

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sektor pertanian berperan penting dalam pertumbuhan perekonomian negara. Tidak hanya di bidang ekonomi, tetapi sektor pertanian juga berperan dalam pembangunan nasional untuk mencapai perekonomian berkelanjutan (Agustarita dan Wayan, 2015). Pertanian pada pertanaman tebu merupakan salah satu komoditas pertanian strategis yang banyak memberikan produk samping baik dari *on farm* maupun *off farm*. Luas areal pertanian tebu pada tahun 2021 adalah 443.501 ha dengan jumlah produksi gula tebu nasional 2.364.321 ton (Ditjenbun, 2021).

Indonesia memiliki potensi menjadi produsen gula dunia karena dukungan agroekosistem, luas lahan, dan tenaga kerja. Disamping itu besarnya prospek produksi dalam negeri akan kebutuhan gula masyarakat yang terus meningkat. Tebu (*Saccharum officinarum* Linn) adalah tanaman perkebunan yang digunakan untuk bahan baku pembuatan gula pasir. tanaman tebu hanya dapat tumbuh dengan baik pada iklim tropis dan merupakan jenis tanaman rumput-rumputan (PT. GMP 2009).

Dalam budidaya tebu, penanaman yang dilakukan pertama kali disebut *plant cane*, setelah dilakukan panen pertama tebu tidak dilakukan pembongkaran atau tidak melakukan penanaman kembali dari awal, melainkan hanya dilakukan pemeliharaan tunas yang tumbuh, pada tahap ini dikenal dengan sebutan tebu *ratoon 1*, lalu setelah dilakukan pemanenan kedua tunas yang tumbuh dilakukan perawatan kembali sehingga menghasilkan tebu *ratoon 2*, dan kegiatan ini terus berlanjut hingga tebu *ratoon 3*, biasanya jika sudah memasuki masa panen *ratoon* ke 3 tanaman dilakukan pembongkaran, tetapi apabila hasil dari tanaman masih memenuhi target panen maka perawatan *ratoon* bisa saja di lanjutkan hingga *ratoon* ke 4 dan seterusnya. Menurut Soepardi (1983) pengolahan lahan yang dilakukan secara intensif sebagai salah satu cara agar kondisi lahan lebih baik.

Salah satu usaha untuk mempertahankan kesuburan tanah adalah dengan cara mempertahankan kandungan dan keragaman biologis. Pemberian mulsa merupakan salah satu komponen penting dalam mempertahankan kandungan dan keragaman biologis tanah. Pemberian mulsa memiliki keuntungan yaitu dapat

meningkatkan aktivitas biota tanah yang berperan dalam memperbaiki sifat fisika dan kimia tanah. Harus diketahui penggunaan pupuk kimia dengan dosis tinggi dalam kurun waktu yang lama dan tanpa di ikut pemberian pupuk organik akan menyebabkan penurunan kualitas kesuburan tanah.

Respirasi tanah merupakan proses pernafasan organisme tanah dan akar tanaman yang mengeluarkan CO₂ dari dalam tanah yang dilepaskan ke permukaan. Tidak hanya dipengaruhi oleh faktor biologis (vegetasi dan mikroorganisme) dan faktor lingkungan (suhu, kelembaban dan pH), respirasi tanah juga dipengaruhi oleh faktor buatan manusia. Faktor biologis tanah diantaranya adalah organisme.

Keanekaragaman organisme dalam tanah memberikan kontribusi penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Komponen biotik dapat berupa fauna tanah, yaitu organisme yang terlibat dalam berbagai proses tanah antara lain; degradasi bahan organik, aliran unsur hara, pengendalian populasi organisme patogen, memperbaiki sifat tanah, dan pencampuran bahan organik tanah (Handayanto dan Hairiah, 2007). Organisme di dalam tanah biasanya disebut juga dengan fauna tanah.

Fauna tanah merupakan bagian penting dari suatu ekosistem di dalam tanah. Beberapa peranan dari fauna tanah antara lain perbaikan kandungan dalam tanah yang menjadikan tanah bertambah subur yaitu menghancurkan fisik, pemecahan bahan menjadi humus, menyatukan bahan yang membusuk pada bagian atas lapisan tanah, dan membentuk bahan kestabilan agregat antara bahan organik dan bahan mineral penyusun tanah. Fauna tanah juga berperan pada aliran karbon, redistribusi unsur hara, siklus unsur hara dan pembentukan struktur tanah. Selain organisme, untuk mempertahankan kesuburan tanah juga memerlukan pemberian pupuk.

