibatkan populasi tersebut mendominasi komunitas. Adanya dominasi dari suatu populasi menyebabkan adanya populasi lain yang terkalahkan, selanjutnya terjadi pengurangan populasi penyusun komunitas. Berkurangnya populasi penyusun komunitas berarti mengurangi pula keanekaragaman komunitas tersebut. Selain itu masa perkembangan dan tingkat produktivitas dari setiap jenis hewan tidak sama masanya, pada waktu masa reproduktif maka jumlah individu dalam populasi tersebut banyak, sedangkan pada waktu tidak reproduktif maka jumlahnya sedikit. Adanya masa reproduksi yang berbeda itu mengakibatkan bervariasinya jumlah anggota penyusun populasi, hal ini dapat memengaruhi nilai pemerataan dan kekayaan populasi dan pada akhirnya juga memengaruhi keanekaragamannya.

2) Interaksi antar spesies

Suatu komunitas ataupun ekosistem terdapat faktor pembatas berupa keterbatasan sumberdaya, baik berupa makanan, maupun tempat hidup, di dalam komunitas maupun ekosistem terjadi interaksi anggota penyusun populasi. Interaksi antar spesies ini meliputi kompetisi dan pemangsaan.

3) Kompetisi

Distribusi hewan yang berkecenderungan untuk mengelompok mengakibatkan semakin besarnya kompetisi, baik antar anggota populasi itu sendiri maupun dengan anggota populasi lainnya. Penyebaran hewan secara berkelompok dapat meningkatkan kompetisi. Adanya kompetisi pada serangga tanah dapat menyebabkan penambahan dan pengurangan jenis maupun jumlah penyusun komunitas yang akhirnya memengaruhi keanekaragaman komunitas tersebut (Campbell 2004).

B. Faktor-Faktor Abiotik

Keberadaan fauna tanah sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor abiotik yang memengaruhi adalah tekstur tanah, struktur tanah dan faktor kimia

antara lain pH, salinitas, kadar bahan organik dan unsur mineral tanah (Nusroh 2007).

1) Sifat Kimia Tanah

Sifat-sifat kimia tanah yang perlu diketahui adalah sebagai berikut:

a) Kelembaban

Kelembaban tanah atau biasa disebut kadar air tanah dapat ditetapkan secara langsung melalui pengukuran perbedaan berat tanah (disebut metode gravimetri) dan secara tidak langsung melalui pengukuran sifat-sifat lain yang berhubungan erat dengan air tanah (Gardner 1986 dalam Hermawan 2005).

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara. Kelembaban udara penting untuk diketahui karena dengan mengetahui kelembaban udara dapat diketahui seberapa besar jumlah atau kandungan uap air yang ada. Jika besarnya kandungan uap air yang ada melebihi atau kurang dari kebutuhan yang diperlukan, maka akan menimbulkan gangguan atau kerusakan (Anggraini *et al.* 2003).

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara, merupakan faktor ekologis yang penting karena memengaruhi aktivitas organisme dan membatasi penyebarannya. Kelembaban udara penting untuk diketahui karena dengan mengetahui kelembaban udara dapat diketahui seberapa besar jumlah atau kandungan uap air yang ada. Kelembaban udara semakin tinggi jika intensitas cahaya semakin rendah (Sulandjari *et al.* 2005).

Keadaan iklim terutama suhu dan curah hujan sangat memengaruhi banyaknya nitrogen dan bahan organik yang terdapat di dalam tanah, dari iklim yang lebih panas ke iklim yang lebih dingin, bahan organik dan nitrogen dari tanah yang dibandingkan, cenderung untuk naik dan pada waktu yang bersamaan perbandingan C dan N mengalami kenaikan. Umumnya dekomposisi bahan organik dipercepat di daerah beriklim panas, sedangkan di daerah dingin diperlambat, di dalam lingkungan yang mempunyai kelembaban dan vegetasi yang dapat dibandingkan sama, total rata-rata bahan organik dan nitrogen naik dari dua sampai tiga kali setiap suhu rata-rata tahunan turun 10°C. Kelembaban efektif tanah juga memengaruhi pengendalian penimbunan bahan organik dan

nitrogen di dalam tanah, pada umumnya di bawah keadaan yang dapat dibandingkan jumlah nitrogen dan bahan organik naik dengan bertambah besarnya kelembaban efektif, dan pada saat yang sama perbandingan C dengan N juga menjadi lebih besar (Yulipriyanto 2010).

Banyak jenis fauna tanah mempunyai batas toleransi sempit terhadap kelembaban. Jika kondisi kelembaban lingkungan sangat tinggi hewan dapat mati atau bermigrasi ke tempat lain. Kondisi yang kering kadang-kadang juga mengurangi adanya jenis tertentu karena berkurangnya populasi, di samping itu kelembaban juga mengontrol berbagai macam hewan antara lain aktivitas bergerak dan makan (Susanto 2000).

b) pH tanah

Reaksi kimia dinyatakan dengan pH, yang mempunyai kisaran 0-14. Reaksi kimia berpengaruh terhadap keadaan fisik dan kimia tanah, yang penting bagi kelangsungan hidup organisme tanah. pH tanah menerangkan keasaman dan kebasaan dalam sistem cair. Air (H_2O) terdiri dari muatan molekul atau ion hidrogen (H^+) dan hidroksida (OH^-), di dalam air selalu ada ion-ion yang tidak dikombinasi dalam molekul air. Jumlah air murni jumlah H^+ dan OH^- sama dan pada sistem tersebut memiliki pH 7, dan sistem ini pH-nya dianggap netral. Bila suatu sistem memiliki kelebihan ion H^+ dinamakan asam. Bila kelebihannya ion OH^- maka sistem tersebut adalah alkali. Keasaman tanah penting karena menentukan kelarutan mineral tanah, dan memengaruhi berbagai proses mikroorganisme seperti dekomposisi bahan organik dan fiksasi nitrogen. Beberapa mineral tanah mengandung unsur hara, dan hara ini mungkin tersedia bagi pertumbuhan tanaman bila pH-nya dalam rentang yang sesuai. Angka pH tanah adalah angka yang diperoleh dari pengukuran reaksi tanah aktif. Ada yang sangat asam (pH= 5,5-6,5); netral (pH= 6,5-7,5) dan basa (pH= 8,5-9) (Yulipriyanto 2010).

Fluktuasi nilai pH tanah dapat disebabkan oleh variasi komposisi vegetasi tegakan. Nilai pH tanah tersebut dapat dikaitkan dengan kandungan bahan organik tanah. Dekomposisi bahan organik cenderung meningkatkan keasaman tanah akibat asam-asam organik yang dihasilkan (Killham 1994 dalam Malakew 2001).

Dekomposisi bahan organik tanah tersebut dilakukan oleh mikroorganisme, sekresi akar, atau oksidasi dari bahan anorganik (Fao 2009). Kategori kemasaman atau kealkalian contoh tanah dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Kategori kemasaman atau kealkalian tanah

No	Kategori Kemasaman atau Kealkalian	Kisaran Besaran pH
1	Luar biasa masam	<4,4
2	Sangat masam	4,5-5,0
3	Masam	5,1-5,5
4	Cukup masam	5,6-6,0
5	Agak masam	6,1-6,5
6	Netral	6,6-7,3
7	Agak alkalin	7,4-7,8
8	Cukup alkalin	7,9-8,4
9	Sangat alkalin	8,5-9,0
10	Luar biasa alkalin	>9,0

Sumber: Purwowidodo 2005.

Menurut Suin (2012) ada hewan tanah yang dapat hidup pada tanah yang pH-nya asam dan basa, yaitu Collembola. Collembola yang memilih hidup pada tanah yang asam disebut Collembola golongan *acidofil*, Collembola yang hidup pada tanah yang basa disebut dengan Collembola *kalsinofil*, sedangkan yang dapat hidup pada tanah yang asam dan basa disebut Collembola golongan *Inddifferen*.

Cacing tanah sangat sensitif terhadap kadar keasaman, yang dianggap sebagai faktor pembatas dalam penyebaran dan menentukan jumlah cacing tanah di suatu daerah (Martala & Maya 2014).

c) Bahan Organik Tanah

Tanah olahan mengandung bahan organik kira-kira 1-5%, yang sebagian besar terdapat pada kedalaman 25 cm (10 inci). Namun jumlah yang sedikit itu ternyata mampu memodifikasi sifat-sifat fisik tanah (melalui agregasi tanah), dan dengan kuat memengaruhi sifat-sifat biologi (pertumbuhan tanaman) dan kimianya (sumber unsur hara). Sejumlah unsur hara seperti N, P, S, Mo, Cu, Zn dan B mungkin terkandung dalam bahan organik tanah, sebagai akibatnya ketersediaannya tergantung pada proses dekomposisi bahan organik, sementara dekomposisi bahan organik sangat tergantung dari aerasi, dan kelembaban dan sisanya dekomposisi akan meningkat dengan naiknya suhu (Yulipriyanto 2010).

Kandungan bahan organik dalam tanah pada umumnya hanya menunjukkan kadar persentase yang sedikit saja, namun demikian peranannya tetap besar dalam memengaruhi sifat fisika dan kimiawi tanah. Menurut Brady, sifat fisika yang dipengaruhi antara lain: kemantapan agregat tanah, dan selain itu sebagai penyedia unsur-unsur hara, tenaga maupun komponen pembentuk tubuh jasad renik dalam tanah (Sutejo 2005).

Bahan organik adalah cadangan nitrogen yang penting, dapat memperbaiki persediaan fosfor dan sulfur tanah, melindungi tanah dari erosi, menyediakan substansi semacam semen untuk pembentukan agregat tanah yang diinginkan, dan memperbaiki aerasi dan pergerakan air. Bahan organik tanah terdiri dari fraksi-fraksi yang berbeda antara lain: 1) sisa-sisa tanaman yang melapuk sebagian umumnya dalam bentuk partikel tidak dapat dikenali sebagai bahan organik, 2) mikroorganisme dan mikroflora yang terlibat dalam dekomposisi, 3) produk pertumbuhan dan dekomposisi mikroorganisme (meliputi fraksi terlarut dan polisakarida), 4) humus (koloid bahan organik) yang merupakan produk humifikasi, 5) bagian atas tanah (sisa-sisa tanaman dan atau bahan yang dipanen diameter <2 cm, masih dapat dikenali sebagai daun atau potongan-potongan serasah) dan di bawah permukaan tanah (berupa akar halus yang sudah mati, atau disebut sebagai *necroses*) tidak dihitung sebagai bahan organik tetapi penting sekali (Yulipriyanto 2010).

Material organik tanah sendiri merupakan sisa tumbuhan dan hewan dari organisme tanah, baik yang telah terdekomposisi maupun yang sedang mengalami dekomposisi. Material organik tanah yang tidak terdekomposisi menjadi humus yang warnanya coklat sampai hitam, dan bersifat koloidal. Material organik tanah juga sangat menentukan kepadatan populasi organisme tanah. Fauna tanah golongan saprofit hidupnya tergantung pada sisa daun yang jatuh. Komposisi dan jenis serasah daun itu menentukan kepadatan fauna tanah yang dapat hidup di sana, dan banyaknya serasah itu menentukan kepadatan fauna tanah. Fauna tanah golongan lainnya tergantung pada kehadiran fauna tanah saprofit itu, yaitu serangga tanah karnivora di mana makanannya adalah jenis fauna tanah lainnya termasuk saprofit, sedangkan fauna tanah yang tergolong karnivora memakan

sisia atau kotoran saprofit dan karnivora. Organisme yang tergolong mikroflora seperti jamur dan bakteri tergantung pada serasah dan Arthropoda tanah. Bersama-sama dengan Arthropoda tanah, mikroflora seperti jamur, aktinomisetes, dan bakteri mendekomposisi serasah, mikroflora tanah juga sangat bergantung pada kadar material organik tanah sebagai penyedia energi bagi kehidupannya. Semakin bertambahnya kedalaman, kandungan bahan organik tanah mulai berkurang sehingga sangat menentukan keberadaan hewan tanah (Suin 2012).

Dwiastuti (2013) menyatakan bahwa tanah bersifat sangat penting bagi kehidupan, sehingga perlindungan kualitas dan kesehatan tanah perlu dijaga, namun banyak faktor yang dapat menurunkan kualitas dan kesehatan tanah tersebut. Faktor yang memengaruhi kualitas tanah pada bagian fisiknya adalah tekstur tanah, bahan organik, drainase, topografi dan iklim, sedang yang memengaruhi pada bagian pengolahannya adalah intensitas pengolahan, penambahan bahan organik, aktivitas mikrobia dan peran cacing tanah sebagai makrofauna tanah berperan penting dalam ekosistem yang berhubungan dengan siklus hara dan aliran energi karena organisme ini melakukan proses pelapukan bahan organik dan akhirnya memberikan kontribusi pada faktor kesehatan tanah. Aktivitas cacing tanah dapat mengubah struktur tanah, aliran air tanah, dinamika hara dan pertumbuhan tanaman, keberadaannya tidak penting bagi sistem tanah yang sehat tetapi merupakan "*bioindikator*" dari tanah yang sehat sehingga cacing tanah ini mempunyai fungsi menguntungkan bagi ekosistem. Aktivitas cacing tanah yang hidup di dalam tanah dapat berupa aktivitas makan, pembuatan *casting* dan aktivitas membuat liang (*burrowing*). Cacing tanah memakan sisa-sisa tanaman atau serasah setelah terlebih dulu dilunakkan oleh mikroorganisme.

Tingginya bahan organik dalam tanah akan menyebabkan aktivitas dan populasi cacing tanah meningkat, terutama yang berkaitan dengan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Cacing tanah mengurai bahan organik 3-5 lebih cepat dibandingkan proses penguraian sampah secara alami (Hatta 2010).

2) Sifat Fisik Tanah

Ditinjau dari sifat fisiknya, tanah adalah benda alami yang bersifat kompleks, heterogen, tersusun dari tiga fase yaitu fase padat (butir-butir bahan anorganik dan lapukan bahan organik); fase gas (udara); dan fase cair (air tanah). Bagian padat terdiri dari bahan anorganik dan bahan organik. Bagian gas adalah udara tanah, sedang bagian cair adalah tanah yang mengandung bahan-bahan terlarut di dalamnya. Beberapa sifat fisik tanah yaitu: struktur tanah, tekstur tanah, warna tanah, dan temperatur tanah (Yulipriyanto 2010).

a) Struktur Tanah

Struktur tanah adalah susunan butir-butir tanah primer dan agregat primer tanah yang secara alami menjadi bentuk tertentu yang dibatasi oleh bidang-bidang yang disebut agregat. Struktur tanah dikatakan baik, apabila di dalamnya terdapat ruang pori-pori, yang berarti bahwa dalam agregat tanah itu terdapat ruang pori-pori yang dapat diisi air dan udara dan sekaligus mantap keadaannya. Bentuk struktur dapat berkembang dari keadaan yang tidak berstruktur atau berbutir tunggal dan pejal atau masif sehingga suatu profil tanah tertentu bisa berdiri dari suatu pola struktur tunggal. Beberapa macam struktur tanah di antaranya struktur tunggal yang meliputi struktur butir tunggal, struktur pejal, sedang yang berstruktur gabungan meliputi struktur kubus, struktur tiang prismatic, struktur tipe lempeng dan sebagainya (Yulipriyanto 2010).

b) Tekstur Tanah

Tekstur tanah adalah perbandingan kandungan partikel tanah primer berupa fraksi liat, debu dan pasir dalam suatu massa tanah, dengan demikian sifat fisik ini berorientasi pada besarnya butir-butir mineral, terutama pada perbandingan relatif berbagai golongan dari tanah tertentu. Fraksi pasir mempunyai diameter 0,2-0,02 mm; fraksi debu 0,02-0,002 mm dan fraksi liat lebih kecil dari 0,002 mm (pembagian tekstur tanah menurut Sistem Internasional). Tekstur tanah tidak dapat diubah dan dipandang sebagai sifat dasar tanah. Tekstur tanah memengaruhi persentase humus dan nitrogen, misalnya tanah pasir umumnya lebih sedikit mengandung bahan organik dan nitrogen dari pada tanah yang bertekstur halus. Hal ini disebabkan karena tanah yang bertekstur pasir mempunyai kelengasan

rendah, mudah terjadi oksidasi, secara alami penambahan sisa-sisa tanaman lebih sedikit. Tekstur tanah ditentukan oleh jumlah relatif berbagai ukuran partikel yang menyusun tanah. Partikel tanah dibagi dalam tiga kategori, partikel yang paling halus, kemudian debu dan pasir. Proporsi pasir, debu dan liat menentukan tekstur. Tekstur tanah mempunyai efek terhadap sifat fisik dan kimia tanah. Secara umum partikel halus memiliki luas permukaan partikel lebih banyak dibanding tekstur kasar. Permukaan partikel tanah adalah aktif secara kimiawi. Tanah dengan tekstur halus memiliki aktivitas kimiawi lebih baik dibanding tanah dengan tekstur kasar, dan dapat mengikat lebih banyak hara dan lebih banyak mengikat nutrisi, yang menjadikannya tidak tersedia bagi tanaman (Yulipriyanto 2010).

Penamaan fraksi tanah berdasarkan ukurannya ada bermacam-macam, ada penamaan menurut sistem Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) dan ada pula menurut sistem Internasional (International Soil Science Society/ISSS) (Odum 1993).

Tabel 2 Penamaan Fraksi Tanah berdasarkan USDA

1.	Pasir sangat kasar	diameter fraksi	2,0 - 1,0 mm
2.	Pasir kasar	diameter fraksi	1,0 - 0,5 mm
3.	Pasir sedang	diameter fraksi	0,5 - 0,25 mm
4.	Pasir halus	diameter fraksi	0,25 - 0,10 mm
5.	Pasir sangat halus	diameter fraksi	0,10 - 0,05 mm
6.	Debu	diameter fraksi	0,05 - 0,002 mm
7.	Liat	diameter fraksi	< dari 0,002 mm

Sumber: Odum 1993.

Tabel 3 Penamaan Fraksi Tanah berdasarkan ISSS

1.	Pasir kasar	diameter fraksi	2,0 - 0,2 mm
2.	Pasir halus	diameter fraksi	0,2 - 0,02 mm
3.	Debu	diameter fraksi	0,02 - 0,002 mm
4.	Liat	diameter fraksi	< dari 0,002 mm

Sumber: Odum 1993.

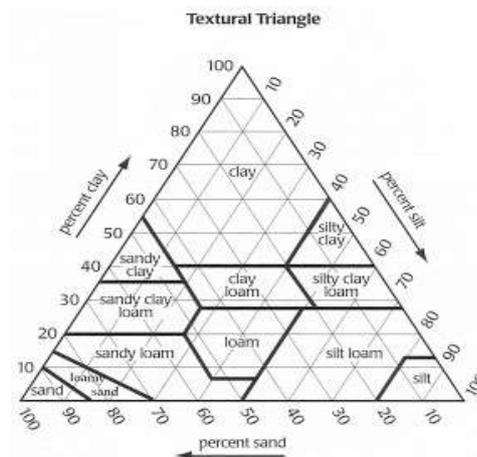
Penentuan tekstur tanah di lapangan dapat dilakukan sebagai berikut: massa tanah dibasahi dengan air dan dipijat-pijat dengan jari telunjuk dan ibu jari, kemudian sambil dirasa-rasa dibentuklah bola lembab, digulung-gulung dan dilihat daya tahannya terhadap tekanan dan kekuatannya sewaktu jari telunjuk dan ibu jari dipisahkan, dari hasil pembentukan bola, gulungan kelekatan, dan rasa licin atau kasar dapat ditentukan tekstur tanah sebagai berikut:

Tabel 4 Kelas Tekstur Tanah Menurut Perasaan

No	Kelas tekstur	Rasa dan sifat tanah
1.	Pasir	Terasa kasar, tidak dapat dibentuk menjadi pola, gulungan, dan tidak melekat.
2.	Pasir berlempung	Terasa kasar, dapat dibentuk menjadi bola tetapi mudah hancur, dan sedikit melekat.
3.	Lempung berpasir	Agak kasar, membentuk bola agak keras, mudah hancur, dan melekat.
4.	Lempung berdebu	Terasa licin, dapat membentuk bola, pita, dan melekat.
5.	Lempung	Tidak kasar dan tidak licin, dapat membentuk bola teguh, dapat digulung dan permukaannya mengkilat, dan melekat.
6.	Debu	Terasa licin sekali, dapat membentuk bola teguh, dapat digulung dan permukaannya mengkilat, dan agak melekat.
7.	Lempung berkilat	Terasa agak kasar, dapat membentuk bola agak teguh, dapat dibentuk menjadi gulungan jika dipijit, gulungan mudah hancur, dan melekat.
8.	Lempung liat berpasir	Terasa agak kasar, dapat dibentuk membentuk bola agak teguh, membentuk gulungan jika dipijit, gulungan mudah hancur dan melekat.
9.	Lempung liat berdebu	Terasa licin dengan jelas, dapat membentuk bola teguh, dapat membentuk gulungan berkilat dan melekat.
10.	Liat berpasir	Terasa licin agak kasar, membentuk bola dalam keadaan kering sukar dipijit, mudah digulung dan melekat.
11.	Liat berdebu	Terasa agak licin, membentuk bola, dalam keadaan kering sukar dipijit, mudah digulung dan sangat melekat.
12.	Liat	Terasa berat, dapat membentuk bola yang baik, dan melekat sekali.
13.	Liat berat	Terasa berat sekali, dapat membentuk bola dengan baik dan sangat melekat.

