

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Fauna Tanah

Kelompok hewan 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 hewan-hewan 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).

Berdasarkan ukuran tubuhnya, fauna tanah dibagi menjadi (Hanafiah, 2007):

1. Mikrofauna adalah hewan yang mempunyai ukuran tubuhnya berkisar dari 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, Collembolan, Acarina, Termintes, Oligochaeta, dan Ecnchytraeidae yang menjadi pengurai utama seresah atau bahan organik lain.

3. Makrofauna adalah hewan yang mempunyai ukuran tubuhnya berkisar antara 2 – 20 mm, yang terdiri dari herbivora (pemakan tanaman), dan karnivor (pemakan hewan kecil). Contohnya Arthropoda yaitu *Crustacea* seperti kepiting, *Chilopoda* seperti kelabang, *Diplopoda* kaki seribu, *Arachnida* seperti labalaba, kalajengking, dan serangga (*Insecta*), seperti kelabang, kumbang, rayap, lalat, jangkrik, lebah, semut, serta hewan-hewan kecil lain yang bersarang dalam tanah.
4. Megafauna adalah hewan yang mempunyai ukuran tubuhnya berkisar antara 20 – 200 mm, contohnya adalah Megascolicidae, insectivore atau invertebrata besar lainnya yang dapat mengubah struktur tanah akibat pergerakan dan perilaku makan.

Fauna tanah berdasarkan kehadirannya di tanah dibagi menjadi (Wallwork dalam Syahnen, 2008) :

1. Temporer, yaitu hewan yang memasuki tanah dengan tujuan bertelur, setelah menetas dan berkembang menjadi dewasa, hewan akan keluar dari tanah, misalnya diptera.
2. Transien, yaitu hewan yang seluruh daur hidupnya berlangsung di atas tanah, misalnya kumbang.
3. Periodik, yaitu hewan yang seluruh daur hidupnya ada di dalam tanah, hanya sesekali hewan dewasa keluar dari tanah untuk mencari makanan dan setelah itu masuk kembali, misalnya Collembola dan Acarina.
4. Permanen, yaitu hewan yang seluruh daur hidupnya selalu di tanah dan tidak pernah keluar dari dalam tanah, misalnya Nematoda tanah dan Protozoa.

Pengelompokan fauna tanah disamping berdasarkan ukuran tubuh juga dapat dikelompokkan atas dasar habitat yang dipilihnya dan kegiatan makannya.

Berdasarkan habitatnya hewan tanah ada yang digolongkan (Suin, 2012):

1. Epigeon (hidup pada lapisan tumbuh-tumbuhan dipermukaan tanah)
2. Hemiedafon (hidup pada lapisan organik tanah) dan
3. Euedafon (hidup pada tanah lapisan mineral).

2.1.1 Arthropoda Tanah

Arthropoda merupakan phylum terbesar dari animalia kingdom. Jumlah spesies dalam arthropoda lebih banyak dari pada semua spesies dari phyla lain. Arthropoda merupakan hewan yang dominan dalam dunia ini. Hewan-hewan yang masuk dalam phylum ini antara lain : Udang, insekta, scorio (kalajengking). Cirri-ciri umum dari arthropoda: (1) Mempunyai appendage yang beruas, (2) Tubuhnya bilateral simetris terdiri atas sejumlah ruas-ruas, (3) Tubuhnya dibungkus oleh zat chittine, sehingga merupakan exosekeleton (rangka luar), (4) Biasanya ruas-ruas terdapat bagian-bagian yang tidak berchittine, sehingga ruas-ruas tersebut mudah digerakkan, (5) Sistem syaraf tangga tali, (6) Coelom pada hewan dewasa adalah kecil merupakan suatu rongga berisi darah dan disebut haemocoel (Jasin, 1987).

Arthropoda merupakan fauna tanah yang macam dan jumlahnya cukup banyak, yang paling menonjol adalah springtail dan kutu. Fauna ini mempunyai kerangka luar yang dihubungkan dengan kaki, sebagian besar mempunyai semacam sistem peredaran darah dan jantung (Hanafiah, 2007)

Hewan ini adalah kelompok meso dan makrofauna. Kelompok ini banyak dijumpai di dalam tanah. Hewan-hewan yang termasuk dalam filum ini antara lain udang, insekta, scorio (kalajengking) (Yuliprianto, 2010).

2.1.2 Morfologi Arthropoda Tanah

Ciri-ciri umum Arthropoda diantaranya mempunyai appendage yang beruas-ruas; tubuhnya bilateral simetris terdiri dari sejumlah ruas, tubuh terbungkus oleh zat chitine, sehingga merupakan eksoskeleton, sistem syaraf tangga tali. Hewan-hewan dari filum ini yang terdapat dalam tanah dari kelas Arachid, Crustacea, Insekta dan Myriapoda (Yuliprianto, 2010).