Salah satu alternatif dalam upaya meningkatkan efisiensi pemupukan N dan mengatasi permasalahan defisiensi N adalah dengan pemberian bahan pendamping pupuk N. Bahan pendamping pupuk N adalah zeolit, muatan negatif yang tinggi dalam zeolit memiliki daya jerap yang kuat sehingga mampu menyerap ion-ion bermuatan positif dalam tanah. Dengan tingginya daya jerap ion H⁺ dalam tanah maka tingkat kemasaman tanah akan berkurang, hal ini

dikarenakan ion H^+ merupakan ion yang mampu menyumbang dan meningkatkan kemasaman dalam tanah. Menurut Bhaskoro dan Kusumarini (2015) fungsi zeolit dalam meningkatkan pH tanah adalah sebagai mineral penjerap ion-ion positif dalam tanah dan salah satunya adalah ion H^+ .

Tujuan Penelitian

- a. Mendapatkan respirasi tanah dan analisis makrofauna di pertanaman tebu *ratoon 3* terbaik pada berbagai perlakuan dosis zeolit.
- b. Mendapatkan respirasi tanah dan analisis makrofauna di pertanaman tebu *ratoon 3* terbaik pada berbagai perlakuan persentase dosis urea.
- c. Mendapatkan interaksi respirasi tanah dan analisis makrofauna pada berbagai dosis zeolit dan persentase pupuk urea di pertanaman tebu *ratoon 3*.

Kerangka Pemikiran

Keberadaan makrofauna tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, salah satunya keberadaan bahan organik di dalam tanah. Keberadaan fauna tanah dapat dijadikan sebagai parameter kualitas tanah, fauna tanah juga dapat dijadikan sebagai bioindikator kesuburan tanah yang relatif melimpah. Salah satu fauna tanah yang dapat digunakan sebagai bioindikator adalah makrofauna tanah. Setiap populasi organisme tanah memiliki fungsi tertentu dan memiliki fungsi ekologis tertentu.

Keberadaan fauna tanah sangat tergantung pada faktor biotik dan abiotik tanah. Makrofauna tanah berperan penting dalam memperbaiki sifat-sifat dan fungsional tanah. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk memperbaiki kandungan dalam tanah adalah menggunakan bahan pembenah tanah.

Zeolit sebagai bahan pembenah tanah merupakan mineral alami bermuatan negatif, dapat dinetralkan oleh logam alkali atau alkali tanah, diisi dengan rongga ion dari molekul K, Na, Ca, Mg, dan H_2O , sehingga memungkinkan pertukaran ion dan pelepasan air yang lewat. Selain berfungsi sebagai penukar kation, zeolit juga berfungsi sebagai penyerap kation-kation yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan seperti Pb, Al, Fe, Mn, Zn dan Cu. Zeolit sebagai bahan pembenah tanah dapat meningkatkan KTK tanah yang dalam jangka panjang

dapat mempertahankan kualitas tanah. Untuk mempertahankan kondisi struktur tanah agar tidak berubah dapat juga dengan penggunaan mulsa.

Penggunaan mulsa di atas permukaan tanah dapat mengurangi erosi hingga 80%. Pemberian mulsa dapat memberikan keuntungan yang sangat baik dalam meningkatkan aktivitas biota tanah yang berperan dalam memperbaiki sifat fisika dan kimia tanah. Penggunaan mulsa juga dapat mengurangi penguapan air dan menciptakan kondisi iklim mikro yang mendukung pertumbuhan mikroba di sekitar akar, penambahan bahan organik ke dalam tanah diharapkan dapat meningkatkan kualitas fisika tanah, meningkatkan ketersediaan hara tanah, meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan ketersediaan air dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pada pertanaman tebu pemulsaan dapat menggunakan seresah tebu, blotong atau ampas tebu. Dengan adanya mulsa, gulma akan susah tumbuh, akibatnya tanaman akan bebas tanpa adanya kompetisi dengan gulma dalam penyerapan hara mineral tanah.