Sumber: Suin 1997.

Menurut Suin penentuan tekstur tanah di laboratorium dilakukan dengan cara memisahkan bagian partikel tanah berdasarkan ukuran fraksinya, setelah diketahui persentase pasir, debu dan liat dari tanah itu maka akan dapat ditentukan tekstur tanah itu seperti pada segitiga kelas tekstur tanah yang tergambar di bawah ini.



Gambar 1 Segitiga Tekstur Tanah.

c) Warna Tanah

Warna tanah adalah karakteristik tanah, yang berguna sebagai penunjuk kualitas tanah secara sepintas. Warna tanah tergantung pada bahan induk dan hasil proses pembentukan tanah, pada keadaan tertentu warna tanah ikut memengaruhi temperatur tanah. Variasi warna tanah sangat tergantung pada kadar organik tanah. Warna tanah juga berpengaruh terhadap suhu dan kelembaban tanah karena kecepatan penyerapan panas dipengaruhi oleh warna tanah, dengan demikian warna tanah secara tidak langsung akan menentukan kehidupan organisme tanah. Tanah yang berwarna merah biasanya menunjukkan tanah itu mengandung besi oksida yang terhidratasi. Oksida mangan dan besi oksida yang menyebabkan tanah berwarna merah. Tanah yang berwarna merah juga menunjukkan drainase dan aerasinya baik, dan telah tua atau telah terdedah sinar matahari dalam waktu yang lama. Tanah yang berwarna kuning menandakan bahwa tanah itu mengandung besi oksida. Tanah yang berwarna kuning biasanya ditemui di daerah beriklim lembab, karena itu tanah yang berwarna kuning biasanya banyak dijumpai pada daerah yang kelembabanya tinggi dan ditutupi awan. Tanah yang berwarna abu-abu atau putih kaya dengan kuarsa, kaolin, mineral liat lainnya, kalsium karbonat dan magnesium, gipsum atau garam dan senyawa besi. Tanah yang putih tingkat kesuburannya rendah karena rendah akumulasi kadar organik, sehingga pertumbuhan tumbuh-tumbuhan di tanah itu tidak baik. Penentuan warna

tanah dapat dilakukan dengan menggunakan “Munsell Soil Color Charts”. Petunjuk pemakaian buku Munsell terdapat istilah “*hue*” yang menunjukkan warna utama tanah, yaitu merah (R), kuning (Y), hijau (G), dan coklat (B); “*value*” yang menunjukkan intensitas warna tersebut dan “*chroma*” menunjukkan kejernihan warna (Suin 2012).

d) Temperatur tanah

Temperatur atau suhu tanah merupakan salah satu faktor fisika tanah yang sangat menentukan kehadiran dan kepadatan organisme tanah, dengan demikian suhu tanah akan menentukan tingkat dekomposisi material organik tanah. Fluktuasi suhu tanah lebih rendah dari suhu udara, sehingga suhu tanah sangat tergantung dari suhu udara. Suhu tanah lapisan atas mengalami fluktuasi dalam satu hari satu malam tergantung musim. Fluktuasi juga tergantung pada keadaan cuaca, topografi daerah dan keadaan tanah (Suin 2012). Suhu tanah dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, semakin rendah intensitas cahaya maka suhu tanah semakin rendah (Sulandjari *et al.* 2005).

e) Konsistensi Tanah

Konsistensi tanah adalah gaya tahan atau ketahanan tanah terhadap pengaruh luar, yang merupakan manifestasi dari gaya-gaya kohesi (gaya tarik menarik antar molekul) dan adhesi (gaya tegangan permukaan) pada berbagai kelembaban tanah. Selain itu kandungan organik tanah, kalsium karbonat, dan oksida serta hidroksida besi dan aluminium juga bekerja menentukan konsistensi tanah. Konsistensi tanah tertinggi pada tanah dalam keadaan kering karena adanya gaya kohesi, konsistensi sedang adalah pada tanah dalam keadaan lembab karena gaya adhesi, sedangkan konsistensi paling rendah adalah pada tanah dalam keadaan jenuh air.

Tanah dalam keadaan kering, konsistensi tanahnya ditentukan dengan cara meremas dan menekan masa tanah, dan dapat dinilai sebagai berikut:

Tabel 5 Konsistensi Tanah dalam Keadaan Kering

Lepas	Tanpa kohesi.
Lemah	Kohesi kecil, sangat kurang melekat (dengan sedikit tekanan massa tanah pecah menjadi butir).
Agak keras	Sedikit tahan tekanan, dengan mudah dapat hancur dengan telunjuk dan ibu jari.
Keras	Tahan terhadap tekanan (massa tanah dapat dipatahkan dengan tangan).
Sangat keras	Daya tahan terhadap tekanan sangat besar (bisa dipatahkan dengan tangan dengan susah payah).
Keras sekali	Tahan terhadap tekanan (tidak dapat dipatahkan dengan tangan).

Sumber: Suin 1997.

Konsistensi tanah dalam keadaan lembab (kadar air antara titik layu permanen dan kapasitas lapangan) dapat ditentukan dengan cara meremas-remas massa tanah tersebut. Penilaiannya adalah sebagai berikut:

Tabel 6 Konsistensi Tanah dalam Keadaan Lembab

Lepas	Butir-butir tanah terlepas satu dengan yang lainnya, dan melekat bila ditahan.
Sangat gembur	Dengan sedikit tekanan massa tanah mudah pecah, bila digenggam mudah menggumpal, dan melekat bila ditekan.
Gembur	Bercerai bila diremas, digenggam akan menggumpal, dan melekat bila ditekan.
Teguh	Massa tanah tahan terhadap remasan, dan hancur dengan ditekan agak kuat.
Sangat teguh	Tahan terhadap remasan dan tidak mudah berubah bentuk.
Sangat teguh sekali	Sangat tahan terhadap remasan, dan tidak berubah bentuknya bila digenggam.

Sumber: Suin 1997.

Konsistensi tanah dalam keadaan basah adalah pada tanah yang kadar airnya di atas kapasitas lapang. Penentuannya dilakukan dengan cara memijit tanah dengan ibu jari bersama telunjuk. Penilaiannya adalah sebagai berikut:

Tabel 7 Konsistensi Tanah dalam Keadaan Basah

Tidak lekat	Setelah ditekan dengan ibu jari dan telunjuk dan jari dilepaskan maka contoh tanah rapuh dan jatuh bebas.
Agak lekat	Bila kedua jari dilepaskan sebagian tanah melekat pada jari.
Lekat	Bila kedua jari diregangkan tanah tinggal melekat dan terasa melengket.
Sangat lekat	Bila kedua jari diregangkan tanah melekat dan sukar untuk dilepaskan dari kedua jari tersebut.

Sumber: Suin 1997.

f) Kadar air tanah

Air dapat menjadi faktor pembatas penting. Bagi daerah tropika, kedudukan air dan kelembaban sama pentingnya seperti cahaya, fotoperiodisme dan ritme suhu di daerah beriklim sedang dan daerah-daerah dingin. Bagi fauna yang hidup di suatu daerah, yang penting bukan banyaknya curah hujan saja namun juga bagaimana sebaran curah hujan itu sepanjang tahun. Apabila curah hujan hanya terpusat pada bulan-bulan tertentu saja, maka pada suatu waktu organisme-organisme dihadapkan pada adanya musim kering, dalam periode ini, air berperan sebagai faktor pembatas, di daerah tropika air berperan sebagai faktor pengendalian untuk terjadinya aktivitas musiman. Uap air yang terkandung di udara yang biasa dikenal sebagai kelembaban, dapat dinyatakan sebagai mm Hg tekanan uap air atau mm Hg defisit tekanan uap air (= perbedaan tekanan parsial uap air jenuh dengan tekanan uap air sesungguhnya). Banyaknya uap air dalam udara (gram uap air/kg udara; ppm) disebut kelembaban absolut. Kadar jenuh uap air di dalam udara bervariasi menurut suhu udara. Semakin tinggi suhu udara semakin banyak pula uap air maksimum yang dapat dikandungnya (Sukarsono 2009).

g) Cahaya matahari

Cahaya matahari akan memiliki pengaruh yang besar terhadap kehidupan hewan. Aspek yang berpengaruh secara ekologis dari cahaya matahari adalah aspek intensitas, kualitas serta kuantitas atau lamanya penyinaran. Bagi hewan-hewan diurnal yang mencari makan atau melakukan interaksi biotik lainnya secara visual, maka cahaya memegang peranan cukup penting (Sukarsono 2009).

Makalew (2001) menjelaskan cahaya memengaruhi kegiatan biota tanah, yakni memengaruhi distribusi dan aktivitas organisme yang berada di permukaan tanah, pada tanah tanpa penutup tanah, serta di permukaan batuan. Cahaya merupakan sumber energi pada komponen fotoautotropik biota tanah.

Intensitas sinar matahari yang diterima ekosistem merupakan faktor penentu penting produktifitas primer, yang pada gilirannya dapat memengaruhi keragaman spesies dan siklus hara (Mokany *et al.* 2008). Tinggi rendahnya intensitas cahaya matahari dapat disebabkan antara lain oleh kerapatan kanopi

(komposisi tegakan) dan letak sudut datang sinar matahari. Semakin tinggi habitus tanaman pelindung dan semakin lebat (padat dan besar atau lebar) tajuknya, semakin sedikit intensitas cahaya yang dapat berpenetrasi hingga ke permukaan tanah (Sitompul 2009).

3) Sifat Biologis Tanah

a) Pupuk

Pupuk adalah unsur-unsur esensial baik makro maupun mikro, baik dalam bentuk komponen anorganik maupun organik yang dibutuhkan oleh tanaman untuk kelangsungan hidupnya. Pupuk anorganik adalah pupuk yang dibuat secara komersial dengan kandungan unsur-unsur yang terukur. Pupuk anorganik ada yang mengandung N (ion ammonium, ion nitrat, atau urea), P (ion phospat) dan K (ion kalium). Kelebihan dari pupuk ini adalah mudah pengangkutannya, mudah penyimpanannya dan mudah penggunaannya. Kelemahannya, pupuk anorganik tidak menambah humus tanah. Aktivitas penggunaan pupuk dan pestisida dalam pertanian dapat mencemari badan air dan sekitarnya, karena beberapa pupuk tercuci oleh air. Air hujan yang jatuh dan masuk ke dalam tanah juga dapat mencuci nitrat dalam pupuk buatan. Pupuk organik adalah pupuk yang diproses dari limbah organik seperti kotoran hewan, sampah, sisa tanaman, serbuk gergaji kayu, lumpur aktif, yang kualitasnya tergantung dari proses (tindakan) yang diberikan. Pertanian organik adalah suatu sistem produksi yang menghindari penggunaan pupuk-pupuk sintetik, pestisida, pengatur pertumbuhan dan bahan-bahan aditif pakan ternak. Pertanian organik sangat tergantung pada rotasi tanaman, sisa-sisa tanaman, kotoran hewan, legum (kacang-kacangan), limbah organik pertanian, kultivasi secara mekanik, mineral dari batuan dan pengendalian hama secara biologis untuk memelihara kesuburan tanah, persediaan unsur hara, mengendalikan serangga, gulma dan pengganggu-pengganggu lain (Yulipriyanto 2010).

5. Dieng

Kawasan Dataran Tinggi Dieng merupakan kawasan di wilayah perbatasan enam kabupaten yaitu Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Batang, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Kendal dan Kabupaten Temanggung. Luas Kawasan Dataran Tinggi Dieng sekitar 3.834,41 Ha, terbagi atas kawasan Dieng yang masuk wilayah administrasi Kecamatan Kejajar seluas 1.276,80 Ha dan wilayah Dieng yang masuk wilayah Kecamatan Batur seluas 2.557,61 Ha (Setyowati & Hardati 2009). Dataran Tinggi Dieng merupakan dataran yang paling tinggi di Jawa Tengah yaitu pada ketinggian 2.093 mdpl dengan suhu siang hari 15°C dan 10°C pada malam hari (Dina 2005). Curah hujan rata-rata lebih dari 3.500 mm/tahun, curah hujan terbasah pada bulan Januari dan bulan terkering jatuh pada bulan Agustus (Ngabekti *et al.* 2007).

Menurut klasifikasi Schmidt-Ferguson Dieng tergolong tipe A, yaitu iklim basah. Temperatur udara rerata berkisar antara 19,3°C-20,6°C. Kelembaban udara rata-rata sekitar 86,6%, kelembaban udara minimum 53% dan kelembaban maksimum 100%. Bulan basah terjadi pada bulan September sampai Maret, bulan kering pada bulan April sampai Agustus, sedangkan puncak hujan pada akhir bulan Desember hingga Januari. Berdasarkan ketinggian dan topografinya pada bulan-bulan dingin pada musim kemarau Kawasan Dieng mempunyai temperatur yang sangat rendah, di mana temperatur udara pada dini hari dapat menurun hingga titik beku. Saat terjadi puncak dingin (sekitar bulan Agustus sampai September) temperatur udara pada dini hari mencapai minus (mendekati titik beku) dapat mendatangkan (embun upas atau *frost*). Embun upas atau embun beku ini semacam salju kecil yang turun di permukaan tanah atau tanaman. Embun upas apabila menimpa tanaman dapat merusak dan mematikan terutama tanaman kentang dan tanaman tembakau yang telah siap panen (Ngabekti *et al.* 2007).

Kepadatan penduduk rata-rata di kawasan Dieng mencapai 100 jiwa/km² dengan pemilikan lahan yang rendah yaitu rata-rata sebesar 0,1 Ha. Desa yang paling padat penduduknya adalah Desa Dieng Kecamatan Kejajar yang mencapai 190 jiwa/km², dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan tingkat kepemilikan tanah yang rendah berimplikasi pada tekanan terhadap kawasan lindung dengan

semakin meningkatnya lahan yang beralih fungsi menjadi kawasan budidaya (Andriana 2007).

Ngabekti *et al.* (2007) menyebutkan secara umum identifikasi jenis tanah di kawasan Dieng terdiri dari tanah regosol, tanah aluvial, dan asosiasi andosol dengan regosol. Tanah regosol berkembang dari batuan lepas-lepas merupakan tanah yang masih muda karena belum mengalami proses pelapukan lanjut. Jenis tanah regosol potensial kesuburan tanah cukup tinggi namun kesuburan aktual rendah karena tingginya proses pelindian tanah. Tanah aluvial dijumpai pada daerah datar, sepanjang aliran sungai ataupun di daerah cekungan di sekitar Telaga Balekambang. Tanah aluvial merupakan tanah yang subur, karena lokasinya pada daerah dataran maka cukup aman dari proses erosi. Kerusakan tanah dapat diidentifikasi dari jenis tanah dan strukturnya. Tanah dengan struktur gumpal akan lebih kuat terhadap pelindian dan percikan air hujan, hal ini sesuai dengan pernyataan Elcend (1947) telah membuktikan bahwa tumbukan butir hujan dapat memudahkan butiran-butiran pasir, pemindahan bahan tanah melalui percikan ini sangat potensial dalam merangsang erosi tanah. Tanah dengan struktur remah atau lepas-lepas dapat menyebabkan tanah mudah goyang, lepas, dan terbawa oleh aliran permukaan. Jenis tanah andosol dan asosiasinya apabila terkena hujan deras akan mudah longsor karena struktur batuan lepas-lepas, sehingga mudah terkena longsor karena ikatan antar partikel tanah kurang kuat dan sangat berdebu. Vegetasi dominan yang ada berupa tanaman musiman antara lain, tanaman kentang, tanaman kacang babi, tanaman onclang, dan kol atau kubis. Vegetasi tersebut mendominasi penggunaan lahan kawasan Dieng dengan jumlah sekitar 59,38% dari seluruh penutup lahan. Banyak tanaman keras dari hutan pinus yang di tebang secara liar, sehingga banyak lahan terbuka. Lahan terbuka tersebut dimanfaatkan oleh masyarakat untuk lahan pertanian terutama tanaman kentang sebagai komoditas andalan Dieng.

Luas tanaman kentang di daerah Dieng terus bertambah dari tahun ke tahun, di satu sisi kondisi ini amat menguntungkan bagi peningkatan taraf hidup petani. Tetapi di sisi lain akibat kerusakan lingkungan yang ditimbulkan lebih besar. Daerah bergunung-gunung dengan kemiringan lebih dari 40%, telah dieksploitasi

besar-besaran untuk lahan tanaman kentang. Bahkan lebih dari 900 hektar kawasan hutan lindung di Wonosobo pun telah dibabat habis. Lahan kritis di Dataran Tinggi Dieng tetap saja dapat memproduksi karena tanaman kentang dipacu dengan pupuk kandang maupun pupuk kimia dalam dosis besar. Hal ini menunjukkan bahwa sebenarnya tingkat kesuburan tanah sudah sangat rendah. Kondisi lahan kritis yang ditunjukkan dengan rendahnya tingkat kesuburan tanah ini mengindikasikan tingginya kerusakan lingkungan di dataran Tinggi Dieng. Kondisi lahan kritis saat ini terjadi di Dataran Tinggi Dieng, luas lahan yang beralih fungsi semakin meningkat dengan kondisi vegetasi penutup tanahnya yang merupakan tanaman semusim, dengan didukung kondisi alam yang merupakan kawasan konservasi sehingga erosi yang terjadi sangat tinggi dan peluang bertambah luasnya lahan kritis semakin besar (Andriana 2007).

Erosi merupakan salah satu kriteria penentu kekritisan lahan karena erosi berpengaruh terhadap kesuburan fisik dan kimia tanah. Menurut Kartasapoetra (2005), pengaruh erosi pada kesuburan fisik tanah dicirikan dengan: a) terjadinya penghanyutan partikel-partikel tanah, b) perubahan struktur tanah, c) penurunan kapasitas infiltrasi dan penampungan, d) perubahan profil tanah, sedangkan pengaruh erosi pada kesuburan kimia tanah adalah bahwa tanah yang subur dengan kandungan kompleks liat dan humusnya tinggi menunjukkan belum tererosi. Terjadinya erosi, selain partikel-partikel tanah yang dihanyutkan adalah juga unsur-unsur haranya (humus). Sehubungan dengan terangkutnya bahan-bahan organik dan unsur-unsur hara tersebut dari lapisan permukaan tanah yang merupakan lapisan olah, maka aktivitas biota tanah akan menurun. Kondisi tanah yang tererosi dalam jangka waktu lama dan terus menerus akan berpotensi timbulnya lahan kritis yaitu lahan yang secara fisik, kimia dan biologi mengalami kerusakan sehingga menurun fungsinya sebagai unsur produksi, dan atau pengatur tata air dan tata udara tanah, dan atau pengatur daur karbon dan dapat menimbulkan bencana. Menurut Sinukaban (1980) dalam Munir (2003) secara alami erosi tanah dikendalikan oleh iklim topografi, tanaman dan tanah, dengan aktivitas manusia maka faktor pengendali ditambah faktor manusia

Oldeman (1994) dalam Suripin (2002) menyatakan lima faktor penyebab degradasi lahan akibat campur tangan manusia secara langsung yaitu: *deforestasi*, *overgrazing*, aktifitas pertanian, eksploitasi berlebihan, aktifitas industri dan bioindustri. Faktor degradasi lahan akibat campur tangan manusia baik langsung maupun tidak langsung lebih mendominasi dibandingkan faktor alami antara lain: perubahan populasi, marjinalisasi penduduk, kemiskinan penduduk, masalah kepemilikan lahan, ketidakstabilan politik dan kesalahan pengelolaan, kondisi sosial dan ekonomi, masalah kesehatan, dan pengembangan pertanian yang tidak tepat. Degradasi tanah atau lahan yang disebabkan oleh hilangnya unsur hara dan bahan organik di daerah perakaran berdampak pada penurunan produktivitas tanah. Hilangnya secara berlebihan satu atau beberapa unsur hara dari zona perakaran menyebabkan merosotnya kesuburan tanah. Tanah tidak mampu lagi menyediakan unsur hara yang cukup dan seimbang untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang normal, sehingga produktivitas tanah menjadi sangat rendah.

a) Kecamatan Kejajar

Kelurahan Kejajar dan Desa Tieng adalah sebuah desa yang terletak di Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonosobo (2012), Kecamatan Kejajar memiliki luas wilayah 5,762 Ha, potensi desa di Kecamatan Kejajar seperti hasil pertanian bawang daun, kentang, kobis, sawi, wortel, kacang merah, cabe, jagung, ubi kayu, carica, tembakau, jamur dan seledri. Potensi Desa Tieng pada hasil pertanian antara lain bawang daun, kentang, kobis, sawi, wortel, kacang merah, cabe, jagung, ubi kayu, carica, tembakau, jamur, klembak dan kopi.

b) Kecamatan Batur

Dieng kulon adalah sebuah desa yang terletak di Kecamatan Batur, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. Berdasarkan data pokok desa atau kelurahan, luas wilayah desa adalah 113.000 Ha. Jenis investasi berupa industri (carica), pertanian (tanaman pangan, sayur-sayuran dan buah-buahan), peternakan dan pariwisata.

