

FAUNA TANAH

Eni Maftu'ah dan Syaiful Asikin

A. Pengertian Fauna Tanah

Tanah merupakan sumber daya alam yang penting bagi sejumlah ekosistem dan proses biosfer seperti produksi tanaman, siklus bahan organik dan nutrisi, penyimpanan C dan air, dan pelepasan N_2O , CO_2 dan metana (Lavelle, 1996). Tanah adalah sistem hidup yang mengandung berbagai jenis organisme dengan fungsi berbeda. Setiap jenis tanah mempunyai sifat kimia, fisika maupun biologi yang berbeda-beda. Komponen biologi tanah meliputi bagian yang berperan dalam proses biologi baik itu organisme tanah (mikroorganismse dan fauna tanah) maupun lingkungan yang memengaruhinya. Fauna tanah keberadaannya tergantung pada faktor biotik dan abiotik, di antaranya kondisi ekosistem, jenis tanah dan tingkat pengelolaannya.

Fauna tanah adalah salah satu organisme tanah baik yang ada di permukaan maupun di dalam tanah, yang sebagian dan/atau seluruh siklus hidupnya di dalam tanah berperan penting dalam proses perombakan bahan organik, agregasi, ketersediaan, dan siklus hara, sehingga memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah dan pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitas lahan (Maftuah, 2002). Fauna tanah merupakan salah satu kelompok heterotrof utama di dalam tanah yang berperan dalam proses dekomposisi dan siklus karbon (Suheriyanto, 2012). Faktor lingkungan seperti bahan organik

sebagai sumber ketersediaan karbon dan nutrisi sangat memengaruhi keberadaan fauna tanah (Whalen dan Chantal, 2004; Ruiz dan Lavelle, 2008).

Fauna tanah ada di jaring makanan yang mengandung beberapa tingkat trofik. Setiap perubahan yang terjadi pada sifat-sifat tanah kemungkinan akan memengaruhi kelimpahan dan keragamannya (Moore dan de Ruiter, 2012). Fauna tanah ada tergolong herbivora karena mereka memakan langsung pada akar tanaman hidup, namun sebagian besar fauna tanah hidup dari materi tanaman mati (*saprophyt*), hidup dengan mikroba yang terkait dengannya, karnivora, parasit, atau predator puncak (Orwin, *et al.*, 2011; Wurst, *et al.*, 2012). Fauna mengendalikan hampir semua aspek siklus bahan organik, terutama dengan mengatur aktivitas dan komposisi fungsional mikroorganisme tanah dan konektivitas fisik-kimianya dengan bahan organik tanah (Filser, *et al.*, 2016).

Keberadaan, kelimpahan, dan keanekaragaman fauna tanah tergantung pada tipologi lahan, penggunaan lahan dan pengelolaan lahan (Maftuah dan Mukhlis, 2014). Pengelolaan tanah sulfat masam memberikan dampak secara ekologis, sehingga perlu upaya meminimalkan atau mengurangi dampak ekologis tersebut (Michael, 2013). Rousseau, *et al.*, (2013) menyebutkan bahwa fauna tanah merupakan indikator yang paling sensitif terhadap perubahan dalam penggunaan lahan, sehingga dapat digunakan untuk menduga kualitas lahan. Masih sedikit informasi tentang fauna dan peranannya di lahan sulfat masam, sehingga perlu dilakukan eksplorasi lebih jauh.

B. Ekologi dan Keanekaragaman Fauna Tanah

1. Ekologi

Istilah ekologi pertama kali disampaikan oleh Ernst Haeckel pada tahun 1866 yaitu ilmu yang mempelajari hubungan antarorganisme dengan lingkungannya. Selanjutnya Burdon-Sanderson tahun 1893 menyatakan ekologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara tanaman dan hewan, serta keberadaannya pada masa lampau dan masa kini (<https://id.wikipedia.org/wiki/Ekologi>). Krebs (1972) menyatakan ekologi merupakan pengetahuan ilmiah tentang interaksi makhluk hidup dengan lingkungan sehingga dapat menentukan distribusi dan

kelimpahan suatu organisme. Ekologi berhubungan dengan tempat di mana organisme ditemukan, berapa populasinya dan mengapa dijumpai organisme di habitat/lokasi tersebut. Menurut Ricklefs (1973) ekologi mempelajari hubungan mendalam antara organisme dengan lingkungan sekitarnya (Effendi, *et al.*, 2018).

Keberadaan fauna tanah sangat dipengaruhi oleh faktor abiotik antara lain: (1) kelembapan tanah (Kramadibrata, 1995); kelembapan mengontrol aktivitas bergerak dan makan (Susanto, 2000); (2) suhu tanah (Odum, 1998); (3) pH tanah, akan menentukan jenis hewan yang bisa hidup dan beradaptasi (Suin, 2012); (4) kadar bahan organik, fauna sangat dipengaruhi oleh keberadaan bahan organik tanah sebagai sumber energi (Suin, 2012). Penggunaan lahan memengaruhi diversitas dan populasi makrofauna tanah (Maftuah, 2002). Status bahan organik tanah memengaruhi jumlah fauna tanah yang ada di lahan rehabilitasi pasca-tambang (Tarmeji, *et al.*, 2018).