2.1.3 Klasifikasi Arthropoda Tanah

Menurut Hadi *dkk.* (2009), membagi filum arthropoda menjadi tiga Subfilum, yaitu:

1. Subfilum Trilobita

Trilobita merupakan arthropoda yang hidup di laut, yang ada sekitar 245 juta tahun yang lalu. Trilobita diperkirakan hidup pada era Palaeosoic, terutama semasa kala (periode) Cambrian dan Ordovician, kira-kira 600-150 juta tahun yang lalu. Anggota Subfilum trilobita sangat sedikit yang diketahui, karena pada umumnya ditemukan dalam bentuk fosil.

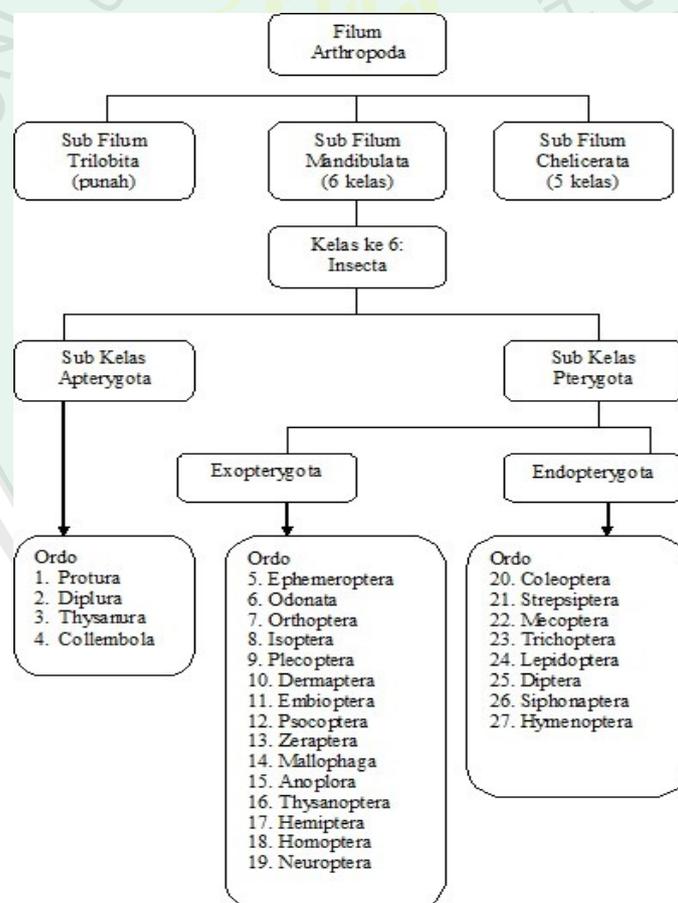
2. Subfilum Chelicerata

Arthropoda yang tergolong dalam filum ini tidak mampu mempunyai antena dan pada umumnya diperlengkapi dengan enam pasang juluran, yang pertama berbentuk alat mulut yang disebut kelisera, sedang sisanya berbentuk

seperti kaki. Yang termasuk dalam kelompok ini adalah laba-laba, tungau, kalajengking dan kepitng.

3. Subfilum Mandibulata

Kelompok ini mempunyai mandible dan maksila di bagian mulutnya. Yang termasuk kelompok mandibulata adalah Crustacea, Myriapoda, dan Insecta (serangga). Salah satu kelompok mandibulata, yaitu kelas crustacea telah beradaptasi dengan kehidupan laut dan populasinya tersebar di seluruh lautan. Anggota kelas Myriapoda adalah Millipedes dan Centipedes yang beradaptasi dengan kehidupan manusia.



Gambar 2.1 Bagan Klasifikasi Arthropoda (Hadi *dkk.*, 2009).

2.1.4 Peranan Arthropoda Tanah

Diversitas makrofauna tanah dan fungsi ekosistem menunjukkan hubungan yang sangat kompleks dan belum banyak diketahui dengan pasti. Akan tetapi telah banyak dilaporkan bahwa penurunan diversitas dan perubahan peran makrofauna tanah terjadi akibat perubahan sistem penggunaan lahan seperti dari ekosistem hutan menjadi ekosistem pertanian. Tanah-tanah yang terdegradasi juga menunjukkan penurunan kompleksitas dan biomassa fauna tanah (Sugiyarto, 2001).

Acarina yang banyak ditemukan pada lapisan permukaan, lapisan fermentasi dan lapisan humus. Acarina mengkonsumsi tanaman yang lapuk, lumut, fungi dan alga. Acarina juga berperan sebagai dekomposer. Pada lahan hutan yang tidak kondusif bagi dekomposer yang lebih besar maka dekomposisi bagian tanaman dilakukan oleh Acarina. Ordo Cryptostigmata berperan dalam mencampurkan bahan organik pada lapisan tanah di bawah permukaan (Syafiuna dkk, 2007).