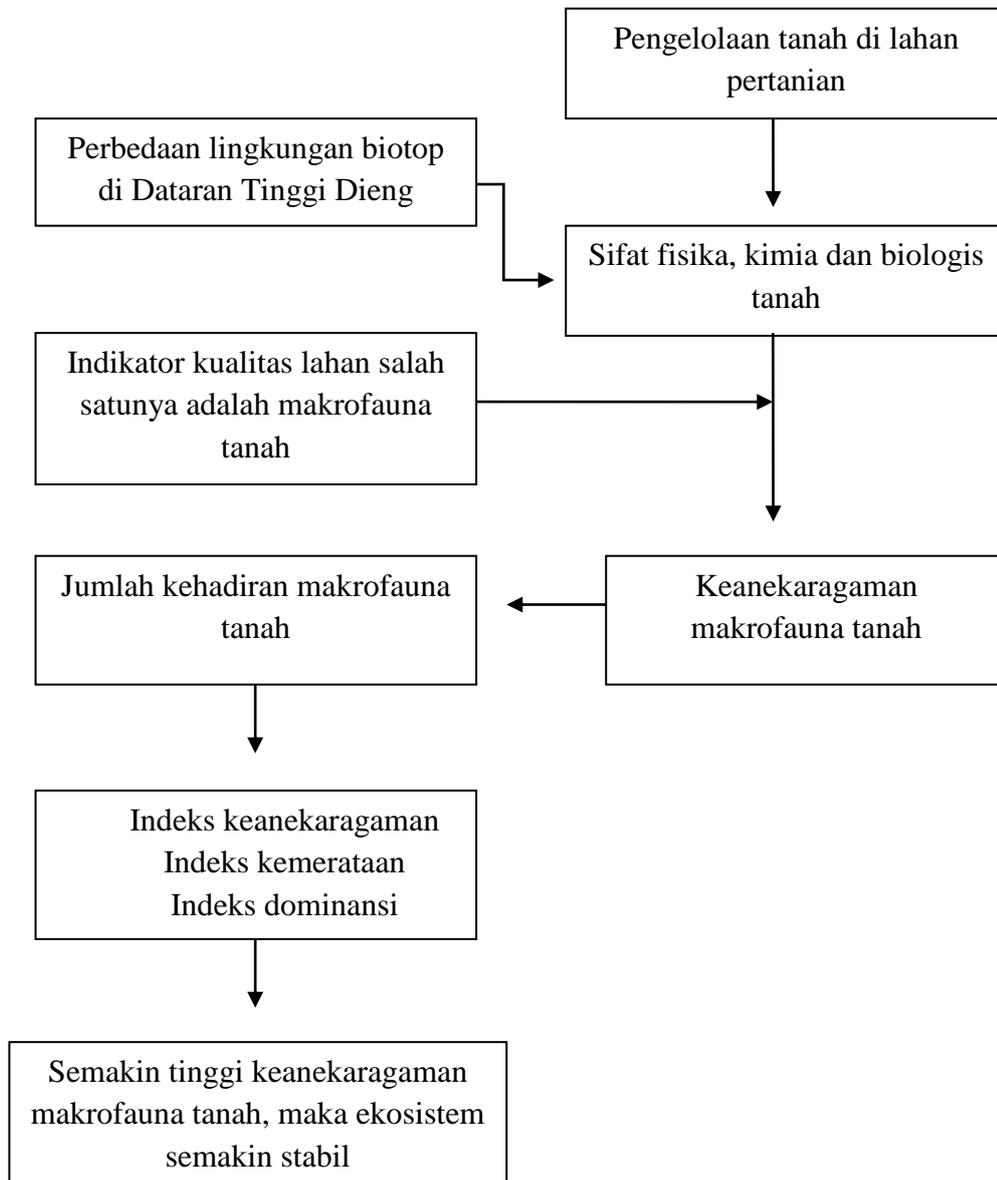
Kelurahan Kejajar berada di ketinggian sekitar 1.400 mdpl dengan kondisi lahan yang masih alami dengan vegetasi berupa pohon dan perdu. Desa Tieng berada di ketinggian sekitar 1.700 mdpl dengan kondisi lahan bekas budidaya kentang dan terdapat beberapa jenis perdu, dan Desa Dieng kulon berada di ketinggian sekitar 2.000 mdpl dengan kondisi lahan budidaya kentang dan terdapat beberapa tanaman sayur lainnya. Masing-masing wilayah tersebut memiliki vegetasi lahan dengan karakteristik dan kondisi yang berbeda-beda di berbagai ketinggian yang berbeda pula. Perbedaan tersebut juga memengaruhi intensitas cahaya, suhu, pH, dan kelembaban wilayah tersebut. pH tanah tergolong cukup masam, serta tingkat kelembabannya cukup tinggi. Hal ini dapat terjadi dimungkinkan akibat pengaruh dari beberapa faktor, di antaranya adalah pengaruh curah hujan yang tinggi, kekurangan unsur Ca (kalsium), maupun bahan organik yang terkandung dalam tanah tersebut.

Curah hujan yang tinggi dapat mencuci kation-kation basa dari lapisan permukaan tanah (*top soil*) ke lapisan tanah yang lebih dalam, akibatnya *top soil* lebih banyak didominasi oleh ion-ion Al dan H, sebagai akibatnya pH tanah akan turun pada *top soil* sampai mencapai nilai 4,5 atau di bawahnya lagi. Daerah-daerah tropis beriklim basah gerakan-gerakan air tanah turut membasuh sejumlah kation yang dapat dipertukarkan. Kation-kation basa itu digantikan oleh H⁺ dan peristiwa ini akan menurunkan persen basa jenuh (Linda 2011).

Kapur adalah bahan yang mengandung unsur Ca yang dapat meningkatkan pH tanah (Hardjowigeno 1992). Curah hujan menentukan reaksi-reaksi kimia dan sifat fisik di dalam tanah. Secara tidak langsung curah hujan juga memengaruhi reaksi tanah. Pengaruh penambahan bahan organik terhadap pH tanah dapat meningkatkan atau menurunkan tergantung oleh tingkat kematangan bahan organik yang ditambahkan dan jenis tanahnya. Penambahan bahan organik yang belum masak (misal pupuk hijau) atau bahan organik yang masih mengalami proses dekomposisi, biasanya akan menyebabkan penurunan pH tanah, karena selama proses dekomposisi akan melepaskan asam-asam organik yang menyebabkan menurunnya pH tanah (Suntoro 2003).

B. Kerangka Berpikir

Berdasarkan uraian tinjauan pustaka di atas, maka kerangka berpikir yang dapat disusun yaitu sebagai berikut:



Gambar 2 Kerangka berpikir distribusi vertikal dan keanekaragaman makrofauna tanah di Kawasan Dieng.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Dieng dan dilanjutkan di Laboratorium Biologi FMIPA UNNES untuk dilakukan identifikasi makrofauna tanah dan pengukuran kadar air tanah, dan Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil UNDIP untuk dilakukan analisis tekstur tanah. Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Mei-Juni 2016.

B. Populasi dan Sampel

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua jenis makrofauna tanah yang terdapat di ketinggian yang berbeda yaitu 1.400 mdpl, 1.700 mdpl, dan 2.000 mdpl di kawasan Dieng. Sampel yang digunakan adalah makrofauna tanah yang tertangkap berukuran >2 mm.

C. Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini adalah:

- 1) Variabel terikat dalam penelitian ini adalah keanekaragaman jenis makrofauna tanah berdasarkan distribusi vertikal tanah di kawasan Dieng.
- 2) Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pengukuran faktor fisika-kimia tanah. Data sifat fisika tanah (kadar air tanah, warna tanah, tekstur tanah, suhu tanah, konsistensi tanah, intensitas cahaya) dan data sifat kimia tanah (pH, kelembaban tanah dan kelembaban udara).

D. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS, altimeter, thermometer, soil tester, thermohygrometer, lux meter, loop, timbangan, penggaris, petri dish, cetok, pinset, gelas plastik aqua, nampan, kertas label,

kamera, dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah air sabun, alkohol 70%, dan makrofauna tanah.

E. Prosedur Penelitian

1. Penentuan Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observatif deskriptif atau non eksperimen. Penentuan lokasi berdasarkan ketinggian dari permukaan laut ditetapkan tiga stasiun penelitian. Stasiun 1 berada pada ketinggian 1.400 mdpl, stasiun 2 pada 1.700 mdpl dan stasiun 3 pada 2.000 mdpl. Setiap stasiun terdapat dua titik penelitian yaitu pada tempat terdedah dan ternaung, jenis lahan dipilih berdasarkan karakteristik dari masing-masing lahannya.

a) Stasiun 1

Lokasi penelitian pada stasiun 1 di Kelurahan Kejar, merupakan lahan yang masih alami dengan berbagai jenis pohon dan perdu dengan luas lahan 40,42 x 16 m².



Gambar 3 Lokasi penelitian di Kelurahan Kejar pada ketinggian 1.400 meter di atas permukaan laut.



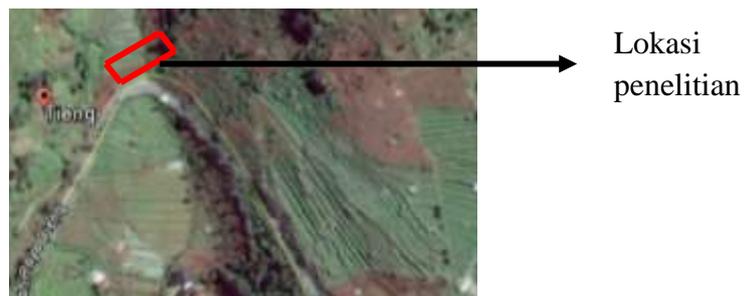
Gambar 4 Peta rupa bumi pada lokasi penelitian di Kelurahan Kejar.

b) Stasiun 2

Lokasi penelitian di Desa Tieng Kecamatan Kejajar, merupakan lahan bekas budidaya kentang dengan luas lahan $30,4 \times 4 \text{ m}^2$.



Gambar 5 Lokasi penelitian di Desa Tieng pada ketinggian 1.700 meter di atas permukaan laut.



Gambar 6 Peta rupa bumi pada lokasi penelitian di Desa Tieng.

c) Stasiun 3

Lokasi penelitian di Desa Dieng Kulon Kecamatan Batur, merupakan lahan budidaya kentang dengan luas lahan $24,7 \times 14 \text{ m}^2$.



Gambar 7 Lokasi penelitian di Desa Dieng Kulon pada ketinggian 2.000 meter di atas permukaan laut.



Gambar 8 Peta rupa bumi pada lokasi penelitian di Desa Dieng Kulon.

2. Pengukuran Faktor Fisika-Kimia Tanah

Setiap stasiun penelitian dilakukan pengukuran faktor fisika-kimia tanah, Pengukuran fisika tanah (kadar air tanah, warna tanah, tekstur tanah, suhu tanah, konsistensi tanah, intensitas cahaya) dan pengukuran sifat kimia tanah (pH, kelembaban dan bahan organik tanah).

A. Pengukuran Fisika Tanah

1) Kadar Air Tanah

Kadar air tanah dapat diukur dengan metode gravimetri. Melalui cara ini kadar air diukur langsung dengan cara mengukur kehilangan berat air karena dikeringkan, dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Berat air} = \text{Berat botol bersama tanah basah} - \text{berat botol berisi tanah kering}$$

2) Warna Tanah

Penentuan warna tanah dapat dilakukan dengan menggunakan “Munsell Soil Color Charts”, dalam petunjuk pemakaian buku Munsell terdapat istilah “*hue*” yang menunjukkan warna utama tanah, yaitu merah (R), kuning (Y), hijau (G), dan coklat (B); “*value*” yang menunjukkan intensitas warna tersebut dan “*chroma*” menunjukkan kejernihan warna (Suin 2012).

3) Tekstur Tanah

Menganalisis tekstur tanah dengan cara mengambil tanah sebanyak 100 gram kemudian dianalisis di laboratorium tanah.

4) Suhu Tanah

Suhu permukaan tanah dapat diukur dengan termometer air raksa. Caranya yaitu dengan menancapkan termometer pada tanah kemudian melihat angkanya.

5) Konsistensi Tanah

- a. Tanah dalam keadaan kering: konsistensi tanah ditentukan dengan cara meremas dan menekan massa tanah,
- b. Konsistensi tanah dalam keadaan lembab: dapat ditentukan dengan cara meremas-remas massa tanah tersebut,
- c. Konsistensi tanah dalam keadaan basah adalah pada tanah yang kadar airnya di atas kapasitas lapang. Penentuannya dilakukan dengan cara memijit tanah dengan ibu jari bersama telunjuk.

6) Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya dapat diukur menggunakan lux meter, caranya yaitu dengan memposisikan lux meter pada cahaya matahari, kemudian hasilnya dapat langsung dilihat pada layar.

B. Pengukuran Kimia Tanah

1) Derajat Keasaman

Derajat keasaman (pH) tanah dapat diukur menggunakan soil tester caranya yaitu dengan menancapkan soil tester kedalam tanah, kemudian lihat angka yang ditunjukkan jarum tersebut.

2) Kelembaban tanah

Mengukur kelembaban tanah hampir sama dengan mengukur pH tanah, caranya yaitu setelah menancapkan soil tester kedalam tanah, tekan tombol di bagian samping, kemudian lihat angka yang ditunjukkan jarum tersebut.

3) Kelembaban udara

Mengukur kelembaban udara menggunakan lux meter dengan cara meletakkan alat sekitar satu meter dari tanah kemudian ditunggu beberapa saat sampai hasilnya keluar di layar.

3. Pengambilan Sampel Makrofauna Tanah

A. Metode Perangkap Jebak (*Pitfall Trap*)

Perangkap jebak dilakukan untuk mengoleksi makrofauna tanah pada permukaan tanah. Pengumpulan fauna permukaan tanah dengan memasang perangkap jebak yang tergolong pada pengumpulan hewan tanah secara dinamik (Suin 1997). Jumlah perangkap jebak yang digunakan pada tiap stasiun 20 buah, sehingga jumlah total perangkap jebak yang digunakan 60 buah. Perangkap jebak sangat sederhana, yang mana hanya berupa gelas plastik yang ditanam di tanah. Permukaan gelas dibuat datar dengan tanah. Penangkapan fauna dengan menggunakan metode perangkap jebak dilakukan dengan cara memasang perangkap berupa gelas yang telah diisi alkohol 70% ditambah sedikit deterjen untuk menghilangkan tegangan permukaan. Gelas plastik diberi atap dari kayu sungkup dengan ukuran 20 cm x 20 cm untuk menghindari masuknya air hujan maupun sinar matahari serta kotoran yang mungkin jatuh ke dalam gelas. Atap dipasang kira-kira 15 cm dari permukaan tanah. Perangkap jebak ini dipasang dengan selang waktu 12 jam (18.00-06.00 WIB dan 06.00-18.00 WIB). Berikut adalah contoh alat perangkap jebak makrofauna tanah.



Gambar 9 Contoh Perangkap jebak (*Pitfall trap*).

B. Metode Sortir Tangan

Sortir tangan dilakukan untuk mengoleksi makrofauna tanah yang cenderung menetap pada serasah atau di dalam tanah dan tergolong pada pengumpulan hewan tanah secara mekanik. Metode sortir tangan merupakan metode pengambilan cacing tanah yang paling baik, dan hasilnya paling baik bila

dibandingkan dengan metode lainnya, pada metode ini akan didapat contoh yang melebihi kenyataan sebenarnya karena fauna yang telah mati pun akan terkumpul, contoh yang didapat sering tidak utuh lagi dan membutuhkan banyak waktu dan tenaga serta ketelitian yang tinggi. Pengambilan makrofauna dengan metode sortir tangan dilakukan pada kondisi terdedah dan ternaung, masing-masing stasiun terdapat 10 titik pengamatan (5 terdedah dan 5 ternaung). Pengambilan sampel dengan cara: membuat kuadran berukuran 25 cm x 25 cm lalu tanah tersebut digali sedikit demi sedikit sampai sedalam 30 cm. Makrofauna yang didapat dibersihkan kemudian di sortir berdasarkan jenisnya dan dimasukkan dalam plastik dan diberi alkohol 70% (Suin 1997).



Gambar 10 Contoh metode sortir tangan.

4. Identifikasi Makrofauna Tanah

Makrofauna tanah yang terkoleksi dari kedua metode di atas kemudian diidentifikasi di Laboratorium Biologi UNNES. Sampel yang diidentifikasi hanya makrofauna tanah yang berukuran >2 mm. Dalam hal ini, identifikasi makrofauna tanah yang diperoleh didasarkan atas buku ekologi hewan tanah acuan Suin (1997), Christina (2007) dan Jumar (2000).

F. Data dan Metode Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

1) Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari responden atau obyek yang diteliti atau ada hubungannya dengan yang diteliti.

- a) Data jenis makrofauna tanah.
- b) Data sifat fisika tanah (kadar air tanah, warna tanah, tekstur tanah, suhu tanah, konsistensi tanah, dan intensitas cahaya).
- c) Data sifat kimia tanah (pH, kelembaban tanah dan kelembaban udara).

2) Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah terlebih dahulu dikumpulkan dan dilaporkan oleh orang atau instansi di luar diri peneliti sendiri walaupun yang dikumpulkan itu sesungguhnya adalah data yang asli.

- a) Data curah hujan Dieng.
- b) Tekstur Tanah.
- c) Jenis tanaman yang pernah ditanam.

G. Metode Analisis Data

Data yang dihasilkan merupakan data kuantitatif. Data yang diperoleh dari penelitian meliputi indeks keanekaragaman, indeks kemerataan, dan indeks dominansi.

1. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman untuk membandingkan tinggi rendahnya keragaman jenis makrofauna digunakan indeks Shanon-Weiner (H') dengan rumus:

$$H' = -\sum \frac{(ni)}{N} \cdot \log \frac{(ni)}{N}$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman Shanon-Wiener

ni = Jumlah individu dari seluruh jenis

N = Jumlah total individu dari seluruh spesies

Kategori penilaian indeks H' menurut Odum (1971) adalah sebagai berikut:

- a. $H' \leq 1$ = Keanekaragaman rendah, penyebaran rendah, kestabilan komunitas rendah;
- b. $1 < H' \leq 3$ = Keanekaragaman sedang, penyebaran sedang, kestabilan komunitas sedang; dan
- c. $H' \geq 3$ = Keanekaragaman tinggi, penyebaran tinggi, kestabilan komunitas tinggi.

2. Indeks Kemerataan

Dianalisis untuk mengetahui pemerataan penyebaran individu yang dimiliki oleh suatu jenis dalam komunitas. Indeks pemerataan dapat dihitung dengan rumus:

$$E' = \frac{H}{\ln S}$$

Keterangan:

E' = Indeks pemerataan

H = Indeks Keanekaragaman Shanon-Wiener

\ln = Logaritma natural

S = Jumlah Jenis

Menurut Odum (1971) Nilai indeks pemerataan berkisar antara 0-1 dengan kategori sebagai berikut:

- a. $E \leq 0,4$ = Pemerataan rendah, komunitas tertekan;
- b. $0,4 < E \leq 0,6$ = Pemerataan sedang, komunitas labil;
- c. $E \geq 0,6$ = Pemerataan tinggi, komunitas stabil.

3. Indeks Dominansi

Dianalisis untuk mengetahui dominansi individu dalam komunitas. Indeks dominansi dapat dihitung dengan rumus:

$$C = \sum P_i^2 \quad \text{di mana} \quad P_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

C = Dominansi spesies

P_i = Perbandingan jumlah individu spesies ke-i (n_i) dengan jumlah individu (N)

Menurut Odum (1971) Nilai indeks berkisar antara 0-1 dengan kategori sebagai berikut:

- a. $0 < C < 0,5$ = Dominansi rendah;
- b. $0,5 < C \leq 0,75$ = Dominansi sedang;

c. $0,75 < C \leq 1,0$ = Dominansi tinggi.

BAB IV

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil

1. Identifikasi Makrofauna Tanah

Hasil identifikasi makrofauna tanah pada ketinggian dan kondisi lahan yang berbeda di kawasan Dieng pada tempat ternaung dan terdedah dapat dilihat pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8 Hasil penelitian keanekaragaman ordo atau spesies makrofauna tanah di kawasan Dieng.