2. Keanekaragaman

Berdasarkan ukuran tubuhnya, fauna tanah dapat dibedakan menjadi empat kelompok: (1) mikrofauna, fauna yang berukuran <0,2 mm misalnya protozoa dan nematoda; (2) mesofauna, fauna yang berukuran 0,2-2 mm misalnya microarthopoda, collembola, akarina, termite, oligochaeta dan ecnchytracidae; (3) makrofauna, fauna yang berukuran 2-20 mm misalnya arthropoda dan arachnida; dan (4) megafauna, fauna yang berukuran 20-200 cm misalnya megascolicidae dan insektivora (Hanafiah, *et al.*, 2007). Menurut Brussaard (1998) kelompok fungsional organisme tanah terdiri dari (i) biota akar (mikorizha, rhizobium, nematoda, dan lain-lain); (ii) dekomposer (mikroflora, mikrofauna, dan mesofauna); dan (iii) *ecosystem engineer* (mesofauna dan makrofauna).

Fauna tanah berdasarkan kehadirannya di dalam tanah dibedakan menjadi (1) temporer, fauna yang sementara saja masuk ke dalam tanah untuk bertelur, kemudian akan keluar dari tanah misalnya Diptera; (2) transien, fauna yang seluruh hidupnya ada di atas tanah misalnya kumbang; (3) periodik, fauna yang hidupnya ada di dalam tanah, namun sesekali keluar dari tanah untuk mencari makan kemudian masuk kembali ke dalam tanah misalnya Collembola dan Acarina; (4) permanen, fauna yang seluruh hidupnya berada dalam tanah misalnya

nematoda dan protozoa (Wallwork, 1976). Menurut Suin (2012) berdasarkan habitatnya, fauna tanah dibedakan menjadi (1) epigeon, fauna yang hidup pada lapisan tumbuh-tumbuhan di permukaan tanah; (2) hemiedafon, fauna yang hidup pada lapisan organik tanah; (3) eudefon, fauna yang hidup pada lapisan mineral.

Keanekaragaman atau diversitas dapat mengarah pada keanekaragaman taksonomi, fungsional maupun habitat. Namun, umumnya keanekaragaman berkaitan dengan jenis (taksonomi). Keanekaragaman jenis merupakan keanekaragaman berdasarkan ciri tingkatan taksonomi atau biologinya. Stabilitas komunitas dapat ditentukan dari nilai keanekaragaman jenis ini. Menurut Ardhana (2012), stabilitas komunitas berhubungan dengan kemampuan suatu komunitas untuk menghadapi gangguan dari luar dan mempertahankan kondisi komunitas tersebut agar tetap stabil (Ardhana, 2012).

Keragaman fauna tanah tidak hanya berdasarkan taksonominya, namun juga dapat berdasarkan fungsional, yaitu keragaman fauna ditinjau dari perannya dalam ekosistem. Menurut Brussard (1998) pengelompokan fauna tanah berdasarkan fungsional meliputi: biota akar (nematoda), decomposer, ecosystem engineer. Lebih lanjut dijelaskan ada tiga kelompok organisme tanah yaitu kelompok perekayasa kimia (*chemical engineers*), regulator biologi (*biological regulator*) dan perekayasa ekosistem (*ecosystem engineers*). Fauna tanah termasuk dalam kelompok regulator biologi dan perekayasa ekosistem. Fauna tanah regulator biologi yang dimaksudkan adalah mengendalikan dinamika populasi makhluk hidup lainnya di antaranya nematoda, mite, Collembola, laba-laba dan semut, sedangkan perekayasa ekosistem adalah mampu menyediakan materi atau menata habitat makhluk hidup lainnya, di antaranya cacing tanah dan semut.

Keanekaragaman fauna tanah berdasarkan fungsinya dan pengaruhnya terhadap struktur tanah dan hubungannya dengan mikroorganisme dibedakan dalam grup *mikropredator*, *litter transformer*, *ecosystem engineer* (Ruiz, 2004).

- a. *Mikropredator*, grup ini terdiri dari invertebrate kecil, protozoa, dan nematoda. Grup ini tidak menghasilkan material organik tanah, namun berperan dalam merangsang terjadinya mineralisasi bahan organik tanah.

- b. *Litter transformer*, grup ini berperan dalam proses dekomposisi bahan organik tanah dan produknya juga dapat meningkatkan aktivitas mikroba.
- c. *Ecosystem engineer*, grup ini berperan dalam membangun struktur organomineral yang dapat bertahan lama, dan juga dapat memengaruhi organisme lain melalui aktivitas dan hasil eksresinya.

Keanekaragaman fauna tanah sangat terkait dengan kondisi atau perubahan tata guna lahan, sifat tanah maupun perubahan lingkungan lainnya. Degradasi lahan dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman dan perubahan fauna tanah. Kecenderungan fauna tanah untuk memilih suatu habitat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, baik biotik maupun abiotik (Lavelle, *et al.*, 2006). Bahan organik dalam tanah merupakan sumber nutrisi yang menentukan keberlangsungan hidup fauna tanah (Sazali, 2015). Keanekaragaman fauna tanah salah satunya dipengaruhi oleh kandungan bahan organik. Kandungan bahan organik tanah yang semakin tinggi memiliki kecenderungan meningkatkan tingkat keanekaragaman makrofauna tanah (Wibowo dan Slamet, 2017).

Golongan makrofauna yang sering dijumpai di lahan sulfat masam adalah Hymenoptera, Araneidae, Megascolecidae, Oligochaeta, Diptera, Chilopoda, Diplopoda, Orthoptera, Coleoptera, Oligochaeta, Homoptera, Hemiptera, Scorpions, sedangkan mesofauna antara lain; Isoptera, Isopoda, Collembola, Acarina, dan Diptera (Maftuah dan Mukhlis, 2014). Hymenoptera, Acarina dan Collembola merupakan jenis fauna yang aktif di permukaan tanah di lahan sulfat masam (Maftuah dan Mukhlis, 2014).

