

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) merupakan tanaman asli daerah tropis Asia Tenggara, India, China serta Amerika Selatan (Idris, dkk., 2014). Tanaman nilam merupakan komoditas ekspor yang menyumbang devisa bagi negara, sebagai salah satu penghasil minyak atsiri Indonesia terbesar di pasar global dengan kontribusi 70%. Minyak nilam memiliki andil penting dalam kebutuhan industri wewangian, kosmetik, dan lain sebagainya (Kusumastuti, 2013). Volume ekspor dan produksi nilam selalu berubah-ubah hingga mengalami penurunan.

Penurunan ini disebabkan oleh tanaman nilam yang tumbuh kurang maksimal. Media tanam merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Tanah yang menyediakan unsur hara dan air yang cukup merupakan tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman, akan tetapi lahan yang tersedia hanya berupa lahan marginal yang miskin unsur hara dan ketersediaan air yang terbatas. Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kesehatan tanah ialah dengan cara pemberian kapur untuk meningkatkan pH tanah, penambahan bahan organik guna memperbaiki sifat kimia, fisika, dan biologi tanah, pemupukan untuk penyediaan unsur hara makro, serta penambahan bahan pembenah tanah.

Salah satu bahan pembenah tanah alternatif selain kompos ialah biochar. Biochar atau arang merupakan bahan pembenah tanah yang sulit terurai, sehingga dapat bertahan lama di dalam tanah atau memiliki residu sehingga tidak perlu diberikan setiap tahun. Manfaat yang cukup besar dengan penambahan biochar antara lain dapat meningkatkan pH tanah, memperbaiki struktur tanah, menahan erosi pada air dan tanah karena luas permukaannya lebih besar, meningkatkan C-organik tanah, sehingga meningkatkan produksi tanaman (Ismail dan Basri., 2011). Bahan baku biochar merupakan pemanfaatan dari limbah pertanian seperti kulit kakao, sekam padi, tempurung kelapa, dan lain sebagainya.

Adanya biochar pada tanah mempengaruhi aktivitas biologi dalam tanah. Berbagai macam organisme tanah dapat ditemui pada tanah dengan bahan organik yang melimpah. Organisme tanah adalah salah satu bagian ekosistem tanah yang

sangat berperan besar dalam proses penguraian serta penggemburan tanah (Husna, dkk., 2020). Perkembangan organisme tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain, ketersediaan unsur hara, pH tanah, aerasi dan drainase yang baik, air serta kandungan bahan organik.

Salah satu bagian organisme tanah adalah makrofauna tanah. Makrofauna tanah merupakan komponen biodiversitas tanah yang berperan penting menjaga kesuburan tanah. Keragaman makrofauna di dalam tanah membuktikan adanya interaksi untuk menyokong pertumbuhan tanaman. Keberadaan dan kegiatan makrofauna tanah dapat mengoptimalkan infiltrasi air, dan aerasi. Meningkatnya aktifitas makrofauna tanah dapat mempercepat penguraian bahan organik (Nurmegawati, dkk., 2014). Aktivitas ini sangat berguna di dalam ekosistem karena menguraikan sisa organik yang sudah mati menjadi unsur-unsur yang lebih kecil dan menyediakan fasilitas lingkungan bagi kelompok mesofauna, mikrofauna serta bakteri.

Salah satu parameter dari aktivitas biologi tanah adalah respirasi tanah, seperti organisme tanah, akar tanaman, atau kehidupan lainnya didalam tanah. Respirasi tanah merupakan proses pengeluaran CO₂ dari tanah ke atmosfer atau pernafasan mikroorganisme dan akar tanaman. Aktivitas ini sangat berpengaruh bagi ekosistem di dalam tanah. Berdasarkan penelitian (Lehmann, dkk., 2011) menyatakan bahwa pemberian biochar ke lapisan tanah dapat meningkatkan biota tanah. Respirasi dalam tanah akan meningkat apabila semakin banyak aktivitas mikroorganisme atau fauna di dalam tanah.