No.	Ordo/Spesies	St. 1		St. 2		St. 3	
		Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td
1.	Orthoptera						
	1. <i>Locusta migratoria</i>	17	7	1	0	0	0
	2. <i>Gryllus bimaculatus</i>	24	25	2	4	3	2
	3. <i>Gryllotalpa hirsuta</i>	0	1	0	0	0	0
2.	Dermaptera						
	4. <i>Forficula auricularia</i>	9	12	16	13	8	10
3.	Hemiptera						
	5. <i>Nezara viridula</i>	3	0	0	0	0	0
	6. <i>Leptocorisa acuta</i> Thunberg.	0	1	4	1	1	0
4.	Coleoptera						
	7. <i>Eleodes</i> sp	1	1	1	0	0	0
	8. <i>Anthrenus scrophulariae</i>	0	0	2	1	0	0
	9. <i>Epitrix</i> sp	2	0	0	0	0	0
	10. <i>Oryctes rhinoceros</i>	12	10	4	11	16	4
	11. <i>Apogonia</i> sp	1	1	0	2	0	0
	12. <i>Hydrophillus triangularis</i>	2	5	4	8	4	7
	13. <i>Holotrichia</i> sp	6	7	1	3	3	11
	14. <i>Paederus fuscipes</i>	2	0	1	0	1	1
5.	Lepidoptera						
	15. <i>Phthorimaea operculella</i>	2	0	0	0	0	0
	16. <i>Agrotis ipsilon</i>	0	0	4	0	0	1
	17. <i>Spodoptera litura</i>	4	7	4	1	6	1
6.	Diptera						
	18. <i>Liriomyza</i> sp	1	0	0	4	4	1
	19. <i>Nephrotoma</i> sp	0	0	2	0	0	1
	20. <i>Exechia nugatoria</i>	0	1	0	0	0	0
7.	Hymenoptera						
	21. <i>Labopelta ocellifera</i>	184	341	0	1	0	0
	22. <i>Auplopus carbonarius</i>	2	0	0	0	0	0
	23. <i>Xanthopimpla</i> sp	0	0	2	2	15	0

No.	Ordo/Spesies	St. 1		St. 2		St. 3	
		Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td
8.	Araneida						
	24. <i>Lycosa leucostigma</i>	0	0	1	1	0	0
	25. <i>Lycosa pseudoanulata</i>	68	73	17	23	9	8
	26. <i>Plexippus paykuli</i>	7	9	10	10	9	8
	27. <i>Araneus inustus</i>	4	15	3	3	0	1
	28. <i>Oxyopes javanus</i>	0	1	0	0	0	0
9.	Spirobolida						
	29. <i>Trigoniulus corallinus</i>	9	1	0	2	0	0
10.	Opiliones						
	30. <i>Caddo pepperella</i>	12	0	12	2	22	10
	31. <i>Megabunus diadema</i>	0	0	0	1	1	0
11.	Hygrophila						
	32. <i>Gyraulus convexiusculus</i>	0	1	3	2	3	2
12.	Pulmonata						
	33. <i>Parmarion</i> sp	3	0	0	1	2	0
13.	Geophilomorpha						
	34. <i>Geophilus flavus</i>	0	0	1	2	0	4
14.	Scolopendromorpha						
	35. <i>Scolopendra</i> sp	0	4	1	3	0	2
15.	Ophistophora						
	36. <i>Pheretima</i> sp	193	118	46	77	145	176
16.	Arhynchobdellida						
	37. <i>Hirudo</i> sp	0	0	3	2	0	1
	N individu	569	685	148	180	253	251

Keterangan :

Tn : ternaung

Td : terdedah

N spesies : total spesies

N individu : total individu

Berdasarkan hasil identifikasi makrofauna tanah di kawasan Dieng diperoleh 16 ordo yaitu Orthoptera, Dermaptera, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Araneida, Spirobolida, Opiliones, Convexiusculus, Pulmonata, Geophilomorpha, Scolopendromorpha, Ophistophora dan Arhynchobdellida. Total yang ditemukan sebanyak 37 jenis atau spesies makrofauna tanah.

Makrofauna tanah yang ditemukan pada masing-masing stasiun memiliki jumlah kehadiran yang berbeda-beda baik pada kondisi ternaung maupun terdedah. Jumlah individu seluruh jenis terbanyak ditemukan di stasiun 1, selanjutnya stasiun 3 dan jumlah individunya yang paling sedikit ditemukan yaitu pada stasiun 2. Tetapi jumlah jenis atau spesies paling banyak di stasiun 2 baik

ternaung maupun terdedah sebanyak 24 dan 25 spesies, kepadatan tiap spesies pada stasiun 2 paling kecil. Kehadiran makrofauna tanah dapat dilihat pada tabel 9 berikut.

Tabel 9 Rekapitulasi kehadiran makrofauna tanah di kawasan Dieng.

No.	Ordo/Spesies	St. 1		St. 2		St. 3	
		Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td
1.	Orthoptera						
	1. <i>Locusta migratoria</i>	✓	✓	✓			
	2. <i>Gryllus bimaculatus</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3. <i>Gryllotalpa hirsuta</i>		✓				
2.	Dermaptera						
	4. <i>Forficula auricularia</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.	Hemiptera						
	5. <i>Nezara viridula</i>	✓					
	6. <i>Leptocorisa acuta</i> Thunberg.		✓	✓	✓	✓	
4.	Coleoptera						
	7. <i>Eleodes</i> sp	✓	✓	✓			
	8. <i>Anthrenus scrophulariae</i>			✓	✓		
	9. <i>Epitrix</i> sp	✓					
	10. <i>Oryctes rhinoceros</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	11. <i>Apogonia</i> sp	✓	✓		✓		
	12. <i>Hydrophilus triangularis</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	13. <i>Holotrichia</i> sp	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	14. <i>Paederus fuscipes</i>	✓		✓		✓	✓
5.	Lepidoptera						
	15. <i>Phthorimaea operculella</i>	✓					
	16. <i>Agrotis ipsilon</i>			✓			✓
	17. <i>Spodoptera litura</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6.	Diptera						
	18. <i>Liriomyza</i> sp	✓			✓	✓	✓
	19. <i>Nephrotoma</i> sp			✓			✓
	20. <i>Exechia nugatoria</i>		✓				
7.	Hymenoptera						
	21. <i>Labopelta ocellifera</i>	✓	✓		✓		
	22. <i>Auplopus carbonarius</i>	✓					
	23. <i>Xanthopimpla</i> sp			✓	✓	✓	
8.	Araneida						
	24. <i>Lycosa leucostigma</i>			✓	✓		
	25. <i>Lycosa pseudoanulata</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	26. <i>Plexippus paykuli</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	27. <i>Araneus inustus</i>	✓	✓	✓	✓		✓
	28. <i>Oxyopes javanus</i>		✓				
9.	Spirobolida						
	29. <i>Trigoniulus corallinus</i>	✓	✓		✓		
10.	Opiliones						
	30. <i>Caddo pepperella</i>	✓		✓	✓	✓	✓
	31. <i>Megabunus diadema</i>				✓	✓	

No.	Ordo/Spesies	St. 1		St. 2		St. 3	
		Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td
11.	Hygrophila 32. <i>Gyraulus convexiusculus</i>		√	√	√	√	√
12.	Pulmonata 33. <i>Parmarion</i> sp	√			√	√	
13.	Geophilomorpha 34. <i>Geophilus flavus</i>			√	√		√
14.	Scolopendromorpha 35. <i>Scolopendra</i> sp		√	√	√		√
15.	Ophisthophora 36. <i>Pheretima</i> sp	√	√	√	√	√	√
16.	Arhynchobdellida 37. <i>Hirudo</i> sp			√	√		√
	N spesies	23	21	24	25	17	19

Keterangan :

Tn : ternaung

Td : terdedah

N spesies : total spesies

N individu : total individu

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tiap-tiap spesies makrofauna tanah memiliki kecenderungan kehadiran yang berbeda di setiap lahan dan kehadiran serangga lebih banyak, hal ini dimungkinkan penyesuaian makrofauna tanah dengan makanan dan lingkungannya. Makrofauna tanah yang kehadirannya dapat dijumpai pada tiap stasiun di antaranya adalah *Gryllus bimaculatus*, *Forficula auricularia*, *Oryctes rhinoceros*, *Hydrophillus triangularis*, *Holotrichia* sp, *Spodoptera litura*, *Lycosa pseudoanulata*, *Plexippus paykuli*, dan *Pheretima* sp. Selain itu ada juga spesies makrofauna tanah yang hanya beberapa dapat dijumpai di tiap stasiun seperti *Gryllotalpa hirsuta*, *Nezara viridula*, *Anthrenus scrophulariae*, *Epitrix* sp, *Phthorimaea operculella*, *Exechia nugatoria*, *Auplopus carbonarius*, *Lycosa leucostigma*, *Oxyopes javanus*, dan *Megabunus diadema*. Kehadiran makrofauna tanah di tempat ternaung di stasiun 1 lebih banyak, tetapi di stasiun 2 dan stasiun 3 kehadiran makrofauna tanahnya di tempat terdedah lebih banyak dari total 37 spesies yang ditemukan.

2. Faktor Fisika-Kimia Tanah di Kawasan Dieng

Rekapitulasi hasil pengukuran faktor fisika-kimia tanah di kawasan Dieng adalah sebagai berikut.

Tabel 10 Rekapitulasi hasil pengukuran faktor fisika-kimia tanah berdasarkan ketinggian di kawasan Dieng.

Faktor Fisika-Kimia	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Warna	coklat	coklat	coklat
Konsistensi	gembur	gembur	sangat gembur
Kadar air (%)	62,8	67,5	69,0
Komponen tekstur tanah (%)	kerikil 18,58	kerikil 12,05	kerikil 13,84
	pasir kasar 24,15	pasir kasar 19,65	pasir kasar 31,44
	pasir halus 26,95	pasir halus 34,75	pasir halus 28,09
	lanau 30,33	lanau 33,55	lanau 26,63
Suhu tanah (°C)	21	19,5	18,5
Kelembaban tanah (%)	5,9	4,9	5,0
Suhu udara (°C)	20	21	22
Kelembaban udara (%)	91	91	78
pH tanah	6,7	6,7	6,1
Intensitas cahaya (Lux)	1490	1985	3019

Faktor fisika-kimia di kawasan Dieng di tiap stasiun berbeda-beda. Warna tanah coklat dengan konsistensi gembur-sangat gembur. Komposisi tekstur tanah terdiri dari kerikil, pasir kasar, pasir halus dan lanau. Suhu udara, kadar air dan intensitas cahayanya mengalami peningkatan mengikuti ketinggian tempat. Perbedaan ketinggian juga mengakibatkan penurunan suhu tanah, kelembaban tanah, pH tanah dan kelembaban udaranya.

3. Indeks Keaneekaragaman, Indeks Kemerataan, dan Indeks Dominansi di Kawasan Dieng.

Hasil perhitungan indeks keaneekaragaman, indeks kemerataan dan indeks dominansi makrofauna tanah di kawasan Dieng dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 11 Indeks keanekaragaman, indeks kemerataan dan indeks dominansi makrofauna tanah di kawasan Dieng.

Indeks	Makrofauna Permukaan Tanah						Makrofauna Dalam Tanah					
	Ternaung			Terdedah			Ternaung			Terdedah		
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3
H	0,99	0,98	1,04	0,98	0,98	0,98	0,74	0,69	0,62	0,67	0,70	0,67
E	0,28	0,49	0,48	0,25	0,51	0,70	0,19	0,25	0,19	0,20	0,23	0,20
C	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,21	0,21	0,28	0,22	0,20	0,23

Keterangan:

- H = indeks keanekaragaman
 E = indeks kemerataan
 C = indeks dominansi

Indeks keanekaragaman stasiun 1 pada makrofauna permukaan tanah tergolong sedang, sedangkan pada makrofauna dalam tanahnya tergolong rendah baik pada tempat ternaung maupun terdedah yang berkisar antara 0,67 sampai 0,99. Indeks keanekaragaman stasiun 2 pada makrofauna permukaan tanah tergolong sedang, sedangkan pada makrofauna dalam tanahnya tergolong rendah baik pada tempat ternaung maupun terdedah yang berkisar antara 0,69 sampai 0,98. Indeks keanekaragaman stasiun 3 pada makrofauna permukaan tanah tergolong sedang, sedangkan pada makrofauna dalam tanahnya tergolong rendah baik pada tempat ternaung maupun terdedah yang berkisar antara 0,62 sampai 1,04. Masing-masing stasiun indeks keanekaragaman makrofauna permukaan tanahnya lebih tinggi dibandingkan dengan makrofauna dalam tanahnya, pada stasiun 1 ekosistem dalam tanahnya lebih stabil dibandingkan dengan stasiun 2 dan 3 karena keberadaan makrofauna tanah seperti serangga terbang, fauna lain serta bukan serangga terbang tidak terdapat ancaman dari manusia maupun aktivitas pengolahan lahan, sedangkan pada stasiun 2 dan 3 di dalam tanah kehadiran hewan-hewan banyak memanfaatkan detritus, hal ini dikarenakan adanya aktivitas manusia dan sistem pengolahan lahan serta penggunaan pestisida untuk menjaga kualitas dan kesuburan tanaman budidaya.

B. Pembahasan

Keanekaragaman makrofauna tanah di kawasan Dieng berdasarkan hasil pengamatan terdapat 16 Ordo dengan 37 spesies pada tempat ternaung dan

terdedah. Penyebaran spesies makrofauna tanah jumlahnya tidak merata antara kondisi ternaung dan kondisi terdedah pada tiap stasiun, beberapa spesies makrofauna tanah yang ditemukan terbatas jumlahnya seperti *Gryllotalpa hirsuta*, *Exechia nugatoria* dan *Oxyopes javanus*, tetapi ada juga spesies makrofauna tanah yang dapat ditemukan pada setiap stasiun dan jumlahnya melimpah seperti *Pheretima* sp, *Labopelta ocellifera* dan *Lycosa pseudoanulata*. Hal ini terjadi karena makrofauna tanah tersebut distribusinya ada yang random ada juga yang mengelompok. Suin (2012) menjelaskan bahwa distribusi fauna tanah di suatu daerah tergantung pada keadaan faktor fisika-kimia lingkungan dan sifat biologis fauna itu sendiri, demikian juga tersedianya makanan, dan ikut menentukan banyaknya hewan tanah yang hidup berkelompok.

Stasiun 1 yang merupakan lahan yang masih alami banyak terdapat jenis pohon, perdu dan rumput. Indeks keanekaragaman makrofauna permukaan tanahnya termasuk kategori sedang, sedangkan pada makrofauna dalam tanahnya tergolong rendah. Jenis serangga terbang di lahan alami paling banyak ditemukan dibandingkan dengan serangga lain, sedangkan jenis lain selain serangga ditemukan sedikit.

Lahan tersebut belum pernah mengalami pengolahan apapun. Keberadaan pohon, perdu dan rerumputan di sekitar lahan alami dapat menghasilkan serasah dan makanan bagi makrofauna tanah yang hidup atau tinggal disitu. Suin (2012) mengatakan bahwa bahan organik tanaman sangat menentukan kepadatan fauna tanah. Selain itu, umumnya apabila bahan asalnya merupakan campuran dari berbagai macam bahan tanaman, maka proses peruraiannya relatif lebih cepat daripada bahan-bahan yang berasal dari tanaman-tanaman sejenis, sehingga semakin beragam bahan organik yang diberikan semakin cepat peruraiannya, padahal semakin lama proses peruraian bahan organik akan mempertahankan fauna tanah untuk tetap tinggal. Intensitas cahaya rata-rata 1940 Lux. Curah hujan yang tergolong sangat tinggi mengakibatkan kelembaban udara juga ikut meningkat rata-rata mencapai 91%, sedangkan suhu udaranya rata-rata 20°C. Kelembaban udara semakin tinggi jika intensitas cahaya semakin rendah (Sulandjari *et al.* 2005).

Tanah di lahan alami tergolong gembur dan berwarna coklat. Tekstur tanah terdiri dari kerikil, pasir kasar, pasir halus dan lanau. Konsentrasi lanau merupakan yang tertinggi. Menurut Sutedjo (2002) ciri tanah yang subur adalah tanah yang strukturnya gembur. Meskipun begitu, pada saat penggalian banyak didapatkan kerikil sehingga menyulitkan proses penggalian, hal ini dimungkinkan berpengaruh terhadap ruang gerak dan aktivitas hewan dalam tanah sehingga berpengaruh terhadap kepadatan makrofauna dalam tanahnya. Kadar air di sini paling rendah dibandingkan dengan lahan lainnya yaitu rata-rata 62,8%. Menurut Suin (2012) umumnya pada tanah yang rendah kadar airnya kepadatan hewan tanah rendah. Beberapa spesies makrofauna tanah yang ditemukan melimpah di antaranya adalah semut, jangkrik dan laba-laba.

Semut cenderung hidup berkelompok, sehingga jumlahnya mendominasi di lahan tersebut. Menurut Borror *et al.* (1992) kebiasaan-kebiasaan makan semut agak beragam. Banyak yang bersifat karnivor, makan daging hewan-hewan lain (hidup atau mati), beberapa makan tanaman-tanaman, jamur, cairan tumbuhan, bakal madu. Semut di dalam sarang seringkali makan sekresi individu-individu lain, dan pertukaran makanan antara individu-individu.

Jangkrik tergolong hewan pemakan tumbuhan (*herbivora*) dan umumnya memakan dedaunan, sayuran dan buah-buahan yang mengandung banyak air. Hal ini disebabkan jangkrik tidak minum air seperti kebanyakan hewan. Makanan tersebut antara lain krokot, sawi, kol, bayam, daun singkong, wortel, gambas dan daun muda. Jangkrik lebih menyukai bagian tanaman yang muda seperti daun dan pucuk tanaman. Jangkrik dapat ditemui hampir disemua tempat, terutama pada daerah dengan dikisaran suhu 20-32^oC dengan kelembaban 65-85%, bertanah gembur atau berpasir serta memiliki banyak tumbuhan semak belukar (Paimin 1999). Berdasarkan hasil penelitian mengindikasikan bahwa di lahan alami merupakan habitat yang sesuai bagi jangkrik tersebut. Jenis makanan seperti daun muda di stasiun 1 berpengaruh besar terhadap kelimpahan jangkrik.

Kehadiran laba-laba tidak lepas dari kehadiran organisme lain sebagai mangsanya. Mangsa dari laba-laba dapat berupa serangga hama tanaman, dan hubungan pemangsa atau predator dengan mangsanya adalah merupakan bagian

dari rantai makanan di alam. Kehadiran laba-laba menjadi penting karena laba-laba dapat berperan sebagai agensia pengendali alami yang diperlukan untuk menekan populasi hama (Khodijah *et al.* 2012; Thalib *et al.* 2002). Nyffeler & Sunderland (2003) menyatakan bahwa laba-laba adalah predator polifagus terutama terhadap serangga yang dapat mengendalikan populasi serangga. Banyaknya laba-laba yang hadir menunjukkan bahwa mangsa yang berada di lahan alami melimpah dan mencukupi kebutuhan hidup laba-laba tersebut.

Stasiun 2 merupakan bekas lahan olahan kentang, indeks keanekaragaman makrofauna permukaan tanah tergolong sedang, sedangkan makrofauna dalam tanahnya rendah. Jenis serangga terbang, laba-laba dan selain serangga yang ditemukan di lahan ini jumlahnya hampir sama banyaknya.

Lahan ini sudah mengalami pengolahan dari waktu ke waktu, namun pada suatu kondisi lahan ini sudah tidak mengalami pengolahan lagi. Lahan bekas budidaya kentang termasuk lahan yang tidak banyak terdapat naungan, namun beberapa tanaman perdu tumbuh disekitar lahan. Spesies yang ditemukan disini merupakan yang paling banyak dibandingkan dengan lahan alami dan budidaya kentang, namun jumlah individu dan indeks keanekaragamannya rendah dibandingkan dengan yang lainnya. Menurut Yulipriyanto (2010) Jumlah dan macam organisme dalam tanah tergantung dari keadaan alami tanah, reaksi tanah, jumlah bahan organik, suhu, dan kelembaban.

Intensitas cahaya cukup tinggi dibandingkan dengan stasiun 1 rata-rata yaitu 1985 Lux dan langsung mengenai lahan tersebut. Diketahui bahwa tanah yang ada berwarna coklat dengan konsistensi tanah tergolong gembur. Tekstur tanah dengan konsentrasi tertinggi adalah lanau sama seperti pada stasiun 1, namun konsentrasi kerikil sedikit. Lanau termasuk ke dalam tanah berbutir halus yaitu di mana tanah lebih dari 50% berat total. Lanau seringkali terbukti kohesif (saling mengikat). Tanah dengan tekstur halus memiliki aktivitas kimiawi lebih baik dibanding tanah dengan tekstur kasar, dan dapat mengikat lebih banyak hara dan lebih banyak mengikat nutrien, yang menjadikannya tidak tersedia bagi tanaman (Yulipriyanto 2010).

Beberapa spesies seperti cecopet dan laba-laba jumlah kehadirannya cukup banyak dibandingkan dengan spesies lainnya. Cecopet mudah dikenali dengan ciri cerci atau capit pada ujung abdomen. Hidup pada tanaman sayur atau tanaman perkebunan terutama tempat-tempat yang lembab. Cecopet sering bersembunyi di antara dedaunan (Suin 2012). Cecopet tidak hanya memangsa satu stadia perkembangan hama namun hampir semua stadia perkembangan hama dimulai dari telur, larva, pupa, dan imago dan dapat memangsa secara berkelanjutan sepanjang hidupnya (Alouw 2007). Kelimpahan laba-laba ternyata menurun jika pada persawahan dilakukan aplikasi dengan pestisida kimia (Herlinda *et al.* 2008), pada lahan ini laba-laba yang ditemukan cukup banyak dibandingkan dengan lahan budidaya kentang yang merupakan lahan yang paling sedikit ditemukan jenis laba-laba, hal ini dapat disebabkan oleh pengaplikasian pestisida kimia selama musim tanam berlangsung.

Laba-laba biasanya berada pada pertanaman sejak awal dan memangsa hama sebelum populasinya meningkat sampai tingkat yang merusak. Tetapi secara umum anggota ini mengembara dan sedikit saja yang diam bersembunyi atau tinggal dalam liang (Christina 1991). Laba-laba ini dapat ditemukan tersebar di setiap stasiun penelitian.

