

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) adalah tanaman yang umumnya dikenal sebagai tanaman penghasil minyak atsiri. Minyak dari tanaman nilam digunakan dalam berbagai produk kosmetik, minyak wangi atau parfum, antiseptik, dan lain-lain (Mangun, 2009).

Unsur hara yang dibutuhkan setiap tanaman berbeda-beda. Menurut Maryani dan Gusmawartati, (2011), Tanaman nilam sangat membutuhkan unsur hara. Jika tanah tidak dapat memberikan cukup unsur hara kepada tanaman, maka perlu diberikan pupuk untuk memenuhi kebutuhan ini.

Iswandi *et al.*, (1995), berpendapat bahwa tanah dengan unsur hara yang cukup, pH yang cukup, aerasi dan drainase yang baik, air yang cukup, dan sumber energi yang cukup (bahan organik) merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme dan fauna tanah.

Mesofauna tanah memiliki peranan penting dalam budidaya tanaman sebagai bioindikator kesuburan tanah. Mesofauna berperan dalam proses dekomposisi bahan organik di dalam tanah. Selain sebagai bioindikator, mesofauna juga memiliki peran dalam proses translokasi hara dan memperbaiki struktur tanah. Faktor lingkungan sangat mempengaruhi keberadaan mesofauna tanah sebagai penunjang kehidupannya. Faktor lingkungan tersebut diantaranya yaitu pH tanah, suhu udara, dan suhu tanah. Beberapa faktor tersebut mungkin disebabkan oleh teknik pengolahan atau penggunaan lahan (Ardiyani, 2017).

Aktivitas mikroorganisme dan habitat mesofauna tanah sangat dipengaruhi oleh peningkatan bahan organik di dalam tanah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk melihat tingkat kesuburan tanah pada vegetasi tanaman nilam yaitu dengan menambahkan biochar dan pupuk majemuk NPK melalui pengamatan keanekaragaman mesofauna tanah, diharapkan memberikan keluaran yang baik pada tingkat kesuburan tanah.

1.2 Tujuan Penelitian

- a. Mendapatkan aktivitas mikroorganisme dan keanekaragaman mesofauna tanah terbaik pada berbagai residu biochar.
- b. Mendapatkan aktivitas mikroorganisme dan keanekaragaman mesofauna tanah terbaik pada berbagai dosis pupuk majemuk NPK.
- c. Mendapatkan interaksi terbaik kombinasi antara berbagai residu biochar dan dosis pupuk majemuk NPK terhadap aktivitas mikroorganisme dan keanekaragaman mesofauna tanah.

1.3 Kerangka Pemikiran

Tanaman nilam adalah jenis tanaman yang bisa tumbuh hampir di semua jenis tanah. Namun, tanaman nilam akan tumbuh secara optimal jika ditanam di tanah yang subur, gembur, serta kaya akan humus karena nilam membutuhkan hara yang banyak. Untuk mengoptimalkan pertumbuhannya dapat dilakukan dengan menambahkan bahan organik sebagai campuran media tanam. Salah satu bahan organik yang dapat digunakan sebagai campuran media tanam adalah biochar.

Beberapa penelitian melaporkan bahwa aplikasi biochar ke tanah dapat membenahi beberapa sifat tanah diantaranya memperbaiki struktur tanah, meningkatkan porositas, menurunkan berat jenis, dan meningkatkan agregasi dan retensi air serta meningkatkan kapasitas pertukaran kation sebesar 20%. Biochar juga menyediakan habitat yang baik bagi mikroorganisme tanah, sehingga memacu aktivitas mikroorganisme tanah dalam menyuburkan tanah dan memperbaiki pertumbuhan tanaman (Arifin *et al.*, 2022). Peningkatan efisiensi pemupukan dapat dilakukan dengan memberikan bahan pendamping biochar. Bahan pendamping biochar adalah pupuk NPK, sehingga pemupukan diharapkan akan optimal.

Tanah merupakan tempat kehidupan mesofauna yang memiliki peran dalam menjaga keseimbangan ekosistem tanah. Keberadaan mesofauna menjadi bioindikator dalam kesuburan tanah karena mesofauna berperan penting dalam dekomposisi bahan organik yang memberikan ketersediaan hara bagi tanaman. Ketersediaan biochar sebagai bahan organik memberikan sumber energi bagi mesofauna tanah untuk menjalankan siklus hidupnya. Semakin besar kandungan bahan organik di dalam tanah, maka jumlah individu, jumlah jenis, dan indeks keanekaragaman jenis mesofauna tanah akan semakin tinggi. Berdasarkan hal

tersebut, diharapkan penggunaan bahan organik biochar dan pupuk NPK dapat meningkatkan aktivitas mesofauna tanah.