Hipotesis

- a. Didapatkan respirasi tanah dan analisis makrofauna di pertanaman tebu *ratoon* 3 terbaik pada berbagai perlakuan dosis zeolit.
- b. Didapatkan respirasi tanah dan analisis makrofauna di pertanaman tebu *ratoon* 3 terbaik pada berbagai perlakuan persentase dosis urea.
- c. Didapatkan interaksi respirasi tanah dan analisis makrofauna pada berbagai dosis zeolit dan persentase pupuk urea terbaik di pertanaman tebu *ratoon* 3.

Kontribusi

1. Dapat bermanfaat dalam memberikan ilmu pengetahuan kepada petani.
2. Dapat bermanfaat sebagai bahan informasi untuk mendapatkan jenis pupuk yang baik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman Tebu

Tebu merupakan salah satu anggota dari famili rumput-rumputan yang ukurannya besar. Tebu ditanam dari stek batang yang menghasilkan tunas-tunas dari buku-bukunya. Mula-mula tunas-tunas ini masih seperti daun saja dan menghasilkan tunas-tunas cabang. Setelah beberapa bulan mulai tumbuh batang-batang muncul tajuk daun. Pertumbuhan batang terus berlangsung hingga saatnya panen. Pertumbuhan tebu melibatkan perkecambahan stek bibit, fase pembentukan anakan selama beberapa bulan pertama dan kemudian pertumbuhan tinggi tanaman yang dibarengi dengan kematian sejumlah anakan.

Varietas-varietas tertentu yang posisi daunnya tegak akan dapat menunjang kepadatan tananaman yang tinggi, dan umumnya produksi lebih tinggi. Kalau jarak tanam terlalu lebar, pembentukan anakan dapat berlangsung terus pada fase pertumbuhan batang. Hal ini akan menyebabkan rendahnya kualitas tebu karena anakan yang terhambat akan terbentuk pada pangkal batang tebu dan menurunkan kadar gula, dan menghasilkan tebu yang kurang sesuai untuk digiling. Serupa dengan itu, kalau batang roboh, karena angin atau karena tanah terlalu subur yang digabung dengan penanaman varietas yang mudah roboh, anakan yang terhambat akan muncul dan menurunkan kualitas dan hasil gula (Sastrahidayat dan Soemarno, 1991).

Klasifikasi

Klasifikasi botani tanaman tebu menurut USDA Plant Database (2022) sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Superdivision : Spermatophyta
Division : Magnoliophyta
Class : Liliopsida
Subclass : Commelinidae

Order : Cyperales
Family : Poaceae Barnhart
Genus : Saccharum L.
Species : *Saccharum officinarum* L.

Selain *Saccharum officinarum* masih terdapat empat spesies tebu yang lain dalam genus *Saccharum*, yaitu: *Saccharum sinense*, *Saccharum barberi*, *Saccharum spontaneum*, dan *Saccharum robustum*. Diantara kelima spesies tersebut, *Saccharum officinarum* linn memiliki kandungan sukrosa terbesar dan kandungan seratnya paling rendah sehingga spesies ini dijadikan penghasil gula utama, sedangkan spesies lain memiliki kandungan sukrosa dibawah *Saccharum officinarum* (Setyamidjaja dan Azharni, 1992).

Menurut Sudiatso, (1981) pada keadaan lingkungan yang optimum tanaman tebu dapat memberikan hasil yang tinggi dan tunas yang baik. Umumnya tanaman tebu berumur 14 sampai 16 bulan dan berakar serabut pada awal pertumbuhannya yang berfungsi sebagai tunjangan mekanik tanaman agar tegak dan menyerap unsur hara dan air dari tanah.

2.1.2 Morfologi

Tanaman tebu terdiri dari akar, batang, daun dan bunga. Akar pada tanaman ini berupa akar serabut yang memiliki panjang hingga mencapai 2 m jika ditanam pada lingkungan yang optimum. Batang tebu merupakan bagian yang penting karena bagian inilah yang akan dipanen hasilnya. Pada bagian ini banyak terdapat nira yang mengandung gula dengan kadar mencapai 20%. Bagian ujung atau pucuknya memiliki kandungan gula yang lebih tinggi daripada bagian pangkal batang. Gula pada tebu berupa sukrosa yang akan mencapai kadar maksimum jika tebu berumur 12 – 14 bulan atau telah mencapai masak fisiologis. Bagian internode (ruas batang) dibatasi oleh node (buku) yang merupakan tempat duduk daun tebu. Pada ketiak daunnya terdapat mata atau kuncup, letak mata pada ketiak daun berseling. Begitu juga dengan letak daun pada batang juga berseling.