Populasi, jenis dan aktivitas fauna tanah tergantung pada sifat alami lingkungannya, baik tanah maupun non-tanah. Aktivitas manusia juga sangat memengaruhi populasi fauna tanah, terutama pada lahan pertanian. Menurut Hanafiah, *et al.*, (2005) dan Noor (2004), total populasi, jenis dan aktivitas mikrobia di lahan sulfat masam sangat tergantung pada sistem pengelolaannya.

Pada tanah sulfat masam populasi dan diversitas fauna tanah juga dipengaruhi oleh jenis penggunaan lahan (Maftuah, *et al.*, 2007). Menurut hasil penelitian Robiah (2007) pada lahan sulfat masam, indeks keanekaragaman makrofauna di permukaan tanah umumnya

lebih tinggi dibandingkan fauna di dalam tanah (Tabel 20). Hal ini terkait dengan sumber makanan serta sifat tanah sulfat masam yang mempunyai pH masam sampai sangat masam, sehingga hanya fauna tertentu yang dapat hidup di dalam tanah. Selain itu, tipologi lahan juga sangat memengaruhi keanekaragaman fauna tanah. Seperti hasil penelitian Robiah (2007), pada lahan pasang surut tipe luapan C (lahan dengan gulma perupuk) keanekaragaman makrofauna terutama makrofauna permukaan tanah lebih tinggi dibandingkan pada tipe luapan B (lahan lainnya). Pada lahan pasang surut tipe C tidak terjadi genangan dan kondisi lahan lebih mirip dengan lahan kering, sehingga meningkatkan aksesibilitas dan kesesuaian fauna tanah.

Tabel 20. Indeks Keanekaragaman Fauna Tanah pada Beberapa Penggunaan Lahan Sulfat Masam

Penggunaan Lahan	Indeks Keanekaragaman Fauna Tanah		
	Makrofauna Permukaan	Makrofauna dalam Tanah	Mesofauna dalam Tanah
Terlantar	1,40	0,70	1,57
Tukungan jeruk	1,48	0,35	1,30
Surjan jeruk	1,95	1,05	1,85
Karet	1,70	1,80	1,65
Ketela	1,75	0,75	1,00
Gulma Perupuk	2,10	1,10	1,80

Sumber: modifikasi Robiah (2007)

Perubahan dan/atau penurunan keanekaragaman fauna tanah sangat tergantung pada perubahan dan intensitas penggunaan lahan (Maftuah dan Mukhlis, 2014). Keberadaan fauna tertentu ataupun perubahan fauna dapat dijadikan indikator awal atau deteksi dini terhadap perubahan habitat atau kondisi lahan rawa pasang surut. Penggunaan fauna tanah sebagai bioindikator telah banyak dilakukan, terutama untuk mendeteksi awal perubahan penggunaan lahan. Seperti yang disampaikan oleh De Lima, *et al.*, (2017) bahwa fauna tanah dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas tanah, terutama pada sifat tanah di lapisan atas. Fauna tanah berhubungan dengan sifat fisik dan kimia tanah di lahan sulfat masam (Maftuah, *et al.*, 2007). Pada tanah sulfat masam, dekomposisi bahan organik dapat dihambat oleh kondisi pH yang masam, keberadaan dan aktivitas fauna juga dihambat

pada kondisi masam, sehingga terjadi pengurangan nematoda dan rotifer dan biomassa cacing tanah (Tibbet, *et al.*, 2020). Oksidasi tanah sulfat masam meningkatkan konsentrasi ion besi dan aluminium dan menyebabkan dampak buruk pada flora dan fauna dan juga kualitas air (Vahedian, *et al.*, 2014).

C. Peran Fauna Tanah

Produktivitas lahan sulfat masam tidak dapat terlepas dari peran fauna tanah. Fauna tanah merupakan golongan sumber daya hayati yang berperan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses biogeokimia dalam tanah. Keberadaan fauna tanah sangat tergantung pada ketersediaan energi dan sumber makanan untuk kelangsungan hidupnya, seperti bahan organik dan biomassa hidup yang seluruhnya berkaitan dengan aliran siklus karbon dalam tanah. Menurut Tarmeji, *et.al.*, (2018), ketersediaan energi dan hara bagi fauna untuk perkembangan dan aktivitasnya akan memberikan pengaruh timbal balik dan dampak positif bagi kesuburan tanah.

1. Dekomposer

Fauna tanah memainkan peranan penting pada dekomposisi serasah dalam tanah, dapat secara tidak langsung meningkatkan aerasi dan drainase dalam tanah, serta berkontribusi pada pembentukan humus (Barman dan Varshney, 2008). Efek langsung fauna pada dekomposisi serasah lebih kuat daripada pada dinamika bahan organik tanah, dan fauna dapat memiliki efek tidak langsung yang kuat pada siklus biogeokimia tanah dengan memengaruhi dinamika populasi mikroba, tetapi arah dan besarnya efek ini tetap tidak dapat diprediksi (Grandy, *et al.*, 2016).

Fauna tanah memiliki banyak efek pada dekomposisi bahan organik, yaitu (1) melalui fragmentasi ukuran partikel bahan organik, dapat meningkat luas permukaan serasah saat translokasi dan inokulasi tanaman bahan dengan pengurai mikroba (Soong, *et al.*, 2016); (2) fauna saprofit dapat memodifikasi komposisi kimia bahan organik sehingga meningkatkan aktivitas mikroba selama tahap awal dekomposisi (Wickings dan Grandy, 2011); serta (3) fauna bioturbator dapat mengubah distribusi bahan organik dalam agregat tanah dan

mengubah dinamika dekomposisi (Tonneijck dan Jongmans, 2008; Yavitt, *et al.*, 2015).