Hilangnya arthropoda-arthropoda tanah tersebut akan sangat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem. Manfaat arthropoda tanah, khususnya serangga-serangga seperti pendekomposisi bahan organik, berperan dalam siklus nitrogen termasuk mineralisasi, denitrifikasi dan fiksasi N serta pengambilan nutrisi seperti simbiosis mikoriza dengan akar tumbuhan yang membantu pengambilan P dan nutrisi yang lain (Syafiuna dkk, 2007).

Hewan tanah melaksanakan dua proses yang berlainan dalam perombakan. Pertama, pengecilan adalah reduksi ukuran partikel organik, yang terjadi berkat

aktivitas makan hewan-hewan tanah. Kedua, katabolisme adalah pemecahan secara biokimia molekul organik kompleks berkat proses pencernaan fauna dan mikroflora tanah (Deshmukh, 1992)

Tanah yang kekurangan bahan organik menjadi padat, karena salah satu fungsi bahan organik adalah untuk memperbaiki tekstur dan struktur tanah. Fungsi lain bahan organik adalah sebagai sumber mineral sehingga di dalam tanah tersedia unsur hara yang diperlukan tanaman. Di dalam tanah bahan organik secara berangsur-angsur mengalami mineralisasi membentuk hara tanah. Kondisi tanah yang kekurangan bahan organik akan menyulitkan tanaman menyerap unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Hardjowigeno, 1995).

2.1.5 Peranan Arthropoda Tanah pada Tanaman

Tanaman mempengaruhi arthropoda dan serangga melalui dua faktor yaitu faktor fisik (morfologi) dan faktor kimia tumbuhan. Faktor fisik tumbuhan berpengaruh terhadap mekanisme pemilihan inang, makan, pencernaan, kawin, dan peletakan telur serangga. Penghambat fisik tumbuhan terutama berpengaruh terhadap serangga pemakan tumbuhan adalah berupa trikhom, lapisan lilin, kandungan silikat atau skleretisasi jaringan. Pengaruh senyawa kimia yang menentukan resistensi tumbuhan terhadap serangga terdiri dari senyawa organik (selenium), senyawa hasil metabolisme primer (asam sitrat, cystein, asam amino aromatik tertentu) dan senyawa hasil metabolisme sekunder (alkoloid) (Mudjiono, 1998).

Arthropoda merupakan fauna tanah yang macam dan jumlahnya cukup banyak, yang paling menonjol adalah springtail dan kutu. Fauna tanah ini

mempunyai kerangka luar yang dihubungkan dengan kaki, sebagian besar mempunyai semacam sistem peredaran darah dan jantung. Aktivitas biota tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah. Aktivitas biota tanah dapat diukur dengan mengukur besar respirasi di dalam tanah. Respirasi yaitu suatu proses pembebasan energi yang tersimpan dalam zat sumber energi melalui proses kimia dengan menggunakan oksigen. Dari respirasi akan dihasilkan energi kimia ATP untuk kegiatan kehidupan, seperti sintesis (anabolisme), gerak, pertumbuhan (Soemarno, 2010)

Menurut Hidayat (2006) berdasarkan tingkat trofiknya, arthropoda dalam pertanian dibagi menjadi 3 yaitu arthropoda herbivora, arthropoda karnivora dan arthropoda dekomposer. Arthropoda herbivora merupakan kelompok yang memakan tanaman dan keberadaannya menyebabkan kerusakan pada tanaman, disebut sebagai hama. Arthropoda karnivora terdiri dari semua spesies yang memangsa arthropoda herbivora yang meliputi kelompok predator, parasitoid dan berperan sebagai musuh alami arthropoda herbivora. Arthropoda dekomposer adalah organisme yang berfungsi sebagai pengurai yang dapat membantu mengembalikan kesuburan tanah.

Pada ekosistem pertanian dapat dijumpai komunitas serangga yang terdiri dari banyak jenis serangga dan masing-masing jenis memperlihatkan sifat populasi tersendiri. Tidak semua jenis serangga dalam agroekosistem merupakan serangga yang berbahaya. Sebagian besar jenis serangga yang dijumpai merupakan serangga yang dapat berupa musuh alami serangga (predator,

parasitoid). Serangga yang ditemukan pada suatu daerah pertanaman tidak semuanya menetap dan mendatangkan kerugian bagi tanaman (Untung, 2006).

Arthropoda dekomposer sangat berguna dalam proses jaring makanan yang ada, hasil uraiannya dimanfaatkan oleh tanaman (Odum, 1996). Golongan Arthropoda dekomposer ditemukan seringkali ditemukan pada ordo Coleoptera, Blattaria, Diptera dan Isoptera. Serangga lain atau serangga pendatang merupakan serangga yang tidak diketahui peranannya dalam sebuah ekosistem. Jenis serangga ini didominasi oleh keseluruhan famili dari ordo Trichoptera dan Ephemeroptera serta beberapa famili dari ordo Dptera. Peranan serangga sebagai makanan tanaman dan perlindungan bagi tanaman adalah kecil, sedangkan sebagai pengangkutan perannya besar, yaitu sebagai vektor tanaman tingkat rendah, pengangkut polen dan pengangkut biji. Peranan tanaman sebagai pakan dan tempat berlindung bagi serangga sangat besar, sedangkan sebagai pengangkutan sangat kecil (Mudjiono, 1998).