Tanaman tebu memiliki daun yang terdiri dari pelepah daun dan helai daun. Pelepah daun berfungsi sebagai pembungkus ruas daun, batang muda yang masih lunak dan mata. Helai daunnya berbentuk pita dengan panjang 1–2m dan lebarnya 2–7cm sesuai dengan varietas masing-masing dan keadaan lingkungan

(Setyamidjaja dan Azharni, 1992). Daun tanaman tebu mengandung silikat. Permukaan daun kasar dengan tulang daun memanjang pada bagian tengah. Tepi daunnya tidak rata atau bergerigi. Seperti halnya famili *Graminae* pada umumnya, bunga pada tanaman tebu tersusun berupa malai. Tipe penyerbukan pada tanaman ini adalah menyerbuk silang yang secara alami dibantu oleh angin. Pembungaan terjadi setelah tebu mencapai umur dewasa yaitu antara 12–14 bulan. Bibit merupakan faktor produksi yang sangat penting, akan tetapi saat ini mutu dan jumlahnya masih kurang.

Penyiapan bibit melalui kebun bibit berjenjang membutuhkan waktu 6 bulan untuk masing-masing periode tanam, sehingga membutuhkan waktu yang relatif lama dalam menghasilkan bibit tebu untuk pengembangan. Teknik pembibitan tebu yang membutuhkan waktu singkat dibutuhkan dalam industri gula. Salah satu faktor yang ikut menentukan keberhasilan penanaman adalah ketersediaan bibit berkualitas. Bibit berkualitas ditandai oleh kemampuannya beradaptasi dengan lingkungan baru, dapat tumbuh dengan baik jika ditanam di lapangan, sehat, dan seragam (Setyamidjaja dan Azharni, 1992). Tebu termasuk dalam tanaman jenis *Graminae* atau rumput-rumputan yang dibudidayakan untuk bahan baku pembuatan gula. Gula adalah salah satu kebutuhan yang penting bagi masyarakat khususnya di Indonesia. Meningkatnya konsumsi gula dari tahun ke tahun disebabkan juga oleh penambahan jumlah penduduk.

1.1.3 Syarat Tumbuh

Tanaman tebu dapat tumbuh baik pada daerah beriklim tropis namun masih dapat tumbuh pada daerah beriklim sedang dengan daerah penyebarannya antara 350° LS dan 390° LU. Menurut Sudiato (1981) tanaman tebu membutuhkan air dalam jumlah besar. Curah hujan yang optimum untuk tanaman tebu adalah 2000–2500 mm per tahun dengan hujan tersebar merata. Produksi yang maksimum dicapai pada kondisi dimana terdapat perbedaan yang ekstrim antara musim hujan dan musim kemarau. Suhu yang baik untuk tanaman ini berkisar antara 22°–27°C. Kelembaban nisbi yang dikehendaki adalah 65–85%. Penyinaran matahari langsung sangat baik untuk pertumbuhan tanaman tebu. Sinar matahari tidak hanya penting dalam pembentukan gula dan tercapainya kadar gula yang tinggi pada batang, tetapi juga mempercepat proses pemasakan.

Pada lama penyinaran 7 – 9 jam per hari akan dicapai kandungan sukrosa maksimum (Setyamidjaja dan Azharni, 1992).

Pertumbuhan tanaman tebu dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kultivar, suhu, intensitas sinar matahari, kelembaban, kesuburan dan keberadaan gulma. Semua tipe tanah cocok untuk pertanaman tebu, namun tanah yang baik untuk 12 pertumbuhan tebu yaitu tanah dengan jaminan kecukupan air yang optimum dengan pH tanah antara 5.5-7.0. Pada pH tanah diatas 7.0, tanaman sering mengalami kekurangan unsur fosfor. Pada pH tanah dibawah 5.5 dapat menyebabkan terhambatnya proses penyerapan unsur hara dan air dari tanah oleh akar tanaman (Menurut Sudiatso, 1981).