Bahan organik tanah merupakan sisa-sisa tumbuhan, hewan dan organisme tanah lainnya baik yang telah terdekomposisi maupun yang sedang maupun belum terdekomposisi. Bahan organik tanah dapat berupa organisme hidup, sisa organisme yang telah mati, sisa akar, seresah yang ada di dalam. Meskipun sumbangan organisme hidup (biomassa tanah) tidak signifikan terhadap kandungan bahan organik tanah, namun dapat menyumbang sekitar 5% dari total bahan organik. Keberadaan bahan organik tanah serta jumlah dan karakteristiknya sangat menentukan sifat biologi, kimia, dan fisika sehingga menentukan kesuburan tanah dan juga dapat menjadi acuan menetapkan arah proses pembentukan tanah.

Kelangsungan hidup mesofauna dan makrofauna dalam tanah sangat tergantung pada ketersediaan energi dan sumber makanan, seperti bahan organik yang sangat berperan dalam siklus karbon dalam tanah. Ketersediaan energi dan hara menentukan perkembangan dan aktivitas fauna tanah, sehingga memberikan dampak positif bagi kesuburan tanah. Fauna tanah banyak terlibat dalam jaring makanan dalam sistem tanah, sehingga interaksi fauna tanah dengan lingkungan serta organisme yang menjadi hal penting. Fauna tanah merupakan penghasil senyawa-senyawa organik tanah dalam ekosistem tanah, namun bukan sebagai produsen utama (Arief, 2001).

Kandungan bahan organik yang rendah akan memberikan pengaruh yang sangat nyata pada aliran energi dan kelimpahan organisme tanah, khususnya yang berperan sebagai mikroba pengurai atau dekomposer (Simarmata, *et al.*, 2012). Bahan organik tanah sangat menentukan kepadatan organisme tanah. Fauna tanah yang termasuk dalam golongan saprofit, hidupnya tergantung pada bahan organik yang ada di permukaan tanah (daun-daun yang jatuh). Makrofauna tanah tersebut mampu merombak dan menguraikan bahan organik. Fauna tanah menentukan kesuburan tanah, melalui aktivitasnya dan kemampuannya dalam menguraikan bahan organik baik dari binatang dan tumbuhan yang telah mati sehingga menghasilkan nutrisi yang berperan bagi organisme lain dan tumbuhan. Dapat dikatakan makrofauna tanah sangat berperan penting terhadap perbaikan sifat-sifat tanah baik kimia, fisik, maupun biologi tanah sehingga mampu meningkatkan kesuburan tanah.

Komposisi dan jenis bahan organik menentukan jenis fauna tanah yang hidup di sana (Suin, 2012). Kualitas bahan organik yaitu rasio C/N, kandungan lignin dan polifenol sangat memengaruhi populasi fauna tanah. Kandungan nitrogen dan fosfor yang tinggi dapat meningkatkan populasi fauna tanah. Bahan organik dengan kandungan polifenol terlalu tinggi tidak disukai oleh fauna tanah. Hal ini karena fauna tanah tidak dapat langsung mengonsumsi bahan organik tersebut, dan harus menunggu agak lama untuk mengonsumsinya (Handayanto dan Hairiah, 2009).

Menurut Reinjtjes, *et al.*, (1999) bahan organik tanah dapat memengaruhi sifat fisika tanah dan biologi tanah sekaligus. Hal ini karena keberadaan atau jumlah pori, ukuran pori, dan distribusi pori memengaruhi tata udara dan tata air pada tanah, sehingga juga memengaruhi aktivitas biota tanah. Dengan adanya aktivitas biota tanah, bahan organik dirombak menjadi mineral dan sebagian tersimpan sebagai bahan organik tanah. Peran bahan organik tanah yaitu memperbaiki sifat fisika tanah, meningkatkan aktivitas biologi tanah dan ketersediaan hara bagi tanaman.

Kondisi tersebut akan berbeda jika pada tanah gambut. Pada tanah gambut semakin tinggi kandungan C-organik semakin rendah populasi makrofauna tanah termasuk cacing tanah. Bahan organik yang disukai oleh cacing tanah adalah bahan organik kualitas baik yaitu C/N rendah, kandungan lignin dan polifenol rendah. Menurut Priyadarshini (1999) populasi cacing tanah sangat ditentukan oleh kualitas bahan organik terutama asam humat dan fulvat. Konsentrasi asam humat dan fulvat yang semakin tinggi menyebabkan populasi cacing tanah semakin sedikit, bahkan saat konsentrasi asam humat dan fulvat cukup tinggi cacing tanah bisa tidak dijumpai, misalnya pada tanah gambut. Berdasarkan hasil penelitian Maftuah dan Susanti (2009), populasi cacing tanah pada tipologi lahan bergambut lebih tinggi (32x) dibandingkan pada lahan gambut tebal.