Rendahnya indeks keanekaragaman makrofauna tanah di lahan bekas budidaya kentang dapat disebabkan oleh makanan dan tanaman yang ada di lahan tersebut. Selain itu lahan tersebut tanahnya tidak mendapat unsur hara yang cukup sehingga bahan organik yang ada semakin hari semakin berkurang, dengan jumlah tanaman yang sedikit hadir disitu juga tidak dapat memenuhi kebutuhan bagi organisme tanahnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Suin (2012) bahwa hewan tanah golongan saprovara hidupnya tergantung pada sisa daun yang jatuh. Komposisi dan jenis serasah daun itu menentukan jenis hewan tanah yang dapat hidup di sana, dan banyaknya tersedia serasah menentukan kepadatan hewan tanah. Hewan tanah golongan lainnya tergantung pada kehadiran hewan saprovara.

Stasiun 3 merupakan lahan budidaya kentang, indeks keanekaragaman makrofauna permukaan tanah tergolong sedang, sedangkan makrofauna dalam

tanahnya rendah. Jenis serangga hama yang ditemukan sedikit, sedangkan predator hewan tanah lebih banyak ditemukan, hal ini berkaitan dengan ketersediaannya makanan yang melimpah di stasiun 3.

Keanekaragaman makrofauna dalam tanah rendah juga disebabkan oleh pengolahan lahan secara intensif. Pengolahan tanah secara intensif, pemupukan, dan penanaman secara monokultur pada sistem pertanian konvensional dapat menyebabkan terjadinya penurunan secara nyata biodiversitas makrofauna tanah (Crossley *et al.* 1992; Pankhurst 1994). Menurut salah satu petani di Dieng, sistem pola tanam yang dilakukan berupa tanam-panen-tanam-panen yaitu setelah menanam dilanjutkan hingga panen, tetapi jika sebelum panen hasilnya kurang baik, maka akan ditanam kembali jenis tanaman yang lain. Kendala yang ditemukan para petani adalah hasil panen yang didapatkan seringkali kentang berukuran kecil walaupun kentang sudah berumur ± 4 bulan/100 hari. Seringkali juga kentang terkena serangan hama yang dapat menimbulkan kerugian yang cukup besar, sehingga sering digantikan dengan menanam tanaman lain seperti wortel, onclang, bahkan kubis.

Penelitian dilakukan saat sudah menanam kentang, bahkan karena hasilnya kurang baik maka disitu juga ditanami wortel, karena biasanya para petani melakukan sistem kebetan tanam sampai dua kali tanam pada saat musim hujan. Selama musim tanam, petani menggunakan berbagai macam pupuk kandang seperti kotoran sarang burung yang disuplai untuk petani-petani di Dieng. Selain itu petani juga menggunakan pupuk kimia. Secara umum, kandungan hara dalam kotoran hewan lebih rendah daripada pupuk kimia. Oleh karena itu biaya aplikasi pemberian pupuk kandang ini lebih besar daripada pupuk anorganik. Hara dalam pupuk kandang ini tidak mudah tersedia bagi tanaman. Ketersediaan hara sangat dipengaruhi oleh tingkat dekomposisi atau mineralisasi dari bahan-bahan tersebut. Rendahnya ketersediaan hara dari pupuk kandang antara lain disebabkan karena bentuk N, P serta unsur lain terdapat dalam bentuk senyawa kompleks organo protein atau senyawa asam humat atau lignin yang sulit terdekomposisi (Hartatik & Widowati 2011). Aktivitas penggunaan pupuk kandang dan pupuk kimia dalam pertanian dapat mencemari badan air sekitarnya, karena beberapa pupuk tercuci

oleh air. Air hujan yang jatuh dan masuk ke dalam tanah juga dapat mencuci nitrat dalam pupuk buatan (Yulipriyanto 2010).

Intensitas cahaya mencapai 3019 Lux merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya. Warna tanah dapat berpengaruh terhadap kondisi dan sifat tanah melalui radiasi cahaya yang diserapnya, cepat dan banyaknya panas yang diterima tanah bergantung pada warna tanah, meskipun curah hujan di Desa Dieng Kulon termasuk dalam kategori sangat tinggi. Warna tanah juga ikut berpengaruh terhadap suhu dan kelembaban tanah karena kecepatan penyerapan panas. Variasi warna tanah sangat tergantung pada kadar organik tanah. Kondisi tanah yang berwarna gelap tersebut lebih cepat kering yang memungkinkan makrofauna tanah lebih mudah untuk beraktivitas atau keluar dari sarangnya.

Tekstur tanahnya sama dengan stasiun lainnya, tetapi konsentrasi pasir halus adalah yang paling tinggi. Pasir termasuk ke dalam tanah berbutir kasar yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total. Tekstur tanah mempengaruhi persentase humus dan nitrogen, misalnya tanah pasir umumnya lebih sedikit mengandung bahan organik dan nitrogen dari pada tanah yang bertekstur halus. Hal ini disebabkan karena tanah yang bertekstur pasir mempunyai kelengasan rendah, mudah terjadi oksidasi, secara alami penambahan sisa-sisa tanaman lebih sedikit (Suin 2012).

Kelembaban udara sangat rendah rata-rata 78%, hal ini memengaruhi kadar air yang semakin rendah, dikarenakan ketinggian tempatnya. pH tanah di lahan ini termasuk dalam kategori agak masam hingga netral. pH tanah pengaruhnya bisa secara langsung mengenai organ-organ tubuhnya sehingga pada suatu daerah tertentu yang mempunyai pH yang terlalu asam atau terlalu basa jarang sekali terdapat hewan-hewan tanah (Wulangi 1992). Fauna-fauna tanah cenderung mati atau bermigrasi jika menghadapi situasi dan kondisi tanah yang buruk (Yulipriyanto 2010).

Spesies makrofauna tanah yang jumlahnya sangat melimpah dan dapat ditemukan di berbagai stasiun adalah *Pheretima* sp. Menurut Hanafiah *et al.*

(2007) faktor-faktor ekologis yang memengaruhi cacing tanah meliputi keasaman (pH), kelembaban, aerasi dan CO₂, bahan organik, jenis dan suplai nutrisi.

Pertumbuhan yang baik dan optimal diperlukan pH antara 6,0-7,2; kelembaban antara 70-90%. Suhu yang hangat (sedang) menyebabkan cepat menetas dan pertumbuhan cacing tanah serta perkembangbiakannya akan berjalan sempurna. Suhu yang baik antara 15°C-25°C. Suhu yang lebih tinggi dari 25°C masih baik asalkan ada naungan yang cukup dan kelembaban yang optimal (Yuliprianto 2010). Menurut Rahmawaty (2004) suhu tanah merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan kehadiran dan kepadatan organisme tanah. Suhu tanah merupakan salah satu faktor fisik tanah yang sangat menentukan kehadiran dan kepadatan organisme tanah, dengan demikian suhu tanah akan menentukan tingkat dekomposisi material organik tanah. Secara tidak langsung terdapat hubungan kepadatan organisme tanah dan suhu, bila dekomposisi material tanah lebih cepat maka vegetasi lebih subur dan mengundang serangga lain untuk datang. Cacing tanah sangat sensitif terhadap kadar keasaman yang dianggap sebagai faktor pembatas dalam penyebaran dan menentukan jumlah cacing tanah di suatu daerah (Martala & Maya 2014). Berdasarkan hasil penelitian suhu, pH dan kelembaban di kawasan Dieng sesuai bagi cacing tanah.

Cacing tanah adalah salah satu biota tanah yang berperan sebagai saprofit maupun geofagus (Tim Sintesis Kebijakan 2008). Demikian pula serangga, Arachnida dan cacing tanah yang mengkonsumsi kotoran hewan atau serasah tumbuhan mencampurnya dengan tanah. Sementara nematoda dan serangga memarasit tanaman mengurangi produktivitas lahan (Jumar 2000). Kehadiran cacing tanah sangat berpengaruh terhadap kesuburan tanah terutama pada lahan budidaya kentang, sehingga dapat menghasilkan kentang dengan kualitas yang baik.

Cacing tanah umumnya memakan serasah daun dan juga materi tumbuhan lainnya yang telah mati, kemudian dicerna dan dikeluarkan berupa kotoran. Kemampuan hewan ini dalam mengonsumsi serasah sebagai makanannya bergantung pada ketersediaan jenis serasah yang disukainya, di samping itu juga ditentukan oleh kandungan karbon dan nitrogen serasah (Edwards dan Lofty

1972). *Pheretima sp* terdapat di setiap tanah yang keberadaannya berlimpah pada tanah berumput yang kesuburan dan kelembabannya tinggi (Schread 1950). Selain faktor ketersediaan makanan, faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban ternyata sangat berpengaruh terhadap kelimpahan dan perkembangbiakan cacing tanah. Masing-masing lahan di kawasan Dieng merupakan habitat yang sesuai bagi pertumbuhan cacing tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Yulipriyanto (2010) bahwa setiap kelompok organisme tanah menghendaki bahan-bahan organik tertentu yang cocok untuk menyusun protoplasmanya sendiri.

Spesies makrofauna tanah yang jumlahnya paling sedikit ditemukan salah satunya adalah anjing tanah (*Gryllotalpa hirsuta*). Anjing tanah hidup di berbagai habitat baik lingkungan basah ataupun kering, terutama dinaungi rumput-rumput. Anjing tanah termasuk predator *Spodoptera* (Christina 1991). *Spodoptera* jarang dijumpai saat penelitian, sehingga dapat memengaruhi kehadiran anjing tanah di lahan tersebut. Menurut Borror *et al.* (1992) kadar air yang cocok untuk anjing tanah sekitar 4-23%, kadar air yang terlalu rendah dapat mengurangi jumlah telur yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian karena kelembaban di setiap lahan mencapai 60% sehingga kurang sesuai dengan anjing tanah.

Makrofauna tanah yang ditemukan jumlahnya tidak merata, dan rata-rata makrofauna tersebut perannya di alam sebagai hama. Terjadinya perubahan-perubahan kelimpahan dan daya bertahan hidup serangga hama merupakan hasil interaksi antara sifat biologi hama tersebut yang membangun populasi dengan faktor lingkungan efektif dalam ekosistem pertanian yang bersangkutan (Borror *et al.* 1992).

Berdasarkan hasil penelitian indeks keanekaragaman makrofauna permukaan tanah pada stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3 lebih tinggi dibandingkan dengan makrofauna dalam tanahnya. Begitu juga dengan indeks keanekaragaman pada tempat ternaung lebih tinggi daripada terdedah. Perbedaan ketinggian daerah tampaknya kurang berpengaruh terhadap indeks keanekaragaman makrofauna tanahnya. Makrofauna tanah di kawasan Dieng termasuk hewan yang memiliki kisaran toleransi suhu yang luas sehingga dapat dijumpai di berbagai ketinggian. Faktor-faktor yang berperan dalam mempengaruhi keanekaragaman makrofauna

tanah seperti jenis lahan, jenis tanaman, jenis pupuk serta jenis hewan yang terkait dengan makanannya.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman makrofauna tanah di kawasan Dieng dengan faktor ketinggian tertentu kurang berpengaruh terhadap indeks keanekaragamannya. Indeks keanekaragaman makrofauna tanah pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 adalah rendah sampai sedang. Indeks keanekaragaman berkisar antara 0,62 sampai 1,04. Keanekaragaman makrofauna tanah selain dipengaruhi oleh sifat fisika dan kimia tanah, juga dipengaruhi oleh jenis lahan, jenis tanaman, jenis pupuk serta jenis hewan yang terkait dengan makanannya.

B. Saran

- 1) Setelah mengetahui manfaat makrofauna tanah diharapkan masyarakat atau petani dapat lebih memerhatikan keberadaan makrofauna tanah dengan menjaga lingkungan tanah di kawasan Dieng sehingga kestabilan dan komunitas makrofauna tanah di lahan alami maupun lahan budidaya tetap terjaga.
- 2) Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut khususnya eksplorasi makrofauna tanah di kawasan Dieng di musim kering sehingga didapatkan spesies-spesies baru yang belum teridentifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alouw J. 2007. *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) Pheromone and its Use to Control Coconut Beetle, *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Indonesian Coconut and Other Palmae Research Institute*.
- Andriana R. 2007. Evaluasi Kawasan Lindung Dataran Tinggi Dieng Kabupaten Wonosobo. *Tesis*. Megister Ilmu Lingkungan UNDIP Semarang.
- Anggraini PWK, Maddub A dan Anggraini HR. 2003. *Pengaruh Kelembaban terhadap Absorbansi Optik Lapisan Gelatin*. Seminar Nasional I Opto Elektronika dan Aplikasi Laser. Jakarta 1-2 Oktober.
- Anwar EK dan Ginting RCB. 2013. *Mengenal Fauna Tanah dan Cara Identifikasinya*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Jakarta: IAARD Press. 104 hal.
- Anwar EK, Kabar P dan Subowo. 2006. Pemanfaatan Cacing Tanah Pheretima hupiensis untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Faperta UISU* 25(1): 42-51.
- Arief A. 2001. *Hutan dan Kehutanan*. Kanisius. Jakarta. 179 hal.
- Ashikin SS, Wahyuni AN dan Ardiwinata. 2008. *Keanekaragaman Serangga Musuh Alami di Lahan Rawa*. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (BALLITRA). Banjarbaru Kalimantan Selatan.
- Borrer Dj, Triplehorn CA dan Johnson NF. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga* (Penerjemah: S. Partosoedjono dan Mukayat DB). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press).
- Botkin DB dan Edward AK. 2000. *Environmental Science Earth As A living Planet Third Edition*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Campbell NA, Jane BR and Lawrence GM. 2004. *Biologi*. Edisi Kelima Jilid Tiga. Jakarta: Erlangga.
- Cheli GH, Corley JC, Bruzzone O, Del BM, Martinez F, Martinez RN and Rios I. 2010. The Ground-Dwelling Arthropod Community of Peninsula Valdes in Pentagonis, Argentina. *Journal of Insects Sains*. Volume 10.
- Christina LS. 1991. *Kunci Determinasi Serangga*. Program Nasional Pelatihan dan Pengembangan Pengenalan Hama Terpadu. Penerbit: Kanisius. Yogyakarta.

- Clausen. 1940. *Entomophagus Insect*. First Edition. New York. McGraw Hill Book.
- Crossley Jr DA, Mueller BR and Perdue JC. 1992. Biodiversity of microarthopds in agricultural soil: relations to processes. *Agriculture. Ecosyst. Environ.* 40:37-46.
- Dina K. 2005. Penentuan Posisi Objek Wisata dan Prasarana Wisata Dataran Tinggi Dieng Kecamatan Batur Kabupaten Banjarnegara. *Tugas Akhir*. Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Semarang.
- Djamal IZ. 2003. *Prinsip-Prinsip Ekologi dan Organisasi Ekosistem, Komunitas dan Lingkungan*. PT Bumi Aksara. Jakarta.
- Dwiastuti. 2013. Kajian tentang Kontribusi Cacing Tanah dan Perannya terhadap Lingkungan Kaitannya dengan Kualitas Tanah. *Skripsi*. Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret.
- Edward Ca dan JR Lofty. 1977. *Biology of Earthworm*. London. Chapman and Hall. Pp. 77-221.
- Elya F, Suwondo dan Mayrita E. 2008. Struktur Komunitas Arthropoda dalam Tanah pada Areal Perkebunan Karet (*Hevea bransiliaensis*) di Kec. Inuman Kab. Kuantan Singingi-Riau. *Journal Pilar Sains*. 1(7): 37-45. Jurusan Pendidikan MIPA FKIP. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Falahuddin I, Rizal S dan Dahlia. 2011. Keanekaragaman Semut Predator Arboreal (Hymenoptera: Formicidae) di Perkebunan Kelapa Sawit SPPN Sembawa Banyuasin. *Jurnal Sainsmatika*. 8(1): 49-54.
- Fao. 2009. *The Importance of Soil Organic Matter*. <http://www.fao.org/docrep/009/a0100e/a0100e0d.htm>. [18 Agustus 2010].
- Hanafiah KA, Napoleon A dan Ghoffar N. 2007. *Biologi Tanah: Ekologi dan Makrobiologi Tanah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Hanafiah KA. 2005. *Biologi Tanah (Ekologi dan Mikrobiologi Tanah)*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Hardjowigeno S. 1992. *Ilmu Tanah*. PT Mediatama Sarana Perkasa. Jakarta. 233 hal.
- Hartatik W dan Widowati LR. 2011. Pupuk Kandang. Diakses dari balitanah.litbang.deptan.go.id/dokumentasi/buku/pupuk/pupuk4.pdf. [18 Oktober 2016].

- Hatta M. 2010. Kepadatan dan Distribusi Cacing Tanah di TPA. *Skripsi*. Pendidikan Biologi FKIP UNRI. Pekanbaru.
- Herlinda SW, Estuningsih SP dan Irsan C. 2008. Perbandingan Keanekaragaman Spesies dan Kelimpahan Arthropoda Predator Penghuni Tanah di Sawah Lebak yang diaplikasi dan tanpa aplikasi insektisida. *Journal Entomol. Indon*. Volume 5 nomor 2. pp 96-107.
- Hermawan B. 2005. Monitoring Kadar Air Tanah melalui Pengukuran Sifat Dielektrik pada Lahan Jagung (Monitoring Soil Water Content Using Dielectrical Properties at Corn Field). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 7(1): 15-22.
- Hickman GC dan Susan MH. 2002. *The Ecology Action Guide, Action for A Sustainable Future*. Pearson Education Inc. San Fransisco.
- Isnainingsih NR dan Marwoto MR. 2011. Keong Hama Pomacea di Indonesia: Karakter Morfologi dan Sebarannya (Mollusca, Gastropoda dan Ampullaridae). *Berita Biologi: Jurnal-Jurnal Ilmu Hayati*. 10(4), 441-446. LIPI.
- Jumar. 2006. *Entomologi Pertanian*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Kartasapoetra G, Kartasapoetra AG dan Sutedjo MM. 1991. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Khodijah S, Herlinda CI, Pujiastuti Y dan Thalib R. 2012. Arthropoda Predator Penghuni Ekosistem Persawahan Labak dan Pasang Surut Sumatera Selatan. *Jurnal Lahan Subop*. 1(1): 57-63.
- Linda P. 2011. Studi Analisis Pengaruh Jenis Tanah, Kelembaban, Temperatur dan Kadar Garam terhadap Tahanan Pertahanan Tanah. *Tesis*. Program Magister Teknik Elektro Universitas Indonesia. Depok.
- Maftu'ah E, Alwi M dan Mahrita W. 2005. Potensi Makrofauna Tanah sebagai Indikator Kualitas Tanah Gambut. *Bioscientiae*. 1(2): 1-14.
- Makalew ADN. 2001. *Keanekaragaman Biota Tanah pada Agroekosistem Tanpa Olah Tanah (TOT)*. IPB Bogor.
- Marlia S. 2010. Kelimpahan dan Distribusi Plankton di Perairan Waduk Kedungombo. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

- Martala S dan Maya L. 2014. Kepadatan dan Distribusi Cacing Tanah di Areal Arboretum *Dipterocarpaceae* 1,5 Ha Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning Pekanbaru. *Jurnal Lectura* Volume 5. Februari 2014. Universitas Lancang Kuning. Pekanbaru.
- Mokany A, Wood JT and Cunningham SA. 2008. "Effect of shade and shading history on species abundances and ecosystem processes in temporary ponds". *Freshwater Biology*. 53(10): 1917-1928.
- Munir M. 2003. *Geologi Lingkungan*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Ngabekti S, Dewi L dan Sugiyanto R. 2007. *Tingkat Kerusakan Lingkungan di Dataran Tinggi Dieng sebagai Database Guna Upaya Konservasi (The Level of Environmental Damage in Dieng Plateau for Database to Conservation Action)*. Pusat Studi Pendidikan Lingkungan Hidup (PKLH). Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Nusroh Z. 2007. Studi Diversitas Makrofauna Tanah di Bawah Beberapa Tanaman Palawija yang berbeda di Lahan Kering pada saat Musim Penghujan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Nyffeler M dan Sunderland KD. 2003. Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystem: a comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystem & Environment* 95: 576-612.
- Odum EP. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi. Edisi Ketiga*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Paimin FB. 1999. *Mengatasi Permasalahan Jangkrik*. Cetakan I. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pankhurst CE. 1994. Biological Indicators of Soil Health and Sustainable Productivity. In DJ. Greenland and I. Szabolcs (eds). *Soil Resiliense and Sstainable Land Use*. CAB International. Oxon.
- Partaya. 2002. "Komunitas Fauna Tanah dan analisis Bahan Organik di TPA Kota Semarang". *Seminar Nasional: Pengembangan Biologi Menjawab Tantangan Kemajuan IPTEK*, 29 April 2002. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Prabaningrum L, Tonny KM, Asih KK dan Nikardi G. 2014. *Modul Pelatihan Budidaya Kentang berdasarkan Konsepsi Pengendalian Hama Terpadu (PHT)*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Kementrian Pertanian. Lembang-Bandung Barat: IAARD Press. 78 hal.