Pembenah Tanah (Zeolit)

Bahan pembenah tanah dikenal juga sebagai *soil conditioner*. Bahan pembenah tanah diartikan sebagai bahan-bahan sintesis atau alami, organik atau mineral, berbentuk padat maupun cair yang mampu memperbaiki struktur tanah, dapat merubah kapasitas tanah menahan dan melalukan air, serta dapat memperbaiki kemampuan tanah dalam memegang hara, sehingga air dan hara tidak mudah hilang, namun tanaman masih mampu memanfaatkan air dan hara tersebut. Bahan pembenah tanah alami yang banyak digunakan oleh petani adalah kapur pertanian, fosfat alam, bahan organik yang mempunyai C/N rasio 7-12, blotong, sari kering limbah (SKL), emulsi aspal (bitumen), lateks atau skim lateks, dan zeolit. Zeolit dapat digunakan untuk memperbaiki kesuburan aktual tanah dan dapat berperan sebagai bahan pembenah tanah.

Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium, zeolit merupakan bahan alam yang memiliki KTK tinggi (120 – 180 meq/100 g). Sebagai pembenah tanah zeolit merupakan mineral dari senyawa aluminosilikat terhidrasi dengan struktur berongga dengan ukuran rongga sesuai dengan ukuran ion ammonium sehingga zeolit dapat menjerap ion ammonium sebelum berubah menjadi nitrat dan mengandung kation-kation alkali yang dapat dipertukarkan. Zeolit juga merupakan bahan conditioner tanah yang dapat memegang dan melepaskan air. Hal ini mengakibatkan media mampu mengikat air dan unsur hara dan melepaskan saat diperlukan tanaman.

Peranan zeolit

Penggunaan zeolit pada tanah dapat berfungsi meningkatkan kualitas penggunaan pupuk, bahan campuran untuk membuat pupuk lambat tersedia, pelembaba tanah dan pengontrol cadangan air. Zeolit alam mempunyai kemampuan yang sangat baik untuk menjerap dan menukarkan kation (Kusdarto, 2008). Zeolit bersifat tidak asam, sehingga dapat menyangga keasaman tanah, dan mampu mengurangi takaran kapur.

Aplikasi zeolit umumnya bertujuan untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan dan menyediakan unsur hara serta air untuk kebutuhan tanaman, dan juga untuk menekan kehilangan unsur hara yang diberikan melalui pemupukan (Vaughan, 1989). Selain itu zeolit berguna dalam memperbaiki tata udara dan drainase tanah serta meningkatkan kapasitas tukar kation tanah, karena zeolit mengandung basa K, Ca, dan Mg yang dapat dipertukarkan. Zeolit dapat menangkap sementara hara pupuk sehingga tidak hilang tercuci dan akan dilepaskan kembali untuk diserap akar tanaman. Zeolit berperan untuk menahan sementara unsur hara di daerah perakaran, sehingga pupuk Urea dan KCl yang diberikan lebih efisien (Juarsah, 2016).

Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik adalah pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisik atau biologis dan merupakan hasil industri atau pabrik pembuat pupuk. Pemberian pupuk anorganik dapat merangsang pertumbuhan secara keseluruhan khususnya cabang, batang, daun, dan berperan penting dalam pembentukan hijau daun (Lingga, 2008). Pemupukan bertujuan mengganti unsur hara yang hilang dan menambah persediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk meningkatkan produksi dan mutu tanaman.

Penggunaan pupuk anorganik yang tepat jumlah untuk lokasi yang spesifik akan sangat menguntungkan baik secara teknis, ekonomis, maupun lingkungan. Salah satu pupuk anorganik yang sering digunakan petani adalah pupuk NPK. Unsur hara N, P dan K yang tersedia dalam jumlah yang optimal dan seimbang akan mampu memberikan keseimbangan hara makro bagi tanaman. Menurut (Utomo, dkk. 2016) unsur hara N, P dan K merupakan salah satu unsur hara

esensial yang memiliki peran atau fungsi fisiologis dalam proses pertumbuhan tanaman. Pupuk anorganik terbagi menjadi dua jenis yaitu pupuk tunggal dan pupuk majemuk.

Pupuk tunggal

Pupuk tunggal adalah pupuk yang hanya mengandung satu jenis unsur hara saja, misalnya pupuk N (nitrogen), pupuk P (fosfat), atau pupuk K (kalium). Nitrogen (N) merupakan unsur hara makro yang sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman Nitrogen dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah paling besar dibandingkan dengan unsur hara yang lainnya. Secara umum kandungan Nitrogen dalam tanaman sebesar 1-5% bobot. Tanaman menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+). Preferensi tanaman terhadap nitrit atau ammonium dipengaruhi oleh umur, jenis tanaman, lingkungan dan faktor lain (Tisdale dkk., 2005).