Beberapa golongan fauna tanah sebagai dekomposer yang dijumpai di lahan suflat masam adalah:

a. Acarina

Acarina tanah merupakan golongan mikroarthopoda tanah yang hidup bebas dan merupakan kelompok yang paling melimpah dan

dominan di lapisan organik tanah dan memainkan peran penting dalam mempertahankan agroekosistem melalui dekomposisi dan mineralisasi (Sharma dan Parwez, 2017). Acarina banyak ditemui di hutan heterogen dengan keanekaragaman jenis tumbuhan tinggi dan tebal serasahnya (Chandler, 1955 dalam Suin, 1997). Acarina berperan langsung dalam proses dekomposisi bahan organik



Gambar 40. Acarina

Sumber: <http://www.arachne.org.au/>; [//www.google.com/search? q=soil+acarina+in+indonesia](http://www.google.com/search?q=soil+acarina+in+indonesia)

b. Collembola

Collembola biasanya disebut dengan ekor pegas, karena bagian ujung tubuhnya mempunyai furcula bentuknya mirip pegas, yang memungkinkan Collembola untuk melompat ke udara (Coleman, *et al.*, 2004). Ukuran tubuh Collembola berkisar antara 1-3 mm (Dindall, 1990). Panjang tubuh Collembola antara 0,25–8 mm, bagian belakang memiliki furka atau furkula yang berfungsi untuk melenting (Suhardjono, *et al.*, 2012). Collembola berperan dalam memelihara kesehatan tanah karena membantu perombakan bahan organik dalam rantai makanan di dalam tanah (Warino, *et al.*, 2017). Menurut Suhardjono, *et al.*, (2012), peran tidak langsung Collembola adalah sebagai dekomposer bahan organik dan sebagai indikator perubahan keadaan tanah. Selain itu, Collembola juga berperan sebagai bioindikator untuk memantau (*monitoring*) suatu ekosistem (Hopkin, 1997; Migliorini, *et al.*, 2005). Populasi Collembola dalam suatu ekosistem umumnya mendominasi dan lebih banyak

dibandingkan arthropoda tanah lainnya (Suhardjono, 2002). Collembola mendominasi di lantai hutan kawasan hulu Sungai Katingan, Kalimantan Tengah (Rahmadi dan Suhardjono, 2003). Sumber makanan, jenis vegetasi dan teknik budi daya tanaman memengaruhi kelimpahan dan jenis Collembola (Agus, 2007). Dinamika populasi Collembola juga tergantung pada pola tanam, misalnya Collembola banyak dijumpai pada tanah sawah saat bera hingga awal tanam (Widyastuti, 2005).



Gambar 41. Collembola

Sumber: <http://Collembolain+indonesia>

c. Cacing Tanah

Cacing termasuk invertebrata dan bersifat hermaprodit, dan banyak dijumpai pada tanah yang subur. Cacing tanah berperan besar dalam siklus bahan organik melalui proses memakan bahan organik dan mengeluarkannya dalam bentuk kasting. Populasi cacing dan jenisnya berkaitan erat dengan karakteristik lokal (setempat), yaitu ketersediaan makanan, kondisi tanah dan musim. Cacing tanah berdasarkan habitat hidup dan pola makannya dapat dikelompokkan menjadi 3 grup, yaitu:

- 1) *Epigeic species* adalah jenis cacing tanah yang hidup pada permukaan tanah atau dekat permukaan tanah yang mengandung bahan organik tinggi (*litter dwelling*). Cacing ini banyak terdapat pada tumpukan kompos atau bahan organik.
- 2) *Endogeic species* adalah jenis cacing yang hidup dalam tanah lapisan atas dan umumnya memakan senyawa organik seperti bahan organik. Cacing ini tidak memiliki lubang permanen dan mereka berpindah-pindah, terutama jika lubangnya telah penuh dengan kotorannya (kascing), contohnya adalah *Diplocardia* dan *Aporrectodea*.

- 3) *Anecic species* adalah cacing tanah yang aktif pada malam hari. Cacing ini memakan bahan organik dan membawanya ke dalam lubangnya dan mengeluarkan kotorannya pada permukaan tanah dekat liang tersebut.



Gambar 42. Cacing Tanah Jenis Epigeik (Kiri), Aneksik (Tengah), dan Edogeik (Kanan)

Sumber: <https://www.florafauanaatoz.com/>

Keberadaan cacing tanah sangat tergantung pada kondisi lingkungan. Beberapa faktor yang memengaruhi cacing tanah adalah: kelembapan tanah (Ruiz, 2004), pH tanah (Bruckman dan Brandy dalam Pratomo dan Suhardianto, 2000), temperatur tanah dan bahan organik (Rukmana, 1999), tekstur tanah (Maftuah, 2002) dan mineral tanah (Pratomo dan Suhardianto, 2000). Aktivitas cacing tanah sebagai dekomposer dan kasting yang dihasilkan dapat memengaruhi ketersediaan hara dalam tanah.

d. Rayap

Rayap merupakan fauna tanah yang penting dalam dekomposisi bahan organik dan ketersediaan unsur hara (Coleman dan Crossley, 1995). Berdasarkan penelitian (Pranoto dan Latifah, 2016), rayap tanah yang ditemukan sebagai dekomposer di Arboretum Sylva Fakultas Kehutanan Untan adalah genus *Dicupiditermes*, genus *Schedorhinotermes*, dan genus *Termes*. Beberapa jenis rayap bahkan dapat berperan sebagai penghancur bangunan yaitu *Macrotermes* spp. dan *Odontotermes* spp. Menurut Tarumingkeng (2001), *Macrotermes* spp. dan *Odontotermes* spp termasuk jenis hewan penghancur bangunan kayu bahkan sampai jarak 200 meter dari sarangnya. Rayap juga dikenal sebagai hama yang penting di dunia (Lee dan Wood, 1971).