- Purwowidodo. 2005. *Tanah dan Erosi*. Bogor: Kenari.
- Rahmawaty. 2000. Keanekaragaman Serangga Tanah dan Perannya pada Komunitas *Rhizophora* spp. dan Komunitas *Cerriops* tagal di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, Sulawesi Tenggara. *Tesis*. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 73 hal.
- _____. 2004. Studi Keanekaragaman Mesofauna Tanah di Kawasan Hutan Wisata Alam Sibolangit. *Skripsi*. Jurusan Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Schread JC. 1950. *Oriental Earthworm and Its Control*. USGA Journal.
- Setyowati DL dan Hardati P. 2009. *Fenomena Dataran Tinggi Dieng*. Semarang: Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Semarang.
- Sitompul. 2009. *Radiasi dalam Sistem Agroforestri*. <http://www.icraf.cgiar.org/sea/publications/Files/lecturenote/LN0034-04/LN0034-04-5.pdf>. [20 Agustus 2010].
- Subyanto, Achmad S, Sri SS dan Christina LS. 2007. *Kunci Determinasi Serangga*. Program Pelatihan dan Pengembangan Pengendalian Hama Terpadu. Yogyakarta: Kanisius.
- Sugiyarto, Efendi M, Mahajoeno E, Sugito Y, Handayanto E dan Agustina L. 2007. "Preferensi Berbagai Jenis Makrofauna Tanah terhadap Sisa Bahan Organik Tanaman pada Intensitas Cahaya Berbeda". *Biodiversitas*. 7(4): 96-100.
- Sugiyarto. 2000. Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Berbagai Umur Tegakan Sengon di RPH Jatirejo, Kab. Kediri. *Biodiversitas*. 1(2): 47-53.
- _____. 2008. "Konservasi Makrofauna Tanah dalam Sistem Agroforestri". Disampaikan pada *Seminar Nasional Pendidikan Biologi* "Peningkatan Mutu Pembelajaran Biologi Melalui Pengayaan Materi Biologi Terapan" diselenggarakan oleh Prodi-Ikatan alumni Biosains PPs UNS Surakarta, 24 Mei 2008.
- Suin NM. 1997. *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.
- _____. 2012. *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.
- Sukarsono. 2009. *Konsep, Perilaku, Psikologi dan Komunikasi*. Pengantar Ekologi Hewan. UMM Press. Malang.

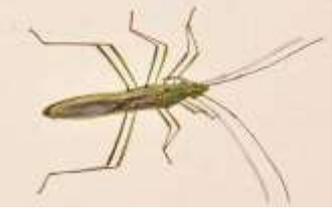
- Sulandjari P, Wisnubroto S dan Indradewa D. 2005. "Hubungan Mikroklimat dengan Pertumbuhan dan Hasil Pule Pandak (*Rauvolfia serpentina* Benth.)". *Agrosains*. 7(2): 71-76.
- Suntoro WA. 2003. Peranan Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. *Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah*. Sebelas Maret University Press. Surakarta.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi. Yogyakarta.
- Surya VA. 2011. Komposisi dan Diversitas Arthropoda Tumbuhan Penutup Tanah pada Lahan Porang dan Tanpa Porang di Madiun. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya. Malang.
- Susanto P. 2000. *Pengantar Ekologi Hewan*. Jakarta: Proyek Pengembangan Guru Sekolah Menengah IBRD Loan No. 3979 Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Sekolah.
- Sutedjo dan Kartasapoetra AG. 2005. *Pengantar Ilmu Tanah*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Sutedjo MM. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Suwondo. 2002. "Komposisi dan Keanekaragaman Mikroarthropoda pada Tanah sebagai Indikator Karakteristik Biologi pada Tanah Gambut". *Jurnal Natur Indonesia*, 4(2). 112-186.
- Thalib R, Efendi dan Herlinda S. 2002. Struktur Komunitas dan Potensi Artropoda Predator Hama Padi Penghuni Ekosistem Sawah Dataran Tinggi Daerah Lahat. Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional* dalam Rangka Dies Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya dan Peringatan Hari Pangan Sedunia. Palembang 7-8 Oktober 2002.
- Tim Sintesis Kebijakan. 2008. Pemanfaatan Biota Tanah untuk Keberlanjutan Produktivitas Pertanian Lahan Kering Masam. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 1(2): 157-163.
- Tjasyono B. 2004. *Klimatologi Edisi Kedua*. Penerbit ITB. Bandung.
- Widyastuti R. 2004. Abundance, biomass and diversity of soil fauna at different ecosystem in Jakenan Pati Central Java. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 6 (1), 1-6.
- Wulangi SK. 1992. *Prinsip-Prinsip Dasar Fisiologi Hewan*. Jakarta: Direktorat Pengembangan Ilmu-Ilmu Biologi Dirjen Dikti.

Yulipriyanto H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengolahannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Lampiran 1

Klasifikasi makrofauna tanah di kawasan Dieng

No	Ordo/spesies	Klasifikasi	Keterangan	Peranan
1	<i>Locusta migratoria</i> (Belalang) 	Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Orthoptera Famili: Acrididae Genus: <i>Locusta</i> Spesies: <i>Locusta migratoria</i>	Antenna pendek, pronotum tidak memanjang ke belakang, tarsi beruas 3 buah. Femur kaki belakang membesar, ovopositor pendek. Ukuran tubuh betina lebih besar dibandingkan dengan yang jantan. Sebagian besar berwarna abu-abu atau kecoklatan dan beberapa mempunyai warna cerah pada sayap belakang. Mempunyai alat suara (tympana) yang terletak di ruas abdomen pertama. Aktif pada siang hari (Christina 1991).	Hama, merusak buah atau bunga
2	<i>Gryllus bimaculatus</i> (Jangkrik) 	Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Orthoptera Famili: Gryllidae Genus: <i>Gryllus</i> Spesies: <i>Gryllus bimaculatus</i>	Dewasa umumnya berwarna hitam, nimpha kuning pucat dengan garis-garis coklat. Antenna panjang dan halus seperti rambut. Jenis jantan mempunyai gambaran cincin di sayap depan, pada betina mempunyai ovipositor panjang berbentuk jarum atau silindris. Dewasa akan hilang sayapnya setelah menetap di lingkungan sawah (Christina 1991).	Menyerang akar tanaman dan sebagai herbivor
3	<i>Gryllotalpa hirsuta</i> (Anjing tanah) 	Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Orthoptera Famili: Gryllotalpidae Genus: <i>Gryllotalpa</i> Spesies: <i>Gryllotalpa hirsuta</i>	Serangga berwarna coklat kehitaman menyerupai cengkerik dengan sepasang kaki depan yang kuat. Sifatnya sangat polifag, memakan akar, umbi, ubi dan tanaman muda (Prabaningrum <i>et al.</i> 2014).	Hama tanaman

4	<p><i>Forficula auricularia</i> (Cecopet)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Dermaptera Famili: Forficulidae Genus: <i>Forficula</i> Spesies: <i>Forficula auricularia</i></p>	<p>Tubuh berwarna hitam kecoklatan, ukuran 11-17 cm, antenna beruas 12-15 buah. Jenis jantan mempunyai forcep lebih kasar dan nampak kuat, jenis betina mempunyai forcep lebih ramping dan umumnya keduanya saling bersilangan. Hidup di tanaman sayuran, palawija atau tanaman perkebunan, terutama tempat-tempat yang lembab. Aktif pada malam hari, siang hari bersembunyi di antara dedaunan. Dalam menikmati mangsa sering melengkungkan abdomen dan forcep yang telah menjepit mangsa melalui punggung kearah mulut (Christina 1991).</p>	<p>Ummnya sebagai predator, jarang sebagai hama tanaman.</p>
5	<p><i>Nezara viridula</i> (Kepik hijau)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Hemiptera Famili: Pentatomidae Genus: <i>Nezara</i> Spesies: <i>Nezara viridula</i></p>	<p>Ukuran tubuh kecil sampai besar, antenna 5 ruas, sama panjang atau lebih panjang darikepala, mempunyai bentuk perisai yang khas, scutellum berkembang dengan baik. Umumnya berwarna cerah (Christina 1991).</p>	<p>Menyerang tanaman</p>
6	<p><i>Leptocorisa acuta</i> Thunberg. (Walang sangit)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropada Kelas: Insecta Ordo: Hemiptera Famili: Coreidae Genus: <i>Leptocorisa</i> Spesies: <i>Leptocorisa acuta</i> Thunberg.</p>	<p>Serangga dewasa berbentuk ramping dan berwarna coklat dengan ukuran panjang sekitar 14-17 mm dan lebar 3-4 mm dengan tungkai dan antena yang panjang. Perbandingan antara jantan dan betina 1:1, setelah menjadi imago serangga ini baru dapat kawin. Lama periode bertelur rata-rata 57 hari sedangkan walang sangit dapat hidup selama rata-rata 80 hari (Ashikin <i>et al.</i> 2008).</p>	<p>Hama tanaman</p>

7	<p><i>Eleodes</i> sp</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Coleoptera Famili: Carabidae Genus: <i>Eleodes</i> Spesies: <i>Eleodes</i> sp</p>	<p>Antenna timbul agak di sebelah lateral, pada sisi-sisi kepala antara mata dan mandibel, klipeus tidak timbul secara lateral di belakang dasar-dasar sungut. Elytra seringkali dengan longitudinal atau deretan-deretan lubang-lubang (Borror <i>et al.</i> 1992).</p>	Hama tanaman
8	<p><i>Anthrenus scrophulariae</i></p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Coleoptera Famili: Chrysomelidae Genus: <i>Anthrenus</i> Spesies: <i>Anthrenus scrophulariae</i></p>	<p>Tubuh relatif kecil 5 mm, berwarna hitam campur orange dan terdapat banyak duri dibagian tubuh. Terdapat elytra pada bagaian abdomen. Antenna pendek, kurang dari setengah panjang tubuh. Biasanya ditemukan di aeral pertanian budidaya (Borror <i>et al.</i> 1992).</p>	Hama tanaman
9	<p><i>Epitrix</i> sp</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Coleoptera Famili: Chrysomelidae Genus: <i>Epitrix</i> Spesies: <i>Epitrix</i> sp</p>	<p>Beberapa carabid adalah pemakan tumbuhan, kadang menyerang biji jagung di dalam tanah dan menghalangi mereka untuk berkecambah. Hal ini kadang-kadang menyebabkan kerusakan yang besar, terutama selama musim-musim semi yang dingin ketika perkecambahan tertunda (Borror <i>et al.</i> 1992).</p>	Hama tanaman
10	<p><i>Oryctes rhinoceros</i> (Kumbang badak)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Coleoptera Famili: Bruchidae Genus: <i>Oryctes</i> Spesies: <i>Oryctes rhinoceros</i></p>	<p>Tubuh kokoh, oval atau memanjang; elytra sangat kasar, beragam ukuran dan warna. Umumnya berwarna coklat atau kehitaman. Antenna membentuk benjolan panjang, 8-11 ruas. Memiliki tanduk pada kepala atau protonum. Dewasa aktif pada malam hari (Christina 1991).</p>	Hama tanaman

11	<p><i>Apogonia</i> sp (Kumbang daun)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Coleoptera Famili: Scarabaeidae Genus: <i>Apogonia</i> Spesies: <i>Apogonia</i> sp</p>	<p>Tubuh relatif kecil, pendek, gemuk dan bulat telur, banyak yang berwarna cerah dan mengkilap. Kepala tidak memanjang menjadi suatu moncong, ujung abdomen biasanya tertutup elytra. Antenna pendek, kurang dari setengah panjang tubuh. Tarsi nampaknya 4-4-4 tetapi sesungguhnya 5-5-5 (Christina 1991).</p>	Hama tanaman
12	<p><i>Hydrophillus triangularis</i> (Larva coleoptera)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Coleoptera Famili: Hyrdophilidae Genus: <i>Hyrdophilus</i> Spesies: <i>Hyrdophilus triangularis</i></p>	<p>Bentuk tubuh oval, ukuran 1-40 mm. Palpus maxillaris panjang menyerupai antenna, biasanya lebih panjang daripada antenna. Metasternum memanjang kearah posterior berbentuk duri yang tajam. Kaki belakang pipih dan mempunyai rumbai-rumbai rambut. Larva yang telah tua akan meninggalkan pupa dalam lubang di bawah tanah (Christina 1991).</p>	Hama tanaman
13	<p>Larva <i>Holotrichia</i> sp</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Coleoptera Famili: Scarabidae Genus: <i>Holotrichia</i> Spesies: <i>Holotrichia</i> sp</p>	<p>Serangga dewasa berupa kumbang berwarna coklat dengan panjang tubuh $\pm 2,5$ cm. Kepala larva berwarna putih kemerahan dan ciri khas larva uret perutnya dalam posisi membengkok (Prabaningrum <i>et al.</i> 2014).</p>	Hama tanaman
14	<p><i>Paederus fuscipes</i></p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Coleoptera Famili: Staphylinidae Genus: <i>Paederus</i> Spesies: <i>Paederus fuscipes</i></p>	<p>Umumnya kumbang dewasa berukuran antara 6-8 mm. Kepala berwarna hitam, pronotumnya kecoklatan, abdomen berwarna merah kecoklatan, kadang-kadang hitam atau kemerahan. Mempunyai kebiasaan mengangkat bagian belakang abdomennya ke atas ketika ada gangguan (Clausen 1940).</p>	Predator

15	<p><i>Phthorimaea operculella</i></p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Lepidoptera Famili: Gelechiidae Genus: <i>Phthorimaea</i> Spesies: <i>Phthorimaea operculella</i></p>	<p>Serangga dewasa berupa ngengat kecil yang berukuran 1-1,5 cm berwarna coklat kelabu dan aktif pada malam hari. Larva berwarna putih kelabu (Prabaningrum <i>et al.</i> 2014).</p>	Hama tanaman
16	<p><i>Agrotis ipsilon</i> (Ulat tanah)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Lepidoptera Famili: Noctuidae Genus: <i>Agrotis</i> Spesies: <i>Agrotis ipsilon</i></p>	<p>Serangga dewasa berupa ngengat yang aktif terbang pada malam hari. Tubuh serangga dewasa keabu-abuan dengan sayap berwarna kelabu dengan tanda hitam coklat. Ulat berwarna hitam keabu-abuan, aktif merusak tanaman pada malam hari dan kadang-kadang bersifat kanibal (Prabaningrum <i>et al.</i> 2014).</p>	Hama tanaman
17	<p><i>Spodoptera litura</i> (Ulat grayak)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Lepidoptera Famili: Noctuidae Genus: <i>Spodoptera</i> Spesies: <i>Spodoptera litura</i></p>	<p>Serangga dewasa berupa ngengat berwarna coklat. Larva mempunyai warna yang bervariasi, tetapi mempunyai ciri khas yaitu noktah hitam pada segmen abdomen ke empat dan ke sepuluh yang menyerupai kalung. Hama ini bersifat polifag (Prabaningrum <i>et al.</i> 2014).</p>	Hama tanaman
18	<p><i>Liriomyza</i> sp (Lalat pengorok daun)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Diptera Famili: Curtonotidae Genus: <i>Liriomyza</i> Spesies: <i>Liriomyza</i> sp</p>	<p>Serangga dewasa lalat pengorok daun berupa lalat kecil yang berukuran ± 2 mm. Larva aktif mengorok dan membuat lubang pada jaringan daun (Prabaningrum <i>et al.</i> 2014).</p>	Predator

19	<p><i>Nephrotoma</i> sp (Lalat bangau)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Diptera Famili: Tipulidae Genus: <i>Nephrotoma</i> Spesies: <i>Nephrotoma</i> sp</p>	<p>Kaki sangat panjang dan ramping seperti nyamuk, mesotonum dengan celah berbentuk V, tidak mempunyai ocelli. Sebagian besar berukuran 10-25 mm, kecoklatan atau abu-abu, beberapa dengan spot-spot gelap sayap. Antenna 6 ruas atau lebih, jantan dengan bulu-bulu panjang atau plumose. mempunyai cell discal, vena anal 2, mencapai pinggiran sayap (Christina 1991).</p>	Merusak tanaman budidaya
20	<p><i>Exechia nugatoria</i> (Agas jamur)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Diptera Famili: Sciaridae Genus: <i>Exechia</i> Spesies: <i>Exechia nugatoria</i></p>	<p>Agas jamur dewasa berukuran kecil dan ramping, panjang sekitar 2,5 mm, dan memiliki antenna dan kaki yang panjang. Mereka biasanya berwarna abu-abu gelap. Beberapa agas jamur yang dewasa memakan nektar bunga, Larva memakan jamur, kayu yang membusuk dan bahan tanaman basah (Borror <i>et al.</i> 1992).</p>	Hama tanaman
21	<p><i>Labopelta ocellifera</i></p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Hymenoptera Famili: Formicidae Genus: <i>Labopelta</i> Spesies: <i>Labopelta ocellifera</i></p>	<p>Mandibula panjang, sempit, terletak pada sudut-sudut anterior kepala, bergaris-garis longitudinal. Torak dengan batas-batas pro dan mesotorak sangat jelas; pronotum cembung, mesonotum agak tertekan, membulat; metanotum bagian bawah seolah-olah terpotong. Kaki dengan tipe cakar pektinet (Suin 1997).</p>	Predator

22	<p><i>Auplopus carbonarius</i> (Lebah laba-laba)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Hymenoptera Famili: Pompilidae Genus: <i>Auplopus</i> Spesies: <i>Auplopus carbonarius</i></p>	<p>Kaki panjang, femur belakang biasanya memanjang sampai ujung abdomen. Ukuran 10-25 mm, ada yang sampai 40 mm, umumnya berwarna gelap, beberapa dengan sayap gelap. antenna 13 ruas atau kurang. Sudut belakang protonum menyentuh (hampir) menyentuh tegula. Biasa ditemukan di bunga atau tanah saat mencari mangsa. Sayap tidak dilipat longitudinal saat istirahat (Christina 1991).</p>	Predator
23	<p><i>Xanthopimpla</i> sp (Parasit pinggang ramping)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Hymenoptera Famili: Ichneumonidae Genus: <i>Xanthopimpla</i> Spesies: <i>Xanthopimpla</i> sp</p>	<p>Tubuh ramping berbentuk seperti tabuhan, ukuran 3-40 mm. Sayap depan terdapat gambaran seperti kepala kuda atau 2 pembuluh melintang, mempunyai 2 recurrent vena. Antenna beruas 16 buah atau lebih, sedikitnya setengah panjang tubuh. Ovipositor panjang sampai 15 mm. Bervariasi dalam bentuk dan warna. Beberapa berwarna kekuningan dn hitam, sebagian lagi mempunyai antenna yang pertengahannya kekuningan atau keputihan. Dapat dijumpai di lahan kering maupun basah (Christina 1991).</p>	Predator
24	<p><i>Lycosa leucostigma</i></p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Araneida Famili: Lycosidae Genus: <i>Lycosa</i> Spesies: <i>Lycosa leucostigma</i></p>	<p>Abdomen oval dan biasanya tidak jauh lebih besar dari chepalothorax. Kaki panjang dan runcing. Warna tubuh biasanya abu-abu, coklat atau hitam pudar. Punggung coklat dengan rambut-rambut berwarna abu-abu, terdapat gambaran seperti garpu mulai dari daerah mata ke belakang. Bagian kepala terdapat capit yang membesar (Christina 1991).</p>	Predator

25	<p><i>Lycosa pseudoannulata</i></p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Araneida Famili: Lycosidae Genus: <i>Lycosa</i> Spesies: <i>Lycosa pseudoannulata</i></p>	<p>Abdomen oval dan biasanya tidak jauh lebih besar dari chepalothorax. Kaki panjang dan runcing. Warna tubuh biasanya abu-abu, coklat atau hitam pudar. Punggung coklat dengan rambut-rambut berwarna abu-abu, terdapat gambaran seperti garpu mulai dari daerah mata ke belakang. Pada abdomen terdapat gambaran warna putih. Jenis jantan mempunyai palpus yang membesar. Laba-laba betina bertelur dalam kepompong yang dibuat dari benang halus dan dibawa ke mana-mana oleh induknya. Setelah menetas, anak-anaknya langsung naik ke punggung induknya (Christina 1991).</p>	<p>Memangsa hama sebelum populasinya meningkat sampai tingkat yang merusak.</p>
26	<p><i>Plexippus paykuli</i></p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Araneida Famili: Salticidae Genus: <i>Plexippus</i> Spesies: <i>Plexippus paykuli</i></p>	<p>Dewasa mempunyai ukuran 5-9 mm. Tubuh padat, kaki pendek dan kuat kadang-kadang berambut, kadang-kadang tidak. Kaki berwarna lebih terang dari tubuh. Mempunyai dua mata besar (Christina 1991).</p>	<p>Predator</p>
27	<p><i>Araneus inustus</i></p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Araneida Famili: Araneida Genus: <i>Araneus</i> Spesies: <i>Araneus inustus</i></p>	<p>Tubuh bulat, tetapi abdomen lebih besar dibandingkan dengan cephalothorax. Tubuh berwarna-warni, abdomen dengan gambaran putih kekuningan dan kelabu atau lembaran hitam berbentuk bulat telur. Ukuran tubuh jenis jantan jauh lebih kecil (Christina 1991).</p>	<p>Predaor</p>