Fosfor (P) merupakan penyusun dari senyawa-senyawa tanaman seperti enzim dan protein serta komponen struktural dari phosphoprotein, phospholipid, dan nukleotida yang merupakan bahan pembentuk RNA dan DNA. Fosfor juga dilibatkan dalam transpor elektron dalam reaksi oksidasi-reduksi. Selain itu P merupakan bagian dari asam nukleat, koenzim NAD (Nicotinamide Dinucleotida), dan nikotinamide dinukleotida phosphate (NADP) yang berperan dalam proses fotosintesis. Fosfor sebagai penyimpan energi pada metabolisme tanaman melalui transformasi ADP ke ATP dan juga berperan dalam formasi dan translokasi dari substrat seperti gula dan pati (Gardner dkk., 1985).

Kalium (K) juga merupakan unsur hara makro yang penting bagi tanaman. Unsur hara kalium dapat berasal dari mineral primer dan mineral sekunder, misalnya tanah hat. Pengambilan K oleh tanaman dalam bentuk kation K^+ yang monovalen. K bukan merupakan bagian penyusun tubuh tanaman, namun berperan dalam membantu pemeliharaan potensial osmosis dan pengambilan air dan juga berpengaruh dalam penutupan stomata (Gardner dkk., 1985).

Pupuk majemuk

Berbeda dengan pupuk tunggal, pupuk majemuk merupakan pupuk campuran yang mengandung lebih dari satu macam unsur hara yang berguna

untuk tanaman baik unsur makro maupun mikro terutama N, P, dan K (Rosmarkam, 2002). Penggunaan pupuk NPK dapat menjadi solusi dan alternatif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini dikarenakan pada pupuk majemuk NPK kadar unsur dinyatakan dengan komposisi angka tertentu. Misalnya pupuk NPK 10-20-15 yang berarti bahwa dalam pupuk terdapat 10% nitrogen, 20% fosfor (sebagai P_2O_5) dan 15% kalium (sebagai K_2O).

Penggunaan pupuk NPK diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam pengaplikasian di lapangan dan dapat meningkatkan kandungan unsur hara yang dibutuhkan di dalam tanah serta dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman. Hal ini sejalan dengan pendapat Sutedjo (2002) bahwa pemberian pupuk anorganik ke dalam tanah dapat menambah ketersediaan hara yang cepat bagi tanaman. Hal yang dapat diperhatikan sebelum pengaplikasian pupuk majemuk adalah dosis pupuk yang akan digunakan.

Pengaplikasian pupuk majemuk harus disesuaikan dengan kebutuhan dari jenis tanaman yang akan ditanam, dikarenakan setiap jenis tanaman memerlukan perbandingan dosis N, P, dan K yang berbeda. di Indonesia sendiri beredar beberapa jenis pupuk majemuk dengan komposisi N, P dan K yang beragam.

Respirasi Tanah

Respirasi tanah adalah proses pelepasan CO_2 dari tanah ke atmosfer, terutama dihasilkan oleh organisme tanah dan akar tanaman. Hal ini dipengaruhi oleh faktor biologis (vegetasi, mikroorganisme) dan faktor lingkungan (suhu, kelembaban, pH). Respirasi tanah yang meliputi akar dan respirasi organisme diperkirakan kontribusinya 60-90% dari total respirasi ekosistem di hutan beriklim sedang atau temperate (Goulden dkk., 1996). Pengukuran respirasi secara in-situ sering diterjemahkan sebagai flux CO_2 . Respirasi dapat dikaitkan dengan status kesehatan tanah.

Penetapan respirasi tanah berdasarkan jumlah CO_2 yang dihasilkan oleh organisme tanah dan jumlah O_2 yang digunakan oleh organisme tanah. Keanekaragaman organisme dalam tanah memberikan kontribusi penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Komponen biotik dapat berupa fauna tanah, yaitu organisme yang terlibat dalam berbagai proses tanah antara lain; degradasi

bahan organik, aliran unsur hara, pengendalian populasi organisme patogen, memperbaiki sifat tanah, dan pencampuran bahan organik tanah (Handayanto dan Hairiah, 2007).