Gambar 43. Kasta Rayap; Ratu yang Dikelilingi Rayap Pekerja dan Prajurit (Kiri) Rayap Prajurit (Tengah) dan Pekerja (Kanan)

Sumber: https://www.rudyct.com/biologi_dan_perilaku_rayap.htm

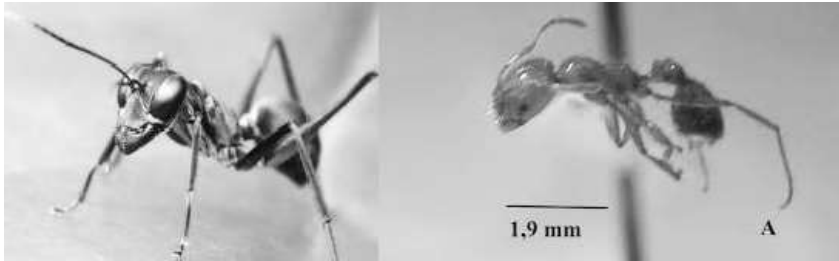
Semua rayap bertindak sebagai dekomposer bahan organik karena rayap memakan (*feed*) bahan berselulosa, tetapi perilaku makan (*feeding behavior*) jenis-jenis rayap bermacam-macam. Jenis-jenis dari famili *Termitidae* bersarang dalam tanah terutama dekat pada bahan organik yang mengandung selulosa seperti kayu, serasah, dan humus (Tarumingkeng, 2001).

e. Semut (Hymenoptera)

Semut merupakan serangga sosial yang termasuk ke dalam ordo hymenoptera dan family formicidae. Semut (hymenoptera) merupakan fauna tanah yang berperan sebagai dekomposer, karnivora, saprofit, dan predator. Semut yang tergolong dekomposer adalah semut dalam subfamily dolichoderinae dan formicidae. Semut dapat membuat sarang pada berbagai tempat yaitu di dalam tanah maupun gundukan tanah, di bawah batu dan pada kayu. Semut subfamily formiciade diketahui memiliki jumlah yang cukup besar dibandingkan yang lain. Semut ini aktif mencari makanan di permukaan tanah. Sumber makanannya yaitu bahan organik berupa bangkai, sisa makanan dan umumnya aktif dan bergerak cepat. Semut dapat membuat sarang dari daun-daunan kering, serasah maupun pelepah daun. Letak sarang biasanya di atas permukaan tanah atau di tempat lain yang kering dan gelap.

Peran penting semut dalam merombak material organik seperti serasah, batang dan cabang mati, binatang mati menjadi partikel yang lebih kecil, sehingga akhirnya dapat dirombak menjadi senyawa organik atau nutrien yang dapat diserap kembali oleh tumbuhan. Menurut Amir

dan Kahono (2003) aktivitas semut dalam melakukan dekomposisi tersebut penting dalam proses pembentukan bahan organik tanah. Semut dalam ekosistem berperan penting yaitu sebagai herbivora, karnivora atau predator maupun detritivor. Pada siklus bahan organik, semut dapat bertindak detritivor atau pengurai yaitu menguraikan bahan organik menjadi anorganik dalam tanah.



Gambar 44. Semut Subfamily Dolichoderinae dan Formicidae yang Berperan sebagai Dekomposer

Sumber: <https://www.google.com/search?q=jenis+jenis+semut>

Penelitian Latumahina dan Ismanto (2011) menunjukkan bahwa keragaman semut dapat menjadi indikator kestabilan ekosistem, karena semakin tinggi keragaman semut, maka rantai makanan dan proses ekologis (pemangsaan, parasitisme, kompetisi, simbiosis, dan predasi) semakin kompleks dan bervariasi.

2. Perekayasa Tanah (*Soil Engineer*)

Berdasarkan penggolongan fungsionalnya, fauna tanah dibedakan menjadi 2 yaitu: (1) pengendali biologi; dan (2) perekayasa lingkungan. Golongan yang termasuk dalam pengendali biologi yaitu mikro dan mesofauna yang dapat menentukan populasi bakteri dan fungi di ekosistem (Breure, 2004). Menurut pendapat lain yaitu BIS (2010) organisme tanah digolongkan ke dalam tiga kelompok fungsional yaitu berperan dalam: (1) siklus kimia; (2) pengatur kehidupan; dan (3) perekayasa lingkungan/tanah. Beberapa fauna tanah yang berperan sebagai perekayasa tanah adalah cacing tanah dan rayap.

Aktivitas cacing tanah dari kelompok *endogaesis* dapat berperan sebagai perekayasa tanah melalui proses bioturbasi yaitu menghancurkan dan mengangkat tanah maupun bahan-bahan lain dari lapisan bawah

ke lapisan atas. Selain dapat mencampur tanah maupun bahan organik lapisan atas dan bawah, kotoran cacing (*casting*) dapat memperbaiki agregat tanah dan struktur tanah. Organisme tanah sangat berperan dalam proses dekomposisi, aliran karbon, redistribusi dan siklus unsur hara, bioturbasi dan pembentukan struktur tanah (Anderson, 1994). Cacing tanah dapat mempercepat dekomposisi bahan organik 2 sampai 5 kali lebih cepat. Proses pencampuran bahan organik oleh cacing tanah dapat meningkatkan luas permukaan bahan organik, sehingga dekomposisi dan pelepasan unsur hara atau mineralisasi berjalan lebih cepat (Maftu'ah, 2002). Menurut Anderson (1994), biomassa cacing tanah dapat dijadikan bioindikator untuk mendeteksi perubahan pH, horison organik, kelembapan tanah, dan kualitas humus.