Serangga merupakan salah satu faktor biotis di dalam ekosistem. Setiap individu serangga merupakan unit alami terkecil yang memerlukan bermacam-macam sumber daya yang cukup agar dapat mempertahankan hidup dan memperbanyak diri. Sumber daya tersebut antara lain adalah pakan, tempat berlindung dan pengangkutan (Mudjiono, 1998).

2.2 Faktor- faktor yang Mempengaruhi Keanekaragaman Arthropoda Tanah

Faktor lingkungan berperan sangat penting dalam menentukan berbagai pola penyebaran fauna tanah. Faktor biotik dan abiotik bekerja secara bersama-

sama dalam suatu ekosistem, menentukan kehadiran, kelimpahan, dan penampilan organisme. Odum (1996) menyatakan bahwa ada beberapa parameter yang dapat diukur untuk mengetahui keadaan suatu ekosistem, misalnya dengan melihat nilai keanekaragaman. Keanekaragaman fauna tanah dapat dilihat dengan menghitung indeks diversitasnya. Ada dua faktor penting yang mempengaruhi keanekaragaman serangga tanah, yaitu kekayaan spesies dan pemerataan spesies. Pada komunitas yang stabil indeks kekayaan jenis dan indeks pemerataan jenis tinggi, sedangkan pada komunitas yang terganggu karena adanya campur tangan manusia kemungkinan indeks kekayaan jenis dan indeks pemerataan jenis rendah. Ekosistem yang mempunyai nilai diversitas tinggi umumnya memiliki rantai makanan yang lebih panjang dan kompleks, sehingga berpeluang lebih besar untuk terjadinya interaksi seperti pemangsaan, parasitisme, kompetisi, komensalisme dan mutualisme.

2.2.1 Faktor-faktor Biotik

Keberadaan suatu organisme dalam suatu ekosistem dapat mempengaruhi keanekaragaman. Berkurangnya jumlah maupun jenis populasi dalam suatu ekosistem dapat mengurangi indeks keanekaragamannya. Faktor biotik ini akan mempengaruhi jenis fauna yang dapat hidup di habitat tersebut, karena ada hewan-hewan tertentu yang hidupnya membutuhkan perlindungan yang dapat diberikan oleh kanopi dari tumbuhan di habitat tersebut (Hasyim, 2009).

Krebs (1978) menyatakan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi keberadaan serangga tanah dalam ekosistem yaitu: pertumbuhan populasi dan interaksi antar spesies.

a. Pertumbuhan populasi

Pada dasarnya pertumbuhan populasi dipengaruhi oleh dua hal utama yaitu penambahan dan pengurangan jumlah anggota populasi. Dimana 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 pula mengurangi keanekaragaman komunitas tersebut (Odum, 1996; Campbell, 2004).

Selain itu masa perkembangbiakan 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 mempengaruhi nilai pemerataan dan kekayaan populasi dan pada akhirnya juga mempengaruhi keanekaragamannya (Maulidiyah, 2003).

b. Interaksi antar spesies

Di dalam suatu komunitas ataupun ekosistem terdapat faktor pembatas berupa keterbatasan sumberdaya, baik berupa makanan, maupun tempat hidup. Di dalam komunitas maupun ekosistem terjadi interaksi antar anggota penyusun

populasi. Interaksi antar spesies ini meliputi kompetisi dan pemangsaan (Hasyim,2009).

1. Kompetisi

Persaingan terhadap berbagai sumber tidak akan terjadi apabila sumber-sumber tersebut persediaannya cukup untuk seluruh spesies. Interaksi yang bersifat persaingan seringkali melibatkan ruangan, pakan, unsur hara, sinar matahari dan sebagainya. Persaingan antar jenis dapat berakibat dalam penyesuaian keseimbangan dua jenis satu dengan lainnya, atau memaksa yang satunya untuk menempati tempat lain untuk menggunakan pakan lain, tidak peduli apapun yang menjadi dasar persaingan itu (Odum, 1996). 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 pertambahan dan pengurangan jenis maupun jumlah penyusun komunitas yang akhirnya mempengaruhi keanekaragaman komunitas tersebut Wallwork (1970) dalam Ummi (2007).

2. Pemangsaan

Keberadaan pemangsaan pada suatu lingkungan mengakibatkan adanya pengurangan jenis dan jumlah serangga tanah, sehingga ada ketidakseimbangan jenis dan jumlah hewan dalam suatu komunitas (Kramadibrata, 1995). Pemangsa tersebut secara tidak langsung menjadi pengendali jumlah maupun jenis serangga tanah yang ada. Apabila terjadi pemangsaan terus menerus bisa jadi suatu saat

salah satu jenis serangga tanah akan habis. Berkurangnya jenis dalam komunitas tersebut dapat mengurangi indeks keanekaragamannya.