Makrofauna Tanah

Makrofauna tanah adalah fauna yang hidup di tanah, baik yang hidup di permukaan tanah maupun yang terdapat di dalam tanah (Suin, 2003). Keberadaan fauna dapat dijadikan parameter dari kualitas tanah, fauna tanah yang digunakan sebagai bioindikator kesuburan tanah tentunya memiliki jumlah yang relative melimpah (Ibrahim dan Hasan, 2014). Salah satu fauna tanah yang dapat dijadikan bioindikator adalah makrofauna. Jenis-jenis makrofauna tanah terdiri dari filum Arthropoda, filum Mollusca, dan filum Annelida. Makrofauna tanah merupakan bagian dari biodiversitas tanah yang berperan penting dalam perbaikan sifat fisik, kimiawi, dan biologi tanah. Pengelompokan dan identifikasi fauna tanah berdasarkan ukuran tubuhnya yaitu: 1) mikrofauna, fauna tanah yang mempunyai ukuran tubuh antara 20 μ - 200 μ , contohnya Ciliata, 2) makrofauna, fauna tanah dengan ukuran tubuh > 1 cm, contohnya cacing, semut dan rayap.

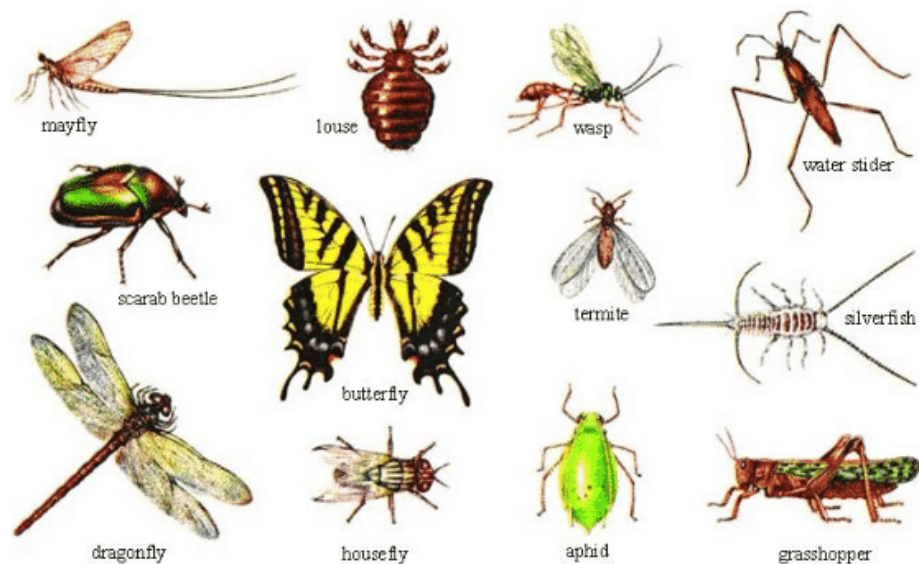
Makrofauna tanah mempunyai peranan penting dalam dekomposisi bahan organik tanah, dalam penyediaan unsur hara. Keanekaragaman makrofauna tanah dalam ekosistem tanah menunjukkan hubungan yang sangat erat dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Hanafiah, (2014) menjelaskan kesuburan tanah juga dipengaruhi oleh ketersediaan hara, rendahnya ketersediaan hara mencerminkan rendahnya kesuburan tanah sehingga keberadaan makrofauna tanah sebagai perombak bahan organik sangat menentukan ketersediaan hara dalam menyuburkan tanah. Keberadaan dan aktivitas makrofauna tanah dapat meningkatkan aerasi, infiltrasi air, agregasi tanah, serta mendistribusikan bahan organik tanah.

Makrofauna tanah menurut klasifikasinya

Pada dasarnya makrofauna terdiri atas beberapa tingkatan klasifikasi kelompok makrofauna tanah antara lain :