Rayap tanah sebagai agen perekayasa tanah bermanfaat saat mengonversi selulosa yang merupakan biomassa yang paling dominan di alam. Menurut Tokuda, *et al.*, (2004), rayap tanah dianggap salah satu kelompok serangga (Isoptera) perekayasa tanah yang berperan penting dalam mendekomposisi bahan selulosa. Rayap juga berperan penting sebagai perekayasa tanah dan pengendali kehidupan, yang berdampak terhadap ekosistem tanah sesuai dengan luasan area dan waktu. Ukuran tubuh, kemampuan jelajah dan umur rayap dapat menentukan kinerja rayap tanah dalam proses dekomposisi dan distribusi bahan organik (Emmerling, *et al.*, 2002; BIS, 2010). Kemampuan jelajah rayap tanah juga sangat memengaruhi perannya sebagai kelompok perekayasa. Rayap tanah dapat memengaruhi ekosistem berkisar antara beberapa meter sampai ratusan meter dalam waktu yang sama (BIS, 2010).

Semut dapat berperan sebagai *ecosystem engineer* melalui aktivitasnya menjaga aerasi dan pencampuran tanah sehingga meningkatkan infiltrasi air yang menyebabkan tanah tetap sehat. Semut juga dapat melakukan simbiosis dengan makhluk hidup lainnya baik dengan golongan serangga, tumbuhan maupun fungi. Misalnya beberapa jenis semut berperan dalam penyebaran jenis tumbuhan melalui biji yang dibawanya (Hoeve, 1996).

3. Predator dan Musuh Alami

Beberapa fauna tanah yang dapat berperan sebagai predator antara lain: Collembola, Semut, Coleoptera, Centipede, dan Hymenoptera. Menurut Wallwork (1970), predator termasuk Carabidae, Pselaphidae,

Scydmaenidae, kumbang Staphylinidae, tungau Mesostigmata dan Prostigmata, laba-laba, kalajengking, lipan (Nematoda serta Mollusca) dan binatang parasit (Ichneumonidae, Diptera parasit, dan Nematoda).

a. Collembola

Collembola memiliki peran penting sebagai perombak bahan organik tanah dan pada ekosistem pertanian merupakan mangsa atau pakan alternatif bagi berbagai jenis predator (Greenslade, *et al.*, 2000). Oleh karena itu, keberlangsungan hidup predator (musuh alami) juga ditentukan oleh keberadaan Collembola. Peran Collembola dalam menjaga keberlangsungan hidup predator dapat terlihat jelas dan sangat penting terutama pada saat setelah panen atau bera, di mana kepadatan kelimpahan serangga hama rendah (Ponge, *et al.*, 2003; Kanal, 2004).

b. Semut

Semut adalah pemangsa utama beberapa invertebrata kecil. Selain sebagai pemangsa, semut juga mangsa penting bagi hewan lainnya bahkan bagi tumbuhan sekalipun (Borrer, *et al.*, 1989). Semut berperan dalam penstabil lingkungan melalui kemampuannya bersimbiosis dengan makhluk hidup lainnya baik hewan, tumbuhan, maupun fungi (mikroorganisme). Pada lingkungan perkebunan, semut dapat menjadi predator untuk mengurangi hama.

Semut jenis *Solenopsis* sp di Brazil dapat dimanfaatkan sebagai agen pengontrol populasi larva *Diatraea saccharalis* yang dapat merusak tanaman (Rossi dan Fowler, 2002). Semut hitam (*Dolichoderus* sp) dapat berperan sebagai musuh alami bagi hama pengerek daun *Phyllocnistis citrella* Staint) pada tanaman jeruk (Depparaba dan Mamesah, 2005). Pengaruh negatif semut dapat menggigit dan memakan makanannya. Sebagai predator, semut potensial untuk dimanfaatkan sebagai agen pengendali hayati dalam program pengelolaan hama terpadu (PHT) (Peng dan Christian, 2010; Folgarait, 1998; Scholwalter, 2011). Jenis semut yang terkenal sebagai predator adalah yang termasuk dalam subfamili Ponarinae. Ponarinae berdasarkan Hashimoto (2003) mesosoma melekat pada abdomen melalui segmen tunggal yang disebut petiole dan abdomen yang dipisahkan dengan garis yang jelas, bagian datar dari segmen kedua abdomen terdapat lengkungan yang lemah.

c. Coleoptera

Coleoptera merupakan ordo serangga yang banyak dijumpai di tanah baik di dalam maupun di permukaan tanah dalam bentuk larva maupun dewasa. Famili yang sangat penting sebagai predator adalah *Coccinellidae*, *Carabidae*, dan *Staphylinidae* (Husamah, *et al.*, 2017). Dinamika populasi mereka tergantung pada faktor lingkungan yang mendukungnya, baik berupa sumber makanan, kompetitor, predator maupun keadaan lingkungan fisika-kimia.

d. Centipede (Chilopoda)

Centipede (Chilopoda) adalah kelompok predator yang biasa terdapat dalam tanah, sampah, dan habitat cryptozoa (Husamah, *et al.*, 2017). Centipede juga disebut dengan lipan. Semua Centipede adalah predator, yang aktif memangsa hewan kecil seperti Collembola (Coleman, *et al.*, 2004). Centipede tergolong dalam hewan predator menyukai habitat berupa tumpukan sampah kayu keras atau habitat hutan. Hewan ini memangsa cacing dan serangga. Morfologi Centipede yaitu mempunyai bentuk tubuh pipih, mempunyai segmen banyak (dapat mencapai 177 segmen), dan tiap segmen mempunyai sepasang kaki, kecuali pada satu segmen di belakang kepala dan dua segmen terakhir. Pada bagian kepala terdapat sepasang mata. Masing-masing mata mengalami modifikasi menjadi cakar beracun. Centipede (lipan) saat melumpuhkan mangsanya dengan menggigit dan menyerang menggunakan kakinya yang beracun. Chilopoda adalah pemangsa hewan-hewan kecil yang hidup di bawah batang-batang kayu mati atau batu-batuan dan dapat bergerak dengan cepat.