1.4 Hipotesis

- a. Terdapat aktivitas mikroorganisme dan keanekaragaman mesofauna tanah terbaik pada berbagai residu biochar.
- b. Terdapat aktivitas mikroorganisme dan keanekaragaman mesofauna tanah terbaik pada berbagai dosis pupuk majemuk NPK.
- c. Terdapat interaksi terbaik kombinasi antara berbagai residu biochar dan dosis pupuk majemuk NPK terhadap aktivitas mikroorganisme dan keanekaragaman mesofauna tanah.

1.5 Kontribusi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai mesofauna tanah sebagai bioindikator kesuburan tanah dan sebagai informasi tambahan dalam menunjang pembangunan pertanian berkelanjutan yang berwawasan lingkungan melalui kajian keanekaragaman mesofauna.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Nilam

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang dikenal dengan nama minyak nilam (*patchouli oil*) yang digunakan dalam industri kosmetik, parfum, sabun, dan industri lainnya. Tanaman nilam merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang termasuk dalam komoditi perkebunan dan telah dikenal di pasar internasional (Unteawati *et al.*, 2012).

Tanaman nilam dapat tumbuh optimal jika terkena sinar matahari cukup, akan tetapi nilam masih tumbuh dengan baik pada daerah ternaungi. Salah satu syarat tumbuh tanaman nilam adalah tumbuh baik di daerah dataran rendah-sedang (0-700 m dpl). Nilam dapat tumbuh pada berbagai jenis lahan. Pertumbuhan optimum tanaman nilam menghendaki suhu udara antara 24-28°C dengan kelembaban yang lebih dari 75%. Intensitas penyinaran optimum yang dibutuhkan untuk produksi tanaman nilam berkisar antara 75-100% (Harli, 2017).

Menurut Kusumaningrum, *et al.*, (2016), perbanyakan tanaman nilam lebih banyak dilakukan secara vegetatif agar memperoleh sifat yang sama dengan induknya. Perbanyakan tersebut merupakan suatu cara-cara perbanyakan atau perkembangbiakan tanaman dengan menggunakan bagian-bagian tanaman seperti batang, cabang, pucuk, daun, umbi dan akar, untuk menghasilkan tanaman baru yang sama dengan induknya.

2.2 Biochar

Biochar merupakan bahan padatan kaya karbon yang terbentuk melalui proses pembakaran bahan organik atau biomasa tanpa atau dengan sedikit oksigen (*pyrolysis*) pada temperatur 250-500°C yang dapat dimanfaatkan untuk kesuburan tanah (Yosephine *et al.*, 2021).

Sumber biochar terbaik adalah limbah organik khususnya limbah pertanian, karena bahan bakunya cukup tersedia, seperti residu kayu, tempurung kelapa, sekam padi, kulit buah kakao, tongkol jagung, kulit kopi, pelepah kelapa dan sawit, batok kelapa, sabut dan limbah degan kelapa, tandan kosong sawit, ampas tebu (Evizal dan Prasmatiwi, 2023).

Menurut Safitri, *et al.*, (2018), biochar sebagai pembenah bagi tanah mampu memperbaiki sifat tanah seperti meningkatkan stabilitas agregat tanah, memperbaiki aerasi tanah, meningkatkan kandungan C-organik tanah, mampu meretensi hara dan air agar tersedia untuk tanaman. Aplikasi biochar dapat meningkatkan pH pada tanah masam dan meningkatkan KTK tanah (Putri *et al.*, 2017).

Biochar dapat bertahan sampai ribuan tahun di dalam tanah. Penyimpanan biochar di dalam tanah mempunyai harapan yang baik sebagai penyimpanan karbon dan berfungsi untuk memperbaiki sifat tanah yang bisa menyuburkan tanah untuk keperluan pertanian (Sarwono, 2016).

2.3 Pupuk Majemuk NPK

Pemupukan merupakan salah satu teknik yang menentukan tingkat pertumbuhan suatu tanaman. Unsur hara tersedia yang dikandung dalam tanah berjumlah terbatas. Sebagian besar kebutuhan hara harus dipenuhi melalui pemupukan. Pemupukan bertujuan untuk menjaga dan meningkatkan ketersediaan zat yang berisi satu unsur hara atau lebih dalam tanah yang dimaksudkan untuk menggantikan unsur hara yang habis terserap dari dalam tanah sehingga tanaman akan tumbuh dengan baik dan akan mampu berpotensi secara maksimal (Wuriesylane dan Saputro, 2021).