a) Filum Arthropoda

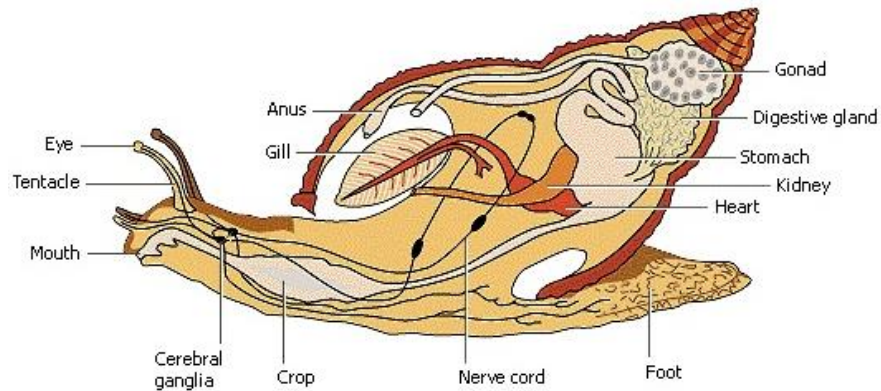
Arthropoda berasal dari istilah bahasa Yunani yang berarti memiliki kaki bersendi. Filum arthropoda berjumlah lebih dari tiga perempat dari semua jenis binatang yang berbeda dimana serangga membentuk kelas arthropoda terbesar dalam jumlah spesies. Arthropoda dapat dikelompokkan atas dasar ukuran tubuhnya, kehadirannya di tanah, habitat yang dipilihnya, dan kegiatan makannya (Suin, 2003). Arthropoda yang menghabiskan sebagian atau seluruh hidup mereka di tanah menunjukkan adaptasi struktural dan perilaku khusus terhadap kondisi fisik, kimia, dan biotik yang ditemukan di masing-masing habitat. Contoh filum arthropoda dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Filum arthropoda (Dunia Pendidikan. 2022)
 Sumber : <https://duniapendidikan.co.id/arthropoda/>

b) Filum Mollusca

Mollusca merupakan hewan yang bertubuh lunak, nama tersebut berasal dari bahasa latin molis artinya lunak yang digunakan pertama kali oleh Zoologist Prancis Cuvier tahun 1798, saat melakukan deskripsi sotong dan cumi. Sebagian besar jenis moluska hidup di lingkungan laut, sekitar 25% hidup di perairan tawar dan daratan (Isdrajad dkk. 2010). Contoh filum Mollusca yang hidup di daratan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur tubuh Filum Mollusca (Biologi Gonzaga. 2010)
 Sumber:
<https://biologigonz.blogspot.com/2010/08/gastropoda-mollusca.html>

c) Filum Annelida

Annelida (annelus=cincin kecil, gelang kecil atau ruas-ruas kecil, dan eidos= bentuk). Disebut juga sebagai cacing gelang atau cacing beruas-ruas. Ruas-ruas ini dapat dilihat baik pada struktur luar maupun struktur dalam. Pada umumnya bentuk tubuh dari annelida yaitu bulat panjang berambut dan bulat pipih tidak berambut. Segmen tubuhnya lebih dari 100 buah yang masing-masing terdiri dari 4 pasang rambut. Bagian kepala terdiri dari prostomium dan merupakan segmen pertama, warna bagian dorsal lebih gelap dibandingkan bagian ventral, ada yang memiliki alat penghisap di bagian anterior dan posterior yang dilengkapi dengan 3 buah rahang (Adun Rusyana, 2014). Berikut adalah gambar dari filum annelida :



Gambar 3. Filum annelida (Guru Pendidikan. 2019)
 Sumber : <https://seputarilmu.com/2019/11/annelida.html>

Peranan makrofauna tanah

Di dalam tanah 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. Makrofauna tanah mempunyai peranan penting dalam dekomposisi bahan organik tanah dalam penyediaan unsur hara. Makrofauna akan merombak substansi nabati yang mati, kemudian bahan tersebut akan dikeluarkan dalam bentuk kotoran. Biota tanah memegang peranan penting dalam siklus hara di dalam tanah, sehingga dalam jangka panjang sangat mempengaruhi keberlanjutan produktivitas lahan. Peran aktif makrofauna tanah dalam menguraikan bahan organik tanah dapat mempertahankan dan mengembalikan produktivitas tanah dengan didukung faktor lingkungan disekitarnya (Wulandari dkk., 2005).

Salah satu biota tanah yang berperan sebagai saprofagus maupun goofagus adalah cacing tanah (Tim Sintesis Kebijakan, 2008). Kontribusi makrofauna tanah dalam proses dekomposisi dapat secara langsung ataupun tidak langsung (Musyafa, 2005). Kontribusi secara langsung dapat dilihat dari nutrien yang mengalami pelindian karena makrofauna sendiri. Sedangkan efek tidak langsung terjadi jika makrofauna itu mempengaruhi mikroorganisme yang berperan dalam proses dekomposisi.