Berbagai upaya perlu dikembangkan untuk memperbaiki kesuburan tanah. Residu biochar dari limbah sekam padi dan pemberian pupuk majemuk NPK diharapkan memberi dampak positif berupa respirasi dan kelimpahan makrofauna tanah pada sistem budidaya nilam.

1.2 Tujuan

1. Didapatkan respirasi dan makrofauna tanah terbaik pada berbagai residu biochar.
2. Didapatkan respirasi dan makrofauna tanah terbaik pada berbagai dosis pupuk majemuk NPK.

3. Didapatkan interaksi antara residu biochar dan dosis pupuk majemuk NPK pada vegetasi nilam terhadap respirasi dan makrofauna tanah.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan yang diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih mendekati kondisi yang sesungguhnya di lapang. Penelitian ini adalah penelitian lanjutan yang dilakukan di lahan Politeknik Negeri Lampung. Kunci utama budidaya tanaman dengan media tanam adalah mengetahui sifat sifat tanahnya baik sifat kimia, fisika maupun biologi tanah. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengungkap sifat sifat tanah tersebut pada vegetasi nilam.

Nilam merupakan tanaman penghasil devisa negara. Produksi serta mutu minyak nilam yang tinggi diperlukan tanah yang kaya akan unsur hara dan bahan organik. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah faktor yang berasal dari bibit atau tanaman, sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar bibit atau tanaman, yang salah satunya merupakan media tanam. Pemanfaatan biochar dari limbah pertanian menjadi bahan organik sebagai media tanam berpotensi besar untuk memperbaiki kondisi tanah antara lain dapat merentensi hara, meningkatkan ketersediaan hara, meningkatkan KTK serta meningkatkan pH (Sujana., 2014). Residu biochar berpotensi memperbaiki kualitas tanah dengan jangka waktu yang lama dengan cara membenamkan ke dalam tanah. Guna membantu pertumbuhan tanaman agar maksimal maka perlu penambahan pupuk anorganik.

Pemberian pupuk majemuk berupa NPK bertujuan untuk menggantikan unsur hara yang terangkut pada saat pemanenan tanaman. Pupuk NPK mengandung berbagai unsur hara yaitu nitrogen, fosfor, dan kalium. Pupuk NPK dapat merangsang pertumbuhan tunas serta meningkatkan daya tahan dari serangan penyakit dengan begitu produktivitas tanaman menjadi maksimal. Residu biochar dan pemberian pupuk majemuk NPK diharapkan dapat memberikan hasil yang baik bagi pertumbuhan nilam. Kandungan unsur hara K pada biochar sebagai pembenah tanah dapat memperbaiki penyerapan unsur K dan pertumbuhan tanaman. Kalium dalam biochar dapat berada dalam larutan tanah sehingga dapat diserap tanaman dengan mudah serta peka terhadap pencucian. (Widiowati, dkk., 2012).

Pada saat proses penguraian bahan organik, makrofauna tanah berpengaruh besar dalam proses menghancurkan fisik serta memperkecil ukuran bahan organik dan menyediakan fasilitas lingkungan (microhabitat) yang baik untuk kelompok mesofauna, mikrofauna dan berbagai jenis bakteri dan fungi. Dengan adanya aktivitas makrofauna di dalam tanah dapat meningkatkan aerasi, dan infiltrasi air, serta menambah bahan organik tanah. Oleh sebab itu perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan keragaman makrofauna tanah. Respirasi tanah digunakan untuk menggambarkan tingkat aktivitas mikroorganisme tanah dan akar tanaman. Dengan demikian, penelitian lanjutan ini mengenai pengaruh residu biochar dan pemberian pupuk majemuk NPK terhadap respirasi dan makrofauna tanah.