28	<p><i>Oxyopes javanus</i></p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Araneida Famili: Oxyopidae Genus: <i>Oxyopes</i> Spesies: <i>Oxyopes javanus</i></p>	<p>Mudah dikenal dengan melihat mata dan kakinya yang seperti berduri-duri panjang. Betina mempunyai gambaran putih diagonal dua pasang pada sisi abdomen, yang jantan palpusnya membesar. Susunan mata berpola bundar (Christina 1991).</p>	Predator
29	<p><i>Trigoniulus corallinus</i> (Kaki seribu)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Diplopoda Ordo: Spirobolida Famili: Trigoniulidae Genus: <i>Trigoniulus</i> Spesies: <i>Trigoniulus corallinus</i></p>	<p>Tubuhnya silindris, memiliki dua pasang kaki tiap segmen tubuhnya. Hidup di tanah serasah (Suin 1997). Mempunyai stipit gnatokilarium terpisah, panjang tubuh mencapai 100 mm (Borror <i>et al.</i> 1992).</p>	Predator
30	<p><i>Caddo pepperella</i></p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Opilliones Famili: Sclerosomatidae Genus: <i>Caddo</i> Spesies: <i>Caddo pepperella</i></p>	<p>Arachnida ini mempunyai tubuh yang membulat atau bulat telur. Biasanya terdapat dua mata, umumnya terletak pada tiap-tiap sisi satu penonjolan median. Terdapat kelenjar bau, kelenjar ini disekresikan suatu cairan yang berbau aneh apabila hewan ini diganggu (Borror <i>et al.</i> 1992).</p>	Predator
31	<p><i>Megabunus diadema</i></p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Insecta Ordo: Opilliones Famili: Phalangiidae Genus: <i>Megabunus</i> Spesies: <i>Megabunus diadema</i></p>	<p>Ditemukan di antara lumut, memiliki warna samar yang menyatu dengan habitatnya, hampir tak terlihat jika tidak bergerak. pasangan panjang kaki sekitar 35 mm. Sepasang mata menonjol dilengkapi dengan duri. <i>M. diadema</i> meletakkan 30 telur per tahun, yang dititipkan di antara sampah daun atau pada tanah (Borror <i>et al.</i> 1992).</p>	Predator

32	<p><i>Parmarion</i> sp (Gastropoda slug/siput telanjang)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Mollusca Kelas: Gastropoda Ordo: Pulmonata Famili: Helicarionidae Genus: <i>Parmarion</i> Spesies: <i>Parmarion</i> sp</p>	<p>Termasuk siput setengah telanjang karena masih terlihat adanya cangkang kecil yang tereduksi. Mantel dan cangkang membentuk tonjolan di bagian punggung, menutupi dari bagian kepala hingga separuh bagian tubuhnya. Cangkang tipis berwarna kuning kecoklatan, mengkilat, berbentuk seperti kuku. Panjang tubuhnya 3–5 cm, berwarna coklat kekuningan atau coklat keabuan dan semakin gelap pada tubuh bagian belakang. (Isnainingsih & Marwoto 2011).</p>	Hama tanaman
33	<p><i>Gyraulus convexiusculus</i> (Gastropoda snail)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Mollusca kelas: Gastropoda Ordo: Convexiusculus Famili: Planorbidae Genus: <i>Gyraulus</i> Spesies: <i>Gyraulus convexiusculus</i></p>	<p>Spesies ini memiliki panjang berkisar antara 1-2 cm, tipe cangkang membentuk lingkaran dengan apeks berada di tengah cangkang, memiliki celah mulut lebar dan cangkang berwarna putih. Spesies ini ditemukan dalam berbagai jenis habitat dan badan air alami dan buatan seperti danau, kolam, selokan dan sawah (Isnainingsih & Marwoto 2011).</p>	Hewan ini sebagai hospes perantara dari banyak macam parasit trematoda
34	<p><i>Geophilus flavus</i></p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Chilopoda Ordo: Geopilomorpha Famili: Genus: <i>Geophilus</i> Spesies: <i>Geophilus flavus</i></p>	<p>Tubuh pipih dorsoventral, dengan satu pasang kaki tiap segmen. Mempunyai gigi racun di depan kepala. Hidup di tanah dan serasah (Suin 1997).</p>	Predator

35	<p><i>Scolopendra morsitans</i> (Kelabang)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Filum: Arthropoda Kelas: Chilopoda Ordo: Scolopendromorpha Famili: Scloropendridae Genus: <i>Scolopendra</i> Spesies: <i>Scolopendra morsitans</i></p>	<p>Merupakan kelompok kelabang yang terdapat di daerah tropika. Sungut dengan 17 ruas atau lebih, mata biasanya 4 atau lebih pada tiap sisi. Beberapa jenis di daerah tropis mungkin setengah meter atau lebih panjangnya. Banyak scolopendrid - scolopendrid berwarna kehijau-hijauan atau kekuning-kuningan (Borrer <i>et al.</i> 1992).</p>	Predator
36	<p><i>Pheretima</i> sp (Cacing tanah)</p> 	<p>Kingdom : Animalia Filum : Annelida Kelas : Oligochaeta Ordo : Opisthopora Famili : Megascolecidae Genus : <i>Pheretima</i> Species : <i>Pheretima</i> sp</p>	<p>Tubuh tersusun oleh segmen-segmen fraksi luar dan fraksi dalam yang saling berhubungan secara integral, diselaputi oleh epidermis berupa kutikula (kulit kaku) berpigmen tipis dan seta, kecuali pada dua segmen pertama (bagian mulut), bersifat <i>hemaprodit</i>. Tubuh dibedakan atas bagian <i>anterior</i> dan <i>posterior</i>. Pada bagian anteriornya terdapat mulut, prostomium dan beberapa segmen yang agak menebal membentuk <i>klitelium</i> (Edwards & Lofty 1977; Hanafiah <i>et al.</i> 2003).</p>	Dekomposer materi organik, meningkatkan kesuburan tanah, dan aerasi tanah
37	<p><i>Hirudo</i> sp (Lintah)</p> 	<p>Kingdom: Animalia Phylum: Annelida Class: Hirudinea Ordo: Arhynchobdellida Famili: Hirudinidae Genus: <i>Hirudo</i> Species: <i>Hirudo</i> sp</p>	<p>Tubuh dengan alat hisap yang besar pada satu ujung dan satu yang kecil pada ujung yang lainnya. Terdiri dari gabungan 14 segmen seperti cincin (Christina 1991).</p>	Parasitoid

Lampiran 2

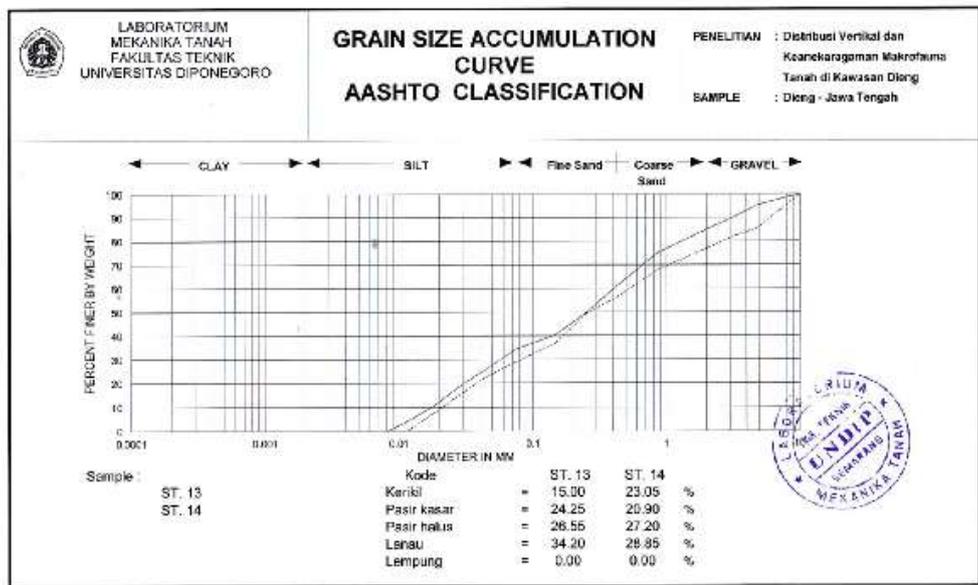
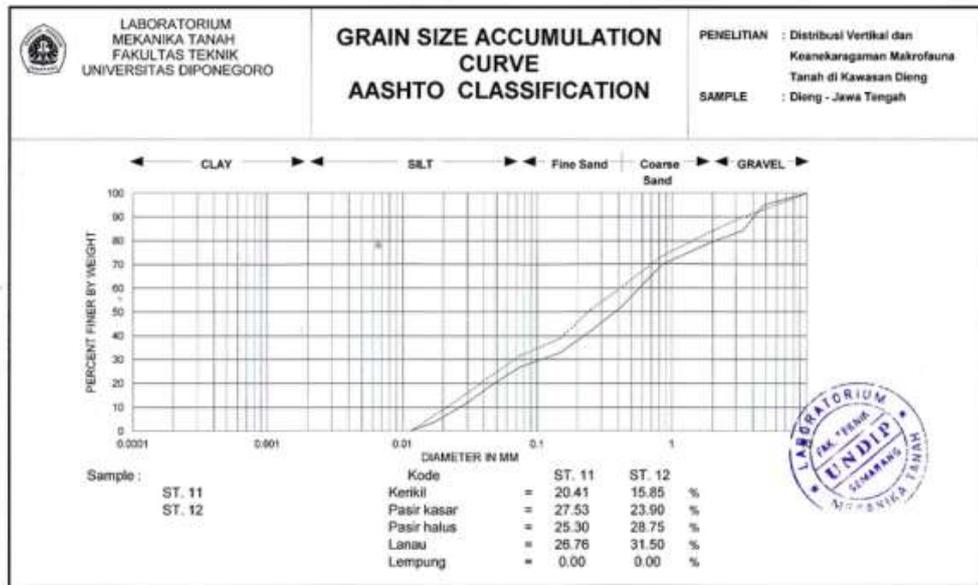
Faktor fisika-kimia tanah berdasarkan ketinggian di kawasan Dieng

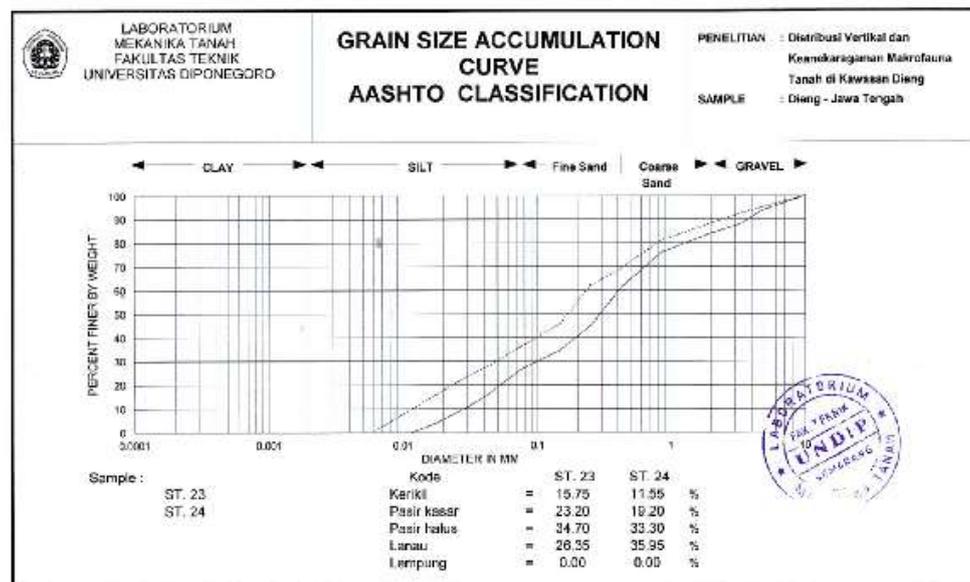
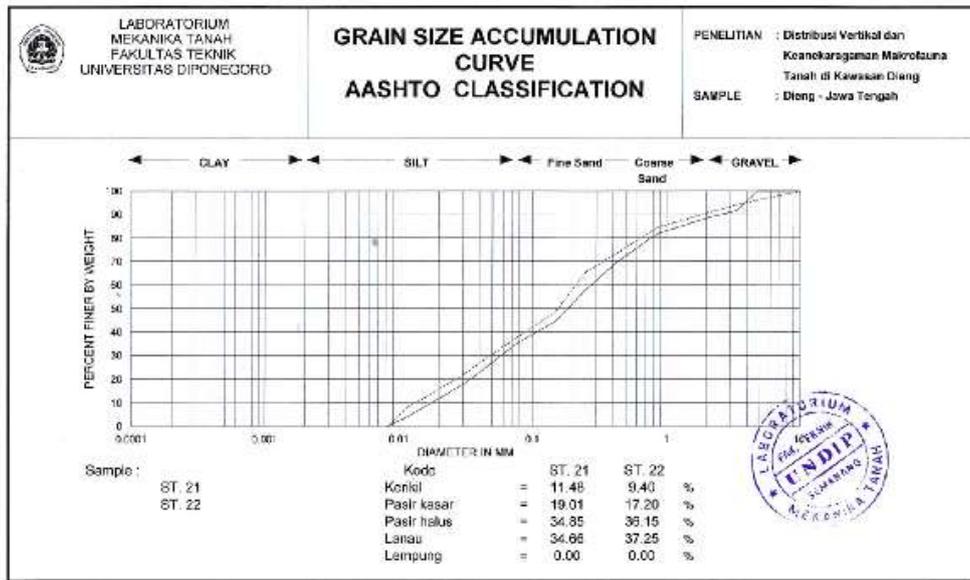
Faktor Fisika-Kimia	Stasiun I				Stasiun II				Stasiun III				
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	
Kadar Air (%)	60,59	63,14	64,07	63,50	65,74	65,68	68,51	69,98	68,27	71,68	69,72	66,26	
Warna tanah	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	
Suhu tanah (°C)	19	20	22	23	18	18	20	22	17	18	19	20	
Konsistensi tanah	gembur	gembur	gembur	gembur	gembur	gembur	gembur	gembur	gembur	sangat gembur	sangat gembur	sangat gembur	sangat gembur
Intensitas cahaya (lux)	1213	1464	1583	1701	734	629	966	5610	1481	1792	1821	6980	
pH tanah	6,5	7,5	6,2	6,5	6,5	6,6	6,6	6,9	5	6,4	6,8	6,3	
Kelembaban tanah (%)	6	6,5	4,5	6,5	4,5	3	5,2	6,9	5,9	3,2	4,5	6,3	
Kelembaban udara (%)	93	100	70	100	97	92	83	90	95	78	74	64	
Suhu udara (°C)	19	19	25	18,5	18	21	23	20	18	23	23	25	

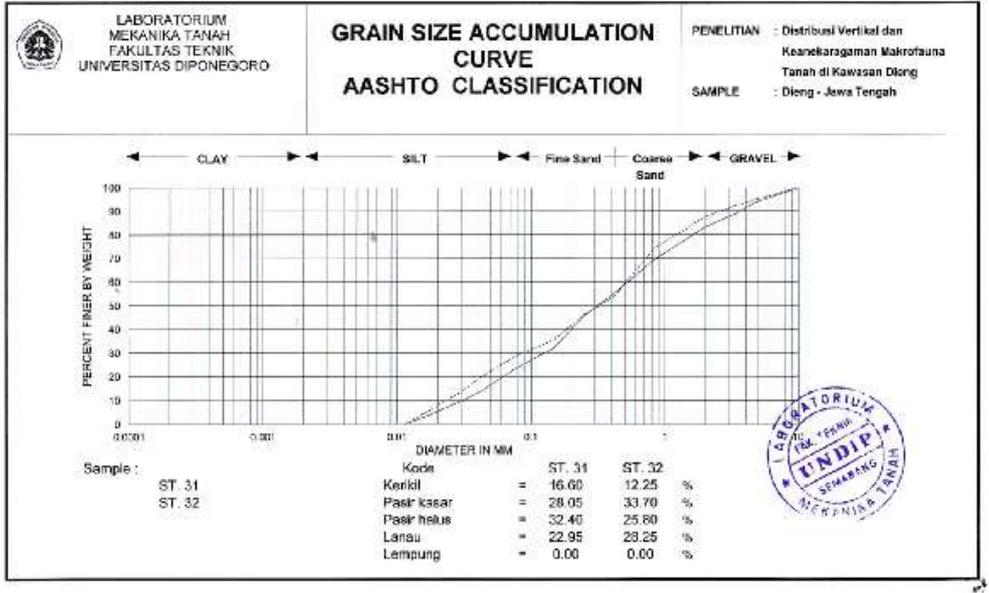
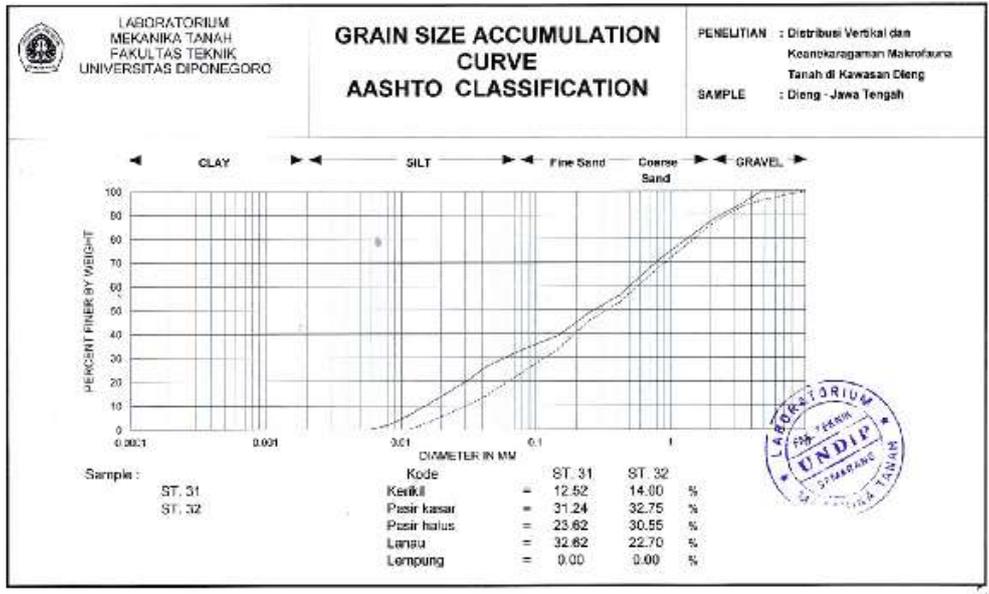
Keterangan: M1= Minggu ke-1 M3= Minggu ke-3
M2= Minggu ke-2 M4= Minggu ke-4

Lampiran 3

Hasil uji tekstur tanah Dieng di Laboratorium Mekanika Tanah UNDIP







Lampiran 4

Data Curah Hujan Wilayah Pegunungan Dieng


BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA (BMKG)
STASIUN KLIMATOLOGI SEMARANG
 Jl. Siliwangi No. 291 Semarang 50145 Telp. 024 - 76632712, 7609016, Fax 024 - 7612394

DATA CURAH HUJAN BULANAN JANUARI S/D MEI 2016
LOKASI : WILAYAH PEGUNUNGAN DIENG

KABUPATEN	NAMA	KOORDINAT	JAN	FEB	MAR	APR	MAY
BANJARNEGARA	KARANGKOBAR	109.71 , -7.278	102	373	392	464	501
WONOSOBO	BEDAKAH	109.92 , -7.32	551	372	827	556	399

Kriteria Curah Hujan Bulanan :

0 - 100 mm	: rendah
101 - 300 mm	: menengah
301 - 400 mm	: tinggi
> 401 mm	: sangat tinggi

Semarang, 08 Juni 2016
 Mengetahui,
An. Kepala Seksi Data dan Informasi
Stasiun Klimatologi Semarang
Staff Sie. Data dan Informasi

ROSYIDAH, S.Kom
NIP : 19850308 200701 2 003

Lampiran 5

Rekapitulasi kehadiran ordo/spesies makrofauna tanah selama 1 bulan di kawasan Dieng

No	Ordo/Spesies	Minggu 1						Monggu 2						Minggu 3						Minggu 4					
		Stasiun 1		Stasiun 2		Sasiun 3		Stasiun 1		Stasiun 2		Sasiun 3		Stasiun 1		Stasiun 2		Sasiun 3		Stasiun 1		Stasiun 2		Sasiun 3	
		Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td	Tn	Td
1.	Orthoptera																								
1.	<i>Locusta migatoria</i>	1	2	1				13	1					1	4					2					
2.	<i>Gryllus bimaculatus</i>	4	5		1			7	6	1	2		2	6	3				7	11	1	1	3		
3.	<i>Gryllotalpa hirsuta</i>														1										
2.	Dermaptera																								
4.	<i>Forficula auricularia</i>	1	1	1				3		6	1	1	4	3	8	5	5	1	5	2	3	4	7	6	1
3.	Hemiptera																								
5.	<i>Nezara viridula</i>													3											
6.	<i>Leptocorisa acuta</i> T.			1		1		1	3	1															
4.	Coleoptera																								
7.	<i>Eleodes</i> sp			1				1	1																
8.	<i>Anthrenus scrophulariae</i>									2	1														
9.	<i>Epitrix</i> sp							2																	
10.	<i>Oryctes rhinoceros</i>		9			3	2	6		2	4	10	1	4	1		3	3	1	2			2	4	