2.2.2 Faktor-faktor Abiotik

Terdapat beberapa faktor abiotik yang merupakan pendukung bagi kehidupan hewan, antara lain:

a. Kelembaban tanah

Dalam lingkungan daratan, tanah menjadi faktor pembatas penting. Bagi daerah tropika kedudukan air dan kelembaban sama pentingnya seperti cahaya, fotoperiodisme dan fluktuasi suhu bagi daerah temperatur dan daerah dingin (Kramadibrata, 1995).

Kelembaban penting peranannya dalam mengubah efek dari suhu, pada lingkungan daratan terjadi interaksi antara suhu dan kelembaban yang sangat erat hingga dianggap sebagai bagian yang sangat penting dari kondisi cuaca dan iklim (Kramadibrata, 1995). Menurut Odum (1993), temperatur memberikan efek membatasi pertumbuhan organisme apabila keadaan kelembaban ekstrim tinggi atau rendah, akan tetapi kelembaban memberikan efek lebih kritis terhadap organisme pada suhu yang ekstrim tinggi atau ekstrim rendah. Selain itu kelembaban tanah juga sangat mempengaruhi proses nitrifikasi, kelembaban tinggi lebih baik bagi fauna tanah dari pada kelembaban rendah. Dalam praktek kelembaban yang optimum bagi tanaman optimum juga bakteri nitrifikasi (Hakim, 1986).

Pada amphihi, serangga dan avertebrata darat lain, pengaruh kelembaban itu bersifat langsung. Banyak jenis serangga mempunyai batas toleransi sempit

terhadap kelembaban. Jika kondisi kelembaban lingkungan sangat tinggi hewan dapat mati atau bermigran ke tempat lain. Kondisi yang kering kadang-kadang juga mengurangi adanya jenis tertentu karena berkurangnya populasi. Disamping itu kelembaban juga mengontrol berbagai macam aktivitas hewan antara lain, aktivitas bergerak dan makan (Susanto, 2000).

b. Suhu tanah

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). Besarnya perubahan gelombang suhu di lapisan yang jauh dari tanah berhubungan dengan jumlah radiasi sinar matahari yang jatuh pada permukaan tanah. Besarnya radiasi yang terintersepsi sebelum sampai pada permukaan tanah, tergantung pada vegetasi yang ada di permukaannya (Wallwork, 1970) dalam Ummi (2007)..

Secara tidak langsung pengaruh suhu adalah mempercepat kehilangan lalu lintas air yang dapat menyebabkan organisme mati (Odum, 1998). Fluktuasi suhu 10 - 20° C dengan rata-rata 15° C tidak sama pengaruhnya terhadap hewan bila dibandingkan dengan lingkungan bersuhu konstan 15° C (Kramadibrata, 1995).

c. pH tanah

Heddy (1994) menyatakan bahwa derajat keasaman (pH) tanah merupakan faktor pembatas bagi kehidupan organisme baik flora maupun fauna tanah. pH tanah dapat menjadikan organisme mengalami kehidupan yang tidak sempurna atau bahkan akan mati pada kondisi pH yang terlalu asam atau terlalu basa.

Agar flora maupun fauna dapat hidup dengan baik harus berada pada kisaran pH yang netral yaitu antara 6-8. khusus pada hewan tanah, 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). Menurut Suin (2012) ada serangga 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*.

Adapun nilai pH tanah ini menurut Hakim (1986) dapat berubah-ubah. Ini disebabkan karena pengaruh lingkungan yang berupa introduksi bahan-bahan tertentu ke dalam tanah sebagai akibat dari aktivitas alam yang berupa hujan, letusan gunung berapi, pasang surut dan sebagainya. Disamping itu pH tanah juga dipengaruhi oleh kegiatan aktivitas manusia dalam mengolah tanah seperti pemupukan, pemberian kapur dan insektisida.

d. Kadar organik tanah

Kandungan bahan organik dalam tanah pada umumnya hanya menunjukkan kadar persentase yang sedikit saja, namun demikian peranannya tetap besar dalam mempengaruhi 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 dalam tanah (Sutedjo, 2005).

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 mikroorganisme tanah. Serangga tanah golongan saprofit hidupnya tergantung pada sisa daun yang jatuh. Komposisi dan jenis serasah daun itu menentukan jenis serangga tanah yang dapat hidup di sana, dan banyaknya serasah itu menentukan kepadatan serangga tanah. Serangga tanah golongan lainnya tergantung pada kehadiran serangga tanah saprofit itu. Yaitu serangga tanah karnivora dimana makanannya adalah jenis serangga tanah lainnya termasuk saprofit, sedangkan serangga tanah yang tergolong kaprovora memakan sisa atau kotoran saprofit dan karnivora. Organisme yang tergolong mikroflora seperti jamur dan bakteri juga tergantung pada serasah dan arthropoda tanah. Bersama-sama dengan arthropoda tanah, mikroflora seperti jamur, aktinomisetes, dan bakteri mendekomposisi serasah.