Pupuk majemuk (NPK) merupakan salah satu pupuk anorganik yang dapat digunakan dan sangat efisien dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara makro (N, P, dan K), menggantikan pupuk tunggal seperti Urea, SP-36, dan KCl yang kadang-kadang susah diperoleh di pasaran dan sangat mahal. Keuntungan menggunakan pupuk majemuk (NPK) adalah (1) dapat dipergunakan dengan memperhitungkan kandungan zat hara sama dengan pupuk tunggal, (2) apabila tidak ada pupuk tunggal dapat diatasi dengan pupuk majemuk, (3) penggunaan pupuk majemuk sangat sederhana, dan (4) pengangkutan dan penyimpanan pupuk ini menghemat waktu, ruang, dan biaya (Kaya, 2014).

Komposisi kandungan unsur hara pada pupuk NPK mutiara 15-15-15 adalah N sebesar 15% dalam bentuk NH_3 , P sebesar 15% dalam bentuk P_2O_5 , dan K sebesar 15% dalam bentuk K_2O . Penambahan pupuk majemuk berupa NPK sekaligus akan memberikan unsur N, P, dan K yang masing-masing mempunyai

fungsi berbeda-beda. Pupuk NPK mengandung berbagai unsur hara yaitu Nitrogen, Fosfor, Kalium, dan Sulfur. Nitrogen dimanfaatkan tanaman untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan dan merangsang pertumbuhan vegetatif seperti daun, fosfor digunakan tanaman untuk pengangkutan energi hasil metabolisme dalam tanaman serta merangsang pembungaan dan pembuahan, kalium berfungsi dalam proses fotosintesis, pengangkutan hasil asimilasi, enzim dan mineral termasuk air dan sulfur yang berfungsi sebagai pembentukan asam amino dan pertumbuhan tunas (Tudu *et al.*, 2021).

2.4 Mesofauna Tanah

Mesofauna merupakan salah satu organisme tanah yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber makanannya. Selain sebagai konsumen, mesofauna juga berperan sebagai pengurai dalam proses pelapukan dan pemecahan bahan-bahan organik tanah (Harahap *et al.*, 2016).

Permukaan tanah merupakan habitat utama mesofauna karena pada lapisan tersebut terdapat beragam organisme, banyak mengandung hara, dan bahan organik. Mesofauna hidup di permukaan tanah pada kedalaman 0-15 cm (Mahendra *et al.*, 2019). Mesofauna tanah memiliki peranan yang sangat penting di dalam tanah, yaitu sebagai dekomposer bahan organik di dalam tanah.

Aktivitas mesofauna dipengaruhi oleh ketersediaan energi dan hara bagi mesofauna tanah. Kehidupan mesofauna tanah sangat tergantung pada faktor lingkungan abiotik dan biotik disekitarnya seperti suhu, kelembaban tanah, pH tanah, porositas tanah (Santi *et al.*, 2020). Mesofauna dalam metabolismenya mengeluarkan feses yang mengandung berbagai hara dalam bentuk tersedia bagi tanaman dan kehidupan lainnya yang ada dalam tanah (Santi *et al.*, 2020).

Terdapat beberapa ordo mesofauna yang ditemukan di tanah yaitu *Collembola*, *Acarina*, *Syhmphyla*, dan *Hymenoptera*. Tetapi dari beberapa ordo mesofauna yang ditemukan, terdapat dua mesofauna tanah yang sering ditemukan di tanah yaitu *Acarina* dan *Collembola* (Risman dan Ikhsan, 2017).

2.4.1 *Collembola*

Collembola merupakan mesofauna berukuran kecil, bertubuh lembut, dan seringkali memiliki mata telanjang atau ocelli (Gambar 1). Tubuh *Collembola* sebagian besar ditumbuhi oleh sisik dan rambut. Antenanya memiliki empat sampai enam segmen dan memiliki mata majemuk yang mereduksi. *Collembola* memiliki tipe mulut pengunyah dengan memiliki bentuk variasi dari maxilla dan mandibula yaitu runcing seperti stylet, panjang, pipi (*genae*) tereduksi yang menyatu dengan sisi labium membentuk sebuah lubang seperti kerucut di dalam yang membuat bagian mulut yang lain tampak melekok ke dalam. Kaki memiliki empat segmen. Pada bagian abdomen memiliki enam segmen dan memiliki alat pengisap atau kolofor seperti tabung ventral, kait penahan, dan furkula. Furkula ini digunakan *Collembola* untuk meloncat, dan loncatan tersebut pertanda saat musim kawin dengan menjulurkan furkula ke depan dan ke belakang. *Collembola* ini mampu meloncat hingga ketinggian 75-100 mm (Utomo, 2019).