1.4 Hipotesis

1. Terdapat respirasi dan makrofauna tanah terbaik pada berbagai residu biochar.
2. Terdapat respirasi dan makrofauna tanah terbaik pada berbagai dosis pupuk majemuk NPK.
3. Terdapat interaksi antara residu biochar dan dosis pupuk majemuk NPK pada vegetasi nilam terhadap respirasi dan makrofauna tanah.

1.5 Kontribusi

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi para petani dan peneliti lainnya dalam memberikan ilmu pengetahuan dan pemahaman serta menjadi bahan informasi dalam meningkatkan produksi nilam dan pengolahan tanah yang baik serta pemilihan pupuk. Penelitian ini juga sebagai pembelajaran dan pengalaman bagi penulis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman nilam

Salah satu tanaman herba asli Indonesia adalah tanaman nilam. Sesuai dengan sifat tumbuhnya, tanaman nilam tergolong kedalam tanaman tahunan. Tanaman ini merupakan tanaman belukar yang tumbuh berumpun, mempunyai banyak percabangan, berbuku-buku, serta memiliki aroma yang khas. Bagian dari tanaman nilam yang banyak diambil dan disuling adalah daun, untuk mendapatkan minyak (*Patchouli oil*) yang digunakan untuk kegiatan industri. *Patchouli alcohol* (PA) merupakan bahan utama yang terkandung dalam minyak nilam yang menyebabkan sifat fiksatif (pengikat wangi dari pafum dan kosmetik) (Aisyah dan Chan, 2011).

Tanaman nilam mudah tumbuh didataran tinggi maupun dataran rendah. Pada ketinggian tempat 10 – 400 meter di atas permukaan laut tanaman nilam dapat menghasilkan produksi yang tinggi. Curah hujan yang dibutuhkan tanaman nilam bagi pertumbuhan berkisar 2.500 – 3.500 mm dan merata setiap tahun. Supaya tanaman nilam tumbuh dengan baik, tanaman nilam membutuhkan intensitas penyinaran cahaya matahari yang cukup antara 75% – 100%. Suhu yang optimal untuk tanaman ini yaitu 24⁰ C – 28⁰ C. Tanaman nilam merupakan salah satu jenis tanaman yang berakar serabut yang wangi, bentuk daunnya membulat lonjong, serta batangnya berkayu dengan diameter sekitar 10-20 mm. Saat tanaman berumur 6 bulan, tingginya dapat mencapai 1 meter dengan radius cabang lebih kurang 60 cm (Heptiana, 2019).

Tanah yang subur, kaya akan unsur hara dan gembur sangat dibutuhkan oleh tanaman nilam. Akan tetapi, tanaman nilam sangat rentan terhadap penggenangan, oleh sebab itu tanaman ini harus terhindar dari genangan air. Apabila tanah yang mengandung air yang banyak, maka perlunya pembuatan parit drainase pembuangan air sehingga air yang berlebih dapat di minimalisir serta untuk meminimalisir serangan hama dan penyakit pada tanaman nilam (Sahwalita dan Herdiana, 2016).

2.2 Biochar

Biochar dapat tersimpan lama didalam tanah, karena pelapukan atau dekomposisi yang terjadi pada biochar sangat lambat sehingga efek perbaikan kualitas tanah dapat bertahan lebih lama (Mapegau, dkk., 2022). Biochar merupakan materi padat yang didapatkan dari hasil proses pirolisis biomassa pada suhu 250 – 350 °C selama 1 – 3,5 jam. Biochar merupakan substansi arang berpori, atau biasa juga disebut charcoal yang bersumber dari makhluk hidup terutama tumbuhan, salah satunya sekam padi. Penambahan biochar atau arang aktif dalam budidaya tanaman perkebunan dapat meminimalisir residu pestisida dalam tanah, air, dan hasil perkebunan. Biochar yang berasal dari sekam padi dapat mengurangi kandungan residu pestisida di dalam tanah mencapai 70%. Pori biochar sebagai tempat ideal untuk bakteri *Pseudomonas sp* yang berguna sebagai pendegradasi karbofuran hingga lebih dari 50% (Harsanti, dkk., 2013).