Dengan perkataan lain mikroflora tanah juga sangat bergantung pada kadar material organik tanah sebagai penyedia energi bagi kehidupannya (Suin, 2012).

Berdasarkan hasil pengujian Snow dalam Sutedjo *et al* (1996), dimana ia mempelajari tentang kelimpahan jasad renik dalam tanah yang selalu terpengaruh oleh hembusan angin. Ternyata hasil pengujiannya memberitahukan bahwa dalam tiap gram tanah tersebut, yang mengandung sekitar 0.3% bahan organik paling sedikit ditemukan 17.000 organisme. Tanah lainnya yang mengandung sekitar 0.45% bahan organik rata-rata per gramnya dihuni oleh 59.666 organisme.

2.3 Lingkungan Tanah

Lingkungan tanah merupakan lingkungan yang terdiri dari lingkungan biotik dan lingkungan abiotik. Gabungan dari kedua lingkungan ini menghasilkan suatu wilayah yang dapat dijadikan tempat tinggal bagi beberapa jenis makhluk hidup, salah satunya adalah serangga 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).

Bagi ekosistem darat, tanah merupakan titik pemasukan sebagian besar bahan ke dalam tumbuhan. Melalui akar-akarnya tumbuhan menyerap air, nitrat, fosfat, sulfat, kalium, tembaga, seng, dan mineral esensial lainnya. Dengan semua ini, tumbuhan mengubah karbondioksida (dimasukkan melalui daun) menjadi protein, karbohidrat, lemak, asam nukleat, dan vitamin yang dari semuanya itu tumbuhan dan semua makhluk heterotrof bergantung. Bersamaan dengan suhu

dan air, tanah merupakan penentu utama dalam produktivitas bumi (Kimball, 1999).

Salah satu dari ekosistem darat adalah arthropoda tanah. Kehidupan arthropoda tanah sangat tergantung habitatnya, karena keberadaan dan kepadatan populasi suatu jenis serangga tanah di suatu daerah sangat ditentukan oleh keadaan daerah tersebut. Dengan kata lain keberadaan dan kepadatan populasi suatu jenis serangga tanah di suatu daerah sangat tergantung dari faktor lingkungan, yaitu lingkungan biotik dan abiotik. Arthropoda tanah merupakan bagian dari ekosistem tanah, oleh karena itu dalam mempelajari ekologi serangga tanah faktor fisika-kimia tanah selalu diukur (Suin, 2012).

2.4 Teori Keanekaragaman

Keanekaragaman menurut Pielou (1975) dalam Hasyim (2009) adalah jumlah spesies yang ada pada suatu waktu dalam komunitas tertentu. Southwood (1978) membagi keanekaragaman menjadi keanekaragaman α , keanekaragaman β dan keanekaragaman γ . Keanekaragaman α adalah keanekaragaman spesies dalam suatu komunitas atau habitat. Keanekaragaman β adalah suatu ukuran kecepatan perubahan spesies dari satu habitat ke habitat lainnya. Keanekaragaman γ adalah kekayaan spesies pada suatu habitat dalam satu wilayah geografi (contoh: pulau). Smith (1992) menambahkan bahwa keanekaragaman β atau keanekaragaman antar komunitas dapat dihitung dengan menggunakan beberapa teknik, yaitu kesamaan komunitas dan indeks keanekaragaman.

2.5 Indeks Komunitas

Keanekaragaman komunitas makrofauna tanah disuatu tempat dapat dianalisa dengan melakukan pengamatan menggunakan unit-unit sampel, kemudian dilakukan analisa dengan mengidentifikasi dan menghitung. Data tentang gambaran keanekaragaman komunitas dapat disajikan dalam bentuk sebagai berikut:

a) Indeks Keanekaragaman

Keanekaragaman spesies dapat digunakan untuk mengukur stabilitas komunitas, yaitu kemampuan suatu komunitas untuk menjaga dirinya tetap stabil meskipun terjadi gangguan terhadap komponen-komponennya. Keanekaragaman spesies yang tinggi menunjukkan bahwa suatu komunitas memiliki kompleksitas tinggi karena interaksi yang terjadi dalam komunitas itu sangat tinggi (Soegianto, 1994).