4. Hama Tanaman

Hama tanaman diartikan sebagai organisme yang mengganggu tanaman baik berupa nematode, gulma, vertebrata (rodensia, burung, dan mamalia), artropoda (serangga, tungau, dan milipida) serta moluska (Purnomo, 2010). Fauna tanah yang tergolong sebagai hama tanaman termasuk dalam *phytophagous*, yaitu fauna pemakan tumbuhan (Mollusca dan larva Lepidoptera). Fauna pemakan akar tanaman antara lain: nematoda parasit tanaman, *Symphyliidae*, larva *Diptera*, *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Mollusca*, dan *Orthoptera* pelubang. Beberapa Hemiptera

ditemukan kutu daun yang merupakan hama baru pada pertanaman padi di antaranya walang sangit (*Leptocorisa oratorius*), wereng coklat (*Nilaparvata lugens*), wereng hijau (*Nephotettix virescens*), wereng daun (*Anoscopus* sp), laba-laba (*Lycos* sp), dan tomcat (*Paederus fuscipes*).

Banyak jenis serangga yang menimbulkan kerugian karena 50% dari serangga adalah pemakan tumbuh-tumbuhan (*fitofagus*), selebihnya adalah pemakan serangga lain (*entomofagus*), binatang lain atau sisa-sisa tanaman dan binatang. Serangga tertarik pada tanaman, baik untuk makan atau sebagai tempat berlindung (Veronica, 2019).

Menurut Pramono (2005) beberapa kriteria serangga dikategorikan sebagai hama, yaitu:

- a. Cara makan: serangga hama berdasarkan tipe mulutnya digolongkan menjadi dua, yaitu tipe pemakan (*chewing type*) dan tipe penghisap (*sucking type*). Ciri utama dari serangga hama tipe pemakan ini yaitu mempunyai mandibular yang berfungsi untuk menggigit dan mengunyah makanan. Kerusakan yang ditunjukkan oleh serangan hama jenis ini seperti dijumpainya lubang pada daun atau buah dan gerakan pada batang tanaman. Contoh serangga hama tipe pemakan adalah ulat Lepidoptera, belalang, kumbang dan larvanya.
- b. Lokasi makan: lokasi makan atau target serangan setiap serangga hama biasanya letaknya spesifik pada tanaman. Lokasi serangan serangga misalnya pada bagian daun, batang, ranting, kulit pohon, tunas, bunga, buah, biji, akar, dan umbi. Sebagai contoh, penggerek batang tidak akan menjadi pemakan daun. Untuk serangga tipe metamorfosis sempurna umumnya hanya makan pada satu lokasi bagian tanaman dan pada saat masih berupa larva.
- c. Kerusakan: dikategorikan kerusakan langsung dan tidak langsung. Kerusakan langsung terjadi jika serangan hama pada bagian tanaman yang akan dipanen. Serangga hama yang dapat menyebabkan kerusakan langsung misalnya ulat yang mampu mendefoliasi daun tanaman, dan belalang yang menghabiskan daun dan batang tanaman. Serangga hama yang menyebabkan kerusakan tidak langsung, merupakan tipe serangga hama yang menyebabkan hilangnya hasil tanaman yang diakibatkan aktivitas serangga hama yang menimbulkan tingkat stres yang tinggi pada tanaman.



Gambar 45. Beberapa Serangga Tanah sebagai Hama Tanaman

Sumber: <https://belajartani.com/hama-penyakit-tanaman>

Hemiptera famili Hydrometridae, Reduviidae, Alydidae bertindak sebagai hama tanaman. Golongan tersebut akan menjadi hama saat fase nimpha dan dewasa. Hama tersebut akan memakan tanaman dan memilih bagian tanaman yang muda dan segar seperti tangkai, daun muda, pucuk. Kerusakan yang ditimbulkan secara nyata dirasakan bilapopulasi kepik besar, ada yang mengeluarkan bau yang tidak enak.

Beberapa jenis rayap merupakan hama bagi tanaman. Beberapa famili rayap yang umum menyerang perkebunan kelapa sawit di Indonesia yaitu *Rhinotermitidae* dan *Termitidae*. Namun, serangan hama rayap tersebut tidak sampai menimbulkan kematian pada tanaman inang. Spesies rayap *Coptotermes curvignathus* dan *Macrotermes gilvus* umumnya menyerang kelapa sawit yang ditanam berdekatan dengan tunggul pohon atau sisa-sisa kayu hutan yang tidak dibongkar. Adanyatunggul merupakan sumber inang dan makanan yang mengundang rayap di lapangan, sehingga dapat menyerang kelapa sawit. Serangan dari bagian luar tanaman ditandai dengan terbentuknya lorong-lorongtanah mulai dari bagian bonggol tanaman hingga menutupi potongan pangkal pelepah. Adapun serangan dari bagian dalam batang ditandaidengan terjadinya akumulasi daun tombak, daun yang menguning, dan pelepah sengkleh. Serangan rayap dengan intensitas berat, terjadi pada bagian dalam batang sehingga dapat menyebabkan tanaman kelapa sawitmati. Pada lahan bekas hutan, serangan rayap ini juga sering terjadi sehingga mengakibatkan kerusakan tanaman yang berat pada bonggoldan sistem perakaran sehingga dapat mengakibatkan tanaman tumbang.