26. <i>Plexippus paykuli</i>		1	2				1							5	21	5	1	4	7	1	9	4	7	5	1
27. <i>Araneus inustus</i>			3				4	15	3						1				1						
28. <i>Oxyopes javanus</i>								1																	
9. Spirobolida																									
29. <i>Trigoniulus corallines</i>														8	1				2			1			
10. Opiliones																									
30. <i>Caddo pepperella</i>	4		3	1	6	6	2		4		9	3	5					1	4	1	1		5		3
31. <i>Megabunus diadema</i>																							1		1
11. Hygrophila																									
32. <i>Gyraulus convexiusculus</i>														3					2				1		2
12. Pulmonata																									
33. <i>Parmarion</i> sp																			2	2			1	3	1
13. Geophilomorpha																									
34. <i>Geophilus flavus</i>											2				1				2				2		
14. Scolopendromorpha																									
35. <i>Scolopendra morsitans</i>		3	1	1			1		1		2								1						
15. Haplotoxida																									
36. <i>Pheretima</i> sp	47	31	6	15	26	56	63	57	10	25	44	49	40	14	11	22	27	36	43	16	19	15	48	35	
16. Arhynchobdellida																									
37. <i>Hirudo</i> sp				1						1								1				3			
Total	187	287	27	35	39	69	161	167	45	56	77	75	128	128	28	46	64	65	92	103	48	43	73	42	

Lampiran 6

**Hasil pengamatan jumlah kehadiran makrofauna permukaan tanah selama satu bulan pada kondisi ternaung di kawasan
Dieng**

Trap	Stasiun 1 (1.400 mdpl)					Stasiun 2 (1.700 mdpl)					Stasiun 3 (2.000) mdpl				
	M1	M2	M3	M4	N	M1	M2	M3	M4	N	M1	M2	M3	M4	N
1	17	7	9	3	36	0	2	2	1	5	0	6	7	1	14
2	11	3	9	3	26	3	0	1	2	6	1	4	1	2	17
3	17	8	6	4	35	2	1	0	1	4	1	2	1	4	8
4	17	3	7	3	30	0	9	1	1	11	1	1	1	2	5
5	12	20	7	2	41	3	3	0	1	7	2	2	2	3	9
6	3	8	3	7	21	3	1	1	4	9	2	3	2	2	9
7	13	6	14	4	37	1	3	1	4	9	0	2	2	1	5
8	23	9	6	11	49	2	4	3	3	12	1	1	10	2	14
9	14	6	3	3	26	1	4	1	0	6	2	3	3	2	10
10	13	18	8	2	41	1	4	1	2	8	0	5	1	1	7
N	140	88	72	42	341	16	31	11	19	77	10	29	30	20	89

Keterangan: M1 : Minggu ke-1
M2 : Minggu ke-2
M3 : Minggu ke-3
M4 : Minggu ke-4

Lampiran 7

Hasil pengamatan jumlah kehadiran makrofauna permukaan tanah selama satu bulan pada kondisi terdedah di kawasan Dieng

Trap	Stasiun 1 (1.400 mdpl)					Stasiun 2 (1.700 mdpl)					Stasiun 3 (2.000 mdpl)				
	M 1	M 2	M 3	M 4	N	M 1	M 2	M 3	M 4	N	M 1	M 2	M 3	M 4	N
1	28	11	5	5	49	3	2	1	1	7	1	2	2	0	5
2	32	7	12	11	62	1	6	2	4	13	2	0	0	1	3
3	20	11	12	12	55	2	5	1	1	9	0	2	2	0	4
4	18	14	9	6	47	3	1	1	1	6	1	2	2	1	6
5	48	10	18	22	98	1	1	2	0	4	2	1	0	0	3
6	14	13	8	9	44	1	3	0	2	6	1	2	3	0	6
7	22	10	10	12	54	1	3	1	1	6	0	2	1	0	3
8	25	6	5	6	42	1	3	0	1	5	3	1	0	0	4
9	26	9	23	2	60	3	0	2	3	8	0	1	2	0	3
10	10	14	5	3	32	2	1	1	3	7	3	1	1	1	6
N	243	105	107	88	543	18	25	11	17	71	13	14	13	3	43

Keterangan: M1 : Minggu ke-1
M2 : Minggu ke-2
M3 : Minggu ke-3
M4 : Minggu ke-4

Lampiran 8

Hasil pengamatan jumlah kehadiran makrofauna dalam tanah selama satu bulan pada kondisi ternaung dikawasan Dieng

No.	Stasiun 1 (1.400 mdpl)					Stasiun 2 (1.700 mdpl)					Stasiun 3 (2.000 mdpl)				
	M 1	M 2	M3	M4	N	M 1	M 2	M3	M4	N	M 1	M 2	M3	M4	N
1	13	14	11	4	42	2	5	1	5	13	5	2	9	11	27
2	7	15	13	17	52	2	1	5	3	11	2	7	1	4	14
3	8	18	5	7	38	3	4	2	5	14	8	6	8	4	26
4	9	13	5	7	34	1	3	2	9	15	7	7	3	6	23
5	10	13	23	17	63	3	1	7	8	19	7	26	13	28	74
N	47	73	57	52	229	11	14	17	30	72	29	48	34	53	164

Keterangan: M1 : Minggu ke-1
M2 : Minggu ke-2
M3 : Minggu ke-3
M4 : Minggu ke-4

Lampiran 9

Hasil pengamatan jumlah kehadiran makrofauna dalam tanah selama satu bulan pada kondisi terdedah di kawasan Dieng

No	Stasiun 1 (1.400 mdpl)					Stasiun 2 (1.700)					Stasiun 3 (2.000 mdpl)				
	M 1	M2	M3	M4	N	M 1	M2	M3	M4	N	M 1	M2	M3	M4	N
1	13	10	5	1	29	1	8	9	5	23	18	11	8	6	43
2	2	23	3	5	33	3	7	9	7	26	10	13	14	6	43
3	14	15	4	7	40	5	6	5	4	20	9	19	16	12	56
4	6	2	2	1	11	5	6	6	4	21	8	6	7	2	23
5	9	12	7	1	29	3	4	6	6	19	11	12	7	13	43
Σ	44	62	21	15	142	17	31	35	26	109	56	61	52	39	208

Keterangan: M1 : Minggu ke-1
M2 : Minggu ke-2
M3 : Minggu ke-3
M4 : Minggu ke-4

Lampiran 10

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman makrofauna permukaan tanah di kawasan Dieng

Trap	Ternaung			Terdedah			ni/N						H= ni/N log ni/N					
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3												
1	36	5	14	49	7	5	0,11	0,07	0,16	0,09	0,10	0,12	0,10	0,08	0,13	0,09	0,10	0,11
2	26	6	17	62	13	3	0,08	0,08	0,19	0,11	0,18	0,07	0,09	0,09	0,14	0,11	0,14	0,08
3	35	4	8	55	9	4	0,10	0,05	0,09	0,10	0,13	0,09	0,10	0,07	0,07	0,10	0,11	0,10
4	30	11	5	47	6	6	0,09	0,14	0,06	0,09	0,09	0,14	0,09	0,12	0,12	0,09	0,09	0,12
5	41	7	9	98	4	3	0,12	0,09	0,10	0,18	0,06	0,07	0,11	0,10	0,10	0,13	0,07	0,08
6	21	9	9	44	6	6	0,06	0,12	0,10	0,08	0,09	0,14	0,08	0,11	0,10	0,09	0,09	0,12
7	37	9	5	54	6	3	0,11	0,12	0,06	0,10	0,09	0,07	0,11	0,11	0,07	0,10	0,09	0,08
8	49	12	14	42	5	4	0,14	0,16	0,16	0,08	0,07	0,09	0,12	0,13	0,13	0,09	0,08	0,10
9	26	6	10	60	8	3	0,08	0,08	0,11	0,11	0,11	0,07	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11	0,08
10	41	8	7	32	7	6	0,12	0,10	0,08	0,06	0,10	0,14	0,11	0,10	0,09	0,07	0,10	0,12
N	341	77	89	543	71	43												
H													0,99	0,98	1,04	0,98	0,98	0,98

Keterangan :

St.1 : stasiun 1

St.2 : stasiun 2

St.3 : stasiun 3

N : total

H : indeks keanekaragaman

Lampiran 11

Hasil perhitungan indeks pemerataan makrofauna permukaan tanah di kawasan Dieng

Trap	Ternaung			Terdedah			LnS						E = H/LnS					
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3												
1	36	5	14	49	7	5	3,58	1,51	2,64	3,89	1,95	1,51	0,03	0,05	0,05	0,02	0,05	0,07
2	26	6	17	62	13	3	3,26	1,79	2,83	4,13	2,57	1,10	0,03	0,05	0,05	0,03	0,05	0,07
3	35	4	8	55	9	4	3,56	1,39	2,08	4,01	2,20	1,39	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,07
4	30	11	5	47	6	6	3,40	2,40	1,51	3,85	1,79	1,79	0,03	0,05	0,08	0,02	0,05	0,07
5	41	7	9	98	4	3	3,71	1,95	2,20	4,59	1,39	1,10	0,03	0,05	0,05	0,03	0,05	0,07
6	21	9	9	44	6	6	3,05	2,20	2,20	3,78	1,79	1,79	0,03	0,05	0,05	0,02	0,05	0,07
7	37	9	5	54	6	3	3,61	2,20	1,51	3,99	1,79	1,10	0,03	0,05	0,05	0,03	0,05	0,07
8	49	12	14	42	5	4	3,89	2,49	2,64	3,74	1,51	1,39	0,03	0,05	0,05	0,02	0,05	0,07
9	26	6	10	60	8	3	3,26	1,79	2,30	4,09	2,08	1,10	0,03	0,05	0,05	0,03	0,05	0,07
10	41	8	7	32	7	6	3,72	2,08	1,95	3,47	1,95	1,79	0,03	0,05	0,05	0,02	0,05	0,07
N	341	77	89	543	71	43												
E													0,28	0,49	0,48	0,25	0,51	0,70

Keterangan :

St.1 : stasiun 1

St.2 : stasiun 2

St.3 : stasiun 3

N : total

E : indeks pemerataan

Lampiran 12

Hasil perhitungan indeks dominansi makrofauna permukaan tanah di kawasan Dieng

Trap	Ternaung			Terdedah			C = (ni/N) ²					
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3						
1	36	5	14	49	7	5	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
2	26	6	17	62	13	3	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
3	35	4	8	55	9	4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4	30	11	5	47	6	6	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
5	41	7	9	98	4	3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6	21	9	9	44	6	6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
7	37	9	5	54	6	3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8	49	12	14	42	5	4	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
9	26	6	10	60	8	3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
10	41	8	7	32	7	6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
N	341	77	89	543	71	43						
C							0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11

Keterangan :

St.1 : stasiun 1

St.2 : stasiun 2

St.3 : stasiun 3

N : total

C : indeks dominansi

Lampiran 13

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman makrofauna dalam tanah di kawasan Dieng

No	Ternaung			Terdedah			ni/N						H = ni/N log ni/N					
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3												
1	42	13	27	29	23	43	0,18	0,18	0,17	0,20	0,21	0,21	0,18	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14
2	52	11	14	33	26	43	0,23	0,15	0,09	0,23	0,24	0,21	0,15	0,13	0,09	0,15	0,15	0,14
3	38	14	26	40	20	56	0,17	0,19	0,16	0,28	0,18	0,27	0,13	0,14	0,13	0,16	0,14	0,15
4	34	15	23	11	21	23	0,15	0,21	0,14	0,08	0,19	0,11	0,12	0,14	0,12	0,09	0,14	0,11
5	63	19	74	29	19	43	0,28	0,26	0,45	0,20	0,17	0,21	0,15	0,15	0,16	0,14	0,13	0,14
N	229	72	164	142	109	208												
H													0,74	0,69	0,62	0,67	0,69	0,68

Keterangan :

St.1 : stasiun 1

St.2 : stasiun 2

St.3 : stasiun 3

N : total

H : indeks keanekaragaman

Lampiran 14

Hasil perhitungan indeks pemerataan makrofauna dalam tanah di kawasan Dieng

No	Ternaung			Terdedah			LnS						E = H/LnS					
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3												
1	42	13	27	29	23	43	3,74	2,57	3,30	3,37	3,14	3,76	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04
2	52	11	14	33	26	43	3,95	2,94	2,64	3,50	3,26	3,76	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04
3	38	14	26	40	20	56	3,64	2,64	3,26	3,69	3,00	4,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04
4	34	15	23	11	21	23	3,53	2,71	3,14	2,40	3,05	3,14	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03
5	63	19	74	29	19	43	4,14	2,94	4,30	3,37	2,94	3,76	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04
N	229	72	164	142	109	208												
E													0,19	0,25	0,19	0,20	0,23	0,19

Keterangan :

St.1 : stasiun 1

St.2 : stasiun 2

St.3 : stasiun 3

N : total

E : indeks pemerataan

Lampiran 15

Hasil perhitungan indeks dominansi makrofauna dalam tanah di kawasan Dieng

No	Ternaung			Terdedah			$C = (ni/N)^2$					
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3						
1	42	13	27	29	23	43	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04
2	52	11	14	33	26	43	0,05	0,02	0,01	0,05	0,06	0,04
3	38	14	26	40	20	56	0,03	0,04	0,03	0,08	0,03	0,07
4	34	15	23	11	21	23	0,02	0,04	0,02	0,01	0,04	0,01
5	63	19	74	29	19	43	0,08	0,07	0,20	0,04	0,03	0,04
N	229	72	164	142	109	208						
C							0,21	0,21	0,28	0,22	0,20	0,21

Keterangan :

St.1 : stasiun 1

St.2 : stasiun 2

St.3 : stasiun 3

N : total

C : indeks dominansi

Lampiran 16

SK Pembimbing Skripsi



KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
 Nomor: *1678/P/2015*
 Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2015/2016

- Menimbang** : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Biologi/Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Biologi/Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat** : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
 2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
 3. SK, Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
 4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
- Menimbang** : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Biologi/Biologi Tanggal 4 Desember 2015

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
PERTAMA :

Menunjuk dan menugaskan kepada:

1. Nama : Drs. Bambang Priyono, M.Si
 NIP : 195703101988101001
 Pangkat/Golongan : IV/A
 Jabatan Akademik : Lektor Kepala
 Sebagai Pembimbing I

2. Nama : Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si
 NIP : 196004101984032001
 Pangkat/Golongan : IV/A
 Jabatan Akademik : Lektor Kepala
 Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama : NUR ITSNA RIZQIYYAH

NIM : 4411412072

Jurusan/Prodi : Biologi/Biologi

Topik : Distribusi Vertikal dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Dieng

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan
 1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
 2. Ketua Jurusan
 3. Petinggal


 4411412072
 FM-03-ARD-24/Rev. 00

DITETAPKAN DI : SEMARANG
 PADA TANGGAL : 4 Desember 2015
 DEKAN



Prof. Dr. ZAENURI, S.E., M.Si, Akt.
 NIP 196412231988031001

Lampiran 17

Surat Perijinan Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Gedung D12 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang - 50229
Telp. +62248508112/+62248508005 Fax. +62248508005
Website: <http://mipa.unnes.ac.id> Email: mipa@unnes.ac.id

No : 3226/UN37.1.4/LT/2016
Lamp : -
Hal : Izin Penelitian

Kepada

Yth Kepala Laboratorium Biologi FMIPA Unnes
Di Semarang

Dengan hormat,

Bersama ini, kami mohon izin pelaksanaan penelitian untuk penyusunan skripsi/Tugas Akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Nur Itsna Rizqiyah
NIM : 4411412072
Prodi : Biologi
Judul : Distribusi Vertikal dan Keaneekaragaman Makrifauna Tanah di Kawasan Dieng
Tempat : Laboratorium Biologi FMIPA Unnes
Waktu : bulan Mei 2016 – selesai

Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

3 Mei 2016

Dekran

Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si, Akt

NIP. 196412231988031001

FM-05-AKD-24



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
 FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
 Gedung D12 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang - 50229
 Telp. +62248508112/+62248508005 Fax. +62248508005
 Website: <http://mipa.unnes.ac.id> Email: mipa@unnes.ac.id

No : 3226 /UN37.1.4/LT/2016
 Lamp : -
 Hal : Izin Penelitian

Kepada

Yth Kepala Laboratorium Teknik Sipil UNDIP
 Di Semarang

Dengan hormat,

Bersama ini, kami mohon izin pelaksanaan penelitian untuk penyusunan skripsi/Tugas Akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Nur Itsna Rizqiyah
 NIM : 4411412072
 Prodi : Biologi
 Judul : Distribusi Vertikal dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Dieng
 Tempat : Laboratorium Teknik Sipil UNDIP
 Waktu : bulan Mei 2016 – selesai

Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

3 Mei 2016

Dekan

Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si, Ak.
 NIP. 196412231988031001

FM-05-AKD-24



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
 FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
 Gedung D12 Kampus Sekuran Gunungpati Semarang - 50229
 Telp. +62248508112/+62248508005 Fax. +62248508005
 Website: <http://mipa.unnes.ac.id> Email: mipa@unnes.ac.id

No :  /UN37.1.4/LT/2016
 Lamp : -
 Hal : Izin Penelitian

Kepada
 Yth Kepala BMKG Kota Semarang
 Di Semarang

Dengan hormat,

Bersama ini, kami mohon izin pelaksanaan penelitian untuk penyusunan skripsi/Tugas Akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Nur Itsna Rizqiyah
 NIM : 4411412072
 Prodi : Biologi, S1
 Judul : Distribusi Vertikal dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Dieng
 Tempat : BMKG Kota Semarang
 Waktu : bulan Mei 2016 – selesai

Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih,

1 Juni 2016

Dekan,



Prof. Dr. Zaenuri, S.E, M.Si,Akt

NIP. 196412231988031001

FM-05-AKD-24



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Gedung D12 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang - 50229
Telp. +62248508112/+62248508005 Fax. +62248508005
Website: <http://mipa.unnes.ac.id> Email: mipa@unnes.ac.id

No : *3062* /UN37.1.4/LT/2016
Lamp : -
Hal : Izin Penelitian

Kepada

Yth Kepala Pengurus Cabang PGRI Kec. Kejajar
Di Wonosobo

Dengan hormat,

Bersama ini, kami mohon izin pelaksanaan penelitian untuk penyusunan skripsi/Tugas Akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Nur Itsna Rizqiyah
NIM : 4411412072
Prodi : Biologi, S1
Judul : Distribusi Vertikal dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Dieng
Tempat : Desa Kejajar, Kec. Kejajar
Waktu : bulan Mei 2016 – selesai

Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

1 Juni 2016

Defta,

Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si, Akt
NIP. 196412231988031001

FM-05-AKD-24



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Gedung D12 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang - 50229
Telp. +62248508112/+62248508005 Fax. +62248508005
Website: <http://mipa.unnes.ac.id> Email: mipa@unnes.ac.id

No : 3063 /UN37.1.4/LT/2016
Lamp : -
Hal : Izin Penelitian

Kepada

Yth Kepala Desa Kejajar, Kec. Kejajar
Di Wonosobo

Dengan hormat,

Bersama ini, kami mohon izin pelaksanaan penelitian untuk penyusunan skripsi/Tugas Akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Nur Itsna Rizqiyah
NIM : 4411412072
Prodi : Biologi, S1
Judul : Distribusi Vertikal dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Dieng
Tempat : Desa Kejajar, Kec. Kejajar
Waktu : bulan Mei 2016 – selesai

Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

1 Juni 2016

DeKAP,

Prof. Dr. Zaenuri, S.E, M.Si, Akt

NIP. 196412231988031001

FM-05-AKD-24



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Gedung D12 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang - 50229
Telp. +62248508112/+62248508805 Fax. +62248508005
Website: <http://mipa.unnes.ac.id> Email: mipa@unnes.ac.id

No : 3863/UN37.1.4/LT/2016
Lamp : -
Hal : Izin Penelitian

Kepada

Yth Kepala Desa Tieng, Kec. Kejajar
Di Wonosobo

Dengan hormat,

Bersama ini, kami mohon izin pelaksanaan penelitian untuk penyusunan skripsi/Tugas Akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Nur Itna Rizqiyah
NIM : 4411412072
Prodi : Biologi, S1
Judul : Distribusi Vertikal dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Dieng
Tempat : Desa Tieng, Kec. Kejajar
Waktu : bulan Mei 2016 – selesai

Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

1 Juni 2016

Dekan

Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si, Akt

NIP. 196412231988031001

FM-05-AKD-24



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Gedung D12 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang - 50229
Telp. +62248508112/+62248508005 Fax. +62248508005
Website: <http://mipa.unnes.ac.id> Email: mipa@unnes.ac.id

No : 8863 /UN37.1.4/LT/2016
Lamp : -
Hal : Izin Penelitian

Kepada

Yth Kepala Desa Dieng Kulon, Kec. Batur
Di Wonosobo

Dengan hormat,

Bersama ini, kami mohon izin pelaksanaan penelitian untuk penyusunan skripsi/Tugas Akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Nur Itsna Rizqiyah
NIM : 4411412072
Prodi : Biologi, S1
Judul : Distribusi Vertikal dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Dieng
Tempat : Desa Dieng, Kec. Batur
Waktu : bulan Mei 2016 – selesai

Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

1 Juni 2016

Dekan

Prof. Dr. Zaenuri, S.E, M.Si,Akt
NIP. 196412231988031001

FM-05-AKD-24

Lampiran 18

Dokumentasi penelitian

Lokasi penelitian pada stasiun 1



Lokasi penelitian pada stasiun 2



Lokasi penelitian pada stasiun 3



Pengambilan sampel dengan sortir tangan



Identifikasi makrofauna tanah



Pengukuran intensitas cahaya



Pengukuran kelembaban dan suhu udara



Pengukuran suhu tanah



Pengukuran kelembaban dan pH tanah



Pengamatan konsistensi tanah



Pengamatan warna tanah



Pengukuran kadar air tanah



Wawancara dengan petani Dieng



Pupuk kotoran burung