Keanekaragaman dibentuk oleh dua komponen yaitu kekayaan jenis dan tingkat kesamaan. Kemungkinan yang dapat terjadi adalah nilai kekayaan jenis tinggi sedangkan tingkat kesamaan rendah, nilai kekayaan jenis rendah sedangkan tingkat kesamaan tinggi dan nilai kekayaan jenis sama dengan nilai tingkat kesamaan. Indeks keanekaragaman dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i \text{ atau } H' = - \sum \frac{(n_i)}{N} \times \ln \frac{(n_i)}{N}$$

H' : indeks keanekaragaman Shannon-Weaver

P_i : proporsi spesies ke I di dalam sampel total

n_i : jumlah individu dari seluruh jenis

N : jumlah total individu dari seluruh jenis

Nilai H' berkisar antara:

$H' < 1$: Keanekaragaman rendah

$H' 1 \leq H' \leq 3$: Keanekaragaman sedang

$H' > 3$: Keanekaragaman tinggi

2.6 Deskripsi Lokasi Penelitian

2.6.1 Cagar Alam Manggis Gadungan

Cagar Alam Manggis Gadungan di tunjuk sebagai cagar alam berdasarkan SK : GB No. 83 Stbl. 392 tanggal 11 Juli 1919 dengan luas 12,0 Ha (Bbksdajatim, 2012). Letak geografis cagar alam ini terletak pada $07^{\circ}48'56''$ - $07^{\circ}50'$ LS dan $112^{\circ}12'58''$ - $112^{\circ}13'47''$ BT. Cagar Alam Manggis Gadungan berada di Desa Manggis, Kecamatan Puncu, Kabupaten Kediri dan berbatasan dengan desa-desa sebelah utara Desa Wonorejo, sebelah selatan Desa Satak, sebelah barat Desa Manggis, dan sebelah timur Desa Satak. Terletak pada ketinggian ± 100 mdpl (kaki Gunung Kelud). (Bbksdajatim, 2013).

Tipe ekosistem dari Cagar Alam Manggis Gadungan adalah hutan hujan tropis dataran rendah dengan topografi Landai. Tumbuhan yang dijumpai antara lain kemiri (*Aleurites moluccana*), bendo (*Artocarpus elasticus*), bayur (*Pterospermum javanicum*), epeh (*Ficus globosa*), ipik (*Ficus retusa*), gondang (*Ficus variegata*), nyampoh (*Litsea glutinosa*), rao (*Dysoxylum amoroides*), maduh (*Laportea stimulans*), berasan (*Acmena acuminitisima*), kedoya (*Dysoxylum gaudichaudianum*), tutup (*Macaranga rhizinoides*), pasang (*Quercus sondaica*), dan serut (*Streblus asper*) sedangkan tumbuhan bawah yang ditemui

antara lain aren (*Arenga pinnata*), rotan (*Calamus javensis*), sri rejeki (*Aglaonema picta*), anggrek tanah (*Corymborchis veratrifolia*). Jenis satwa yang ada antara lain kancil (*Tragulus javanicus*), kijang (*Muntiacus muntjak*), walang kopo (*Petaurista elegans*), rangkok (*Buceros undulatus*), sesap madu (*Nyctarina jugularis*), elang (*Haliastur indus*), merak (*Pavo muticus*), dan burung hantu (*Tyto alba*). Sedangkan jenis satwa yang belum dilindungi, antara lain monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*), kalong (*Pteropus vampyrus*), burung bubut (*Centropus sinensis*), kadal (*Mabouya multifasciata*), bunglon (*Coutus cristatellus*), dan tupai (*Tupaia javanica*) (Bbksdajatim, 2012).

2.6.2 Perkebunan Kopi Mangli

Kopi (*Coffea spp.* L.) merupakan salah satu komoditi perkebunan yang masuk dalam katagori komoditi strategis. Komoditi ini penting karena memenuhi kebutuhan domestik maupun sebagai komoditi ekspor penghasil devisa negara. Di Jawa Timur, komoditi kopi diusahakan oleh Perkebunan Rakyat (PR), Perkebunan Besar Negara (PTPN) dan Perkebunan Besar Swasta (PBS) (Disbunjatim, 2011). Salah satu Perkebunan Besar Swasta (PBS) adalah Perkebunan Mangli. Perkebunan Mangli terletak di Desa Puncu, Kecamatan Puncu, Kabupaten Kediri. Perkebunan ini dimiliki oleh PT. Mangli Dian Perkasa dengan No.SK HGU 84/HGU/ BPN/1995 yang diresmikan pada tanggal 14 Desember 1995 dengan luas areal 300,199 Ha. Topologi terletak pada ketinggian 390-580 dpl, sedangkan topologi tanahnya datar dengan luas wilayah 56,719 Ha, landai dengan luas wilayah 126,0381 Ha, berombak dengan luas wilayah 60,9899 Ha, berbukit dengan luas wilayah 44,9899 Ha, dan bergunung dengan luas wilayah yang belum

ditentukan. Jenis tanah berupa jenis tanah regosol. Luas area yang bisa ditanami kopi adalah seluas 288,735 Ha dan termasuk di dalamnya ditanami cengkeh seluas 29,5328 Ha (Disbunjatim, 2011). Lahan perkebunan tersebut juga dipakai sebagai sistem pertanaman tumpang sari, yang mana ditanami dengan tanaman semusim berupa cabai. sistem pertanamannya ditanam di sela-sela tumbuhan kopi.