Gambar 1. Contoh *Collembola*
Sumber: Garcelon, (2018)

2.4.2 *Acarina*

Acarina adalah salah satu kelompok *arthropoda* yang dapat ditemukan di banyak tempat. Sebagian besar ditemukan di tanah dan memiliki ukuran yang sangat kecil. *Acarina* memiliki peran dalam proses dekomposisi bahan organik dan agen penghancur bahan organik. *Acarina* banyak ditemukan pada lapisan dengan kedalaman 0-20 cm. Ada sekitar 50.000 jenis anggota *Acarina* memiliki bentuk tubuh panjang tubuh yang bervariasi yaitu antara 0,1-2 mm berwarna coklat muda sampai hitam (Kusumastuti *et al.*, 2022).

Organisme dari subkelas *Acarina* juga berperan penting dalam kesuburan tanah. *Acarina* memiliki peran dalam menghancurkan bahan organik menjadi berukuran yang lebih kecil, mengaduk bahan-bahan organik didalam tanah. *Acarina* juga berperan dalam kontrol biologi (predator) terhadap telur dan larva lalat serta nematoda (Utomo *et al.*, 2019). Contoh mesofauna tanah *Acarina* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh *Acarina*
Sumber: Garcelon, (2018)

2.4.3 *Symphyla*

Symphyla adalah salah satu kelompok *Myriapoda* yang berukuran kecil dan menyerupai kaki seribu. *Symphyla* memiliki tubuh yang lembut, tanpa pigmen, dan terdiri dari dua bagian yaitu kepala dan badan yang tersegmentasi. *Symphyla* umumnya ditemukan di daerah tropis seperti padang rumput dan tanah hutan (Culliney, 2013). Contoh mesofauna tanah *symphyla* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Contoh *Symphyla*
Sumber: Jannah dan Salbiah, (2020)

2.4.4 *Hymenoptera*

Hymenoptera merupakan kelompok besar dari serangga yang termasuk dalam kelas insekta, juga merupakan bagian dari mesofauna tanah. *Hymenoptera* mencakup kelompok-kelompok serangga seperti kupu-kupu, kumbang, dan serangga lainnya. *Hymenoptera* merupakan fauna tanah yang berperan sebagai

dekomposer, karnivora, saprofit, dan predator (Maftu'ah dan Asikin, 2021). Contoh mesofauna tanah *Hymenoptera* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh *Hymenoptera*
Sumber: Ramadhan *et al.*, (2022), dan Rosnadi, (2019)

2.5 Aktivitas Mikroorganisme Tanah

Aktivitas mikroorganisme tanah merupakan suatu proses yang terjadi karena adanya kehidupan mikroorganisme yang melakukan aktivitas hidup dalam suatu massa tanah. Menurut (Wicaksono *et al.*, 2015) aktivitas mikroorganisme tanah berbanding lurus dengan jumlah total mikroorganisme di dalam tanah, jika total mikroorganisme tinggi maka aktivitas mikroorganisme juga semakin tinggi.

Aktivitas mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah, untuk memperbaiki tingkat kesuburan tanah diperlukan pembenahan karakteristik tanah. Aktivitas mikroorganisme tanah dapat menyuburkan tanah dan memperbaiki pertumbuhan tanaman (Arifin *et al.*, 2022).

Sifat mikroorganisme sebagai bioindikator dapat diukur melalui aktivitas dari keseluruhan populasi mikroorganisme, seperti respirasi, mineralisasi N, dan aktivitas enzim tanah, serta melalui ukuran populasi mikroorganisme pada level organisme tunggal, level kelompok dan level komunitas (Sarifuddin, 2004).

Tingginya jumlah CO₂ yang dihasilkan mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama kelembaban dan suhu yang sesuai. Mikroorganisme tanah secara umum dapat hidup dengan baik pada tanah dengan pH yang netral, pH tanah yang masam akan mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Tanah dengan pH berkisar antara 6-7 menyediakan keadaan yang paling baik untuk mikroorganisme, tetapi ada beberapa mikroorganisme yang dapat hidup dengan baik pada tanah dengan keadaan pH masam misalnya fungi (Ardi,2009).