Biochar dapat menangani beberapa masalah pada tanah dan menyediakan unsur tambahan untuk mengelola tanah dalam proses budidaya. Masalah tanah tersebut misalnya mudah kehilangan unsur hara dan kelembaban. Biochar dapat meningkatkan kemampuan menahan air serta meminimalisir resiko pencucian unsur hara. Jika dibandingkan dengan bahan organik seperti seresah daun, kompos, atau pupuk kandang, biochar lebih efektif dalam menyimpan unsur hara dan membuatnya tersedia bagi tanaman (Gani, 2009). Penerapan Biochar dalam pembangunan pertanian akan meningkatkan kualitas lahan dan tanaman, serta menurunkan emisi CO₂ ke atmosfer.

Biochar memiliki kemampuan secara fisik dan kimia guna menghilangkan kadar logam berat. Menurut Nurida, dkk., (2012) biochar yang terbentuk dari sekam padi diketahui mempunyai kandungan C-organik > 35% serta kandungan unsur hara makro yaitu N, P, dan K cukup tinggi. Semakin tinggi aplikasi dosis biochar maka semakin tinggi juga peningkatan kandungan C-organik dalam tanah. Penambahan biochar juga dapat meningkatkan produktivitas tanaman karena mempengaruhi ketersediaan N-total, P serta KTK. Selain sebagai penyedia unsur hara, bahan organik dan sisa bahan organik dapat meningkatkan jumlah, keanekaragaman, mikroorganisme, dan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah.

2.3 Pupuk Majemuk NPK

Pupuk majemuk merupakan bahan yang mengandung lebih dari satu unsur hara tanaman serta dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil pada tanaman jika diaplikasikan ke tanaman. Pemupukan adalah metode untuk memperbaiki atau menambahkan unsur hara ke dalam tanah, baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk membantu tanaman mencapai kebutuhan unsur haranya. Pemupukan bertujuan untuk memperbaiki kondisi tanah, memasok nutrisi ke tanaman, serta meningkatkan kualitas dan kuantitas tanaman.

Pemberian pupuk majemuk berupa NPK berguna untuk memberikan unsur hara makro N, P, dan K yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda. Kandungan unsur hara pada pupuk NPK terdiri atas Nitrogen, Fosfor, dan Kalium. Unsur Nitrogen dipergunakan untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan serta pertumbuhan vegetatif seperti daun, unsur fosfor dipergunakan tanaman untuk pengangkutan energi dampak metabolisme di tumbuhan dan merangsang pembungaan dan pembuahan, unsur kalium berguna untuk proses fotosintesis, pengangkutan yang akan terjadi asimilasi, enzim dan mineral termasuk air (Tudu, dkk., 2021).

Berdasarkan penelitian Anggraeni, dkk., (2022) pemberian dosis pupuk NPK 2 gram pada tanaman nilam varietas tapaktuan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, berat basah serta berat kering tanaman. Namun, pupuk anorganik hanya mengandung sedikit bahkan hampir tidak mengandung unsur hara mikro. Oleh karena itu, pemberian pupuk anorganik harus diimbangi dengan pemberian pupuk daun yang banyak mengandung unsur hara mikro. Apabila tidak diimbangi, tanaman akan tumbuh abnormal. Selain itu, pemberian pupuk anorganik secara berulang dapat merusak tanah jika tidak diimbangi dengan pupuk organik. Tanaman bisa mati jika pupuk anorganik ini diterapkan secara tidak benar atau berlebihan. Oleh karena itu, sangat disarankan agar aturan pakaiannya dipatuhi setiap saat (Lingga dan Marsono, 2013).

2.4 Respirasi Tanah

Respirasi tanah merupakan penggambaran dari aktivitas mikroorganisme dan akar tanaman di dalam tanah. Respirasi tanah merupakan proses hilangnya CO₂ pada tanah ke atmosfer, terutama yang dihasilkan mikroorganisme dan akar

tanaman. Jumlah CO₂