2.7 Serangga dalam Prespektif Islam

2.7.1 Rayap dalam Surat Saba' ayat 14

Dalam surat Saba' ayat 14 menjelaskan tentang Rayap yang berbunyi sebagai berikut:

فَلَمَّا قَضَيْنَا عَلَيْهِ الْمَوْتَ مَا دَهَمَهُمْ عَلَىٰ مَوْتِهِمْ إِلَّا دَابَّةُ الْأَرْضِ تَأْكُلُ مِن سَأْتِهِمْ
فَلَمَّا خَرَّ تَبَيَّنَتِ الْجِنُّ أَن لَّو كَانُوا يَعْلَمُونَ الْغَيْبَ مَا لَبِثُوا فِي الْعَذَابِ الْمُهِينِ ﴿١٤﴾

“Maka tatkala Kami telah menetapkan kematian Sulaiman, tidak ada yang menunjukkan kepada mereka kematiannya itu kecuali rayap yang memakan tongkatnya. Maka tatkala ia telah tersungkur, tahulah jin itu bahwa kalau Sekiranya mereka mengetahui yang ghaib tentulah mereka tidak akan tetap dalam siksa yang menghinakan”.

Sulaiman AS wafat dalam keadaan bersandar pada tongkatnya dan tidak diketahui kematiannya sampai dia jatuh karena tongkat patah akibat dimakan oleh rayap. Ketika itu, baru kematiannya diketahui. Rayaplah yang menunjukkan kematiannya. Artinya yang menjadi sebab terbongkarnya perkara kematiannya. Sebelumnya, Sulaiman AS memohon kepada Allah SWT agar mereka mengetahui kematiannya hingga berlalu satu tahun (Al-Qurtubi, 2009).

Firman-Nya *إِلَادَاتِ الْأَرْضِ* “*Kecuali rayap yang memakan tongkatnya*”

maksudnya adalah, rayap yang ada pada tongkat itu, yang dijadikan penopang Sulaiman, lalu rayap memakannya. Oleh karena itu, Allah berfirman *تَأْكُلُ مِنْسَاتِهِ*

“Yang memakan tongkatnya” (Ath-Thabari, 2009).

Firman Allah *Ta’ala* pada ayat 14 “*maka tatkala Kami telah menetapkan kematiannya...*” yakni kematian Sulaiman. Tidak ada yang memberi petunjuk kepada mereka atas kematiannya kecuali rayap yang memakan tongkatnya. Maka setelah rayap memakan tongkatnya, dia pun jatuh tersungkur ke tanah. Hal ini terjadi karena Sulaiman memohon kepada Tuhannya untuk menyembunyikan kabar kematiannya dari jin, agar manusia mengetahui bahwasannya jin tidak mengetahui hal-hal yang ghaib sebagaimana yang mereka akui (Al-Jazairi, 2009).

Allah *Ta’ala* menceritakan tentang wafatnya Sulaiman AS serta bagaimana Allah merahasiakannya dihadapan para jin yang ditundukkan bagi-nya untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan benar. Beliau diam dalam keadaan bersandar pada tongkatnya, sebagaimana yang dikatakan oleh Ibnu ‘Abbas, Mujahid, Qatadah dan selain mereka.”Yaitu, dalam waktu yang cukup lama, hampir satu tahun. Lalu ketika binatang-bintang tanah (rayap) memakannya, rapuhlah tongkat itu dan sulaiman jatuh ketanah, sehingga barulah diketahui bahwa dia telah wafat sebelum itu dalam waktu yang cukup lama (Abdullah, 2006).

Shihab (2002) menjelaskan ayat tersebut, bahwa allah berfirman: demikianlah keadaan nabi Sulaiman as memerintah manusai dan jin, dan itu berlanjut sekian lama lalu takkala *Kami telah menetapkan kematian Sulaiman,*

tidak ada yang menunjukkan kepada mereka para jin yang bekerja atas perintahnya itu dan yang diduga orang mengetahui yang ghaib, tidak ada yang menunjukkan kematiannya itu kecuali rayap yang memakan tongkatnya Nabi Sulaiman sebagai sandarannya berdiri saat maut menjemputnya. Setelah digerogeti sedikit demi sedikit dan tongkat itu menjadi lapuk dan jatuh tersungkurlah Nabi Sulaiman maka takkala tersungkur tahulah jin bahwa Nabi Sulaiman telah wafat, dan ketika itu menjadi nyata mereka tidak mengetahui gahib dan terbukti pula bahwa kalau sekiranya mereka mengetahui yang gahib tentulah mereka tidak akan terus menerus berada dalam siksa yang menghinakan yaitu bekerja dalam pekerjaan yang mereka enggan melakukannya sehingga mereka merasakannya bagaikan siksaan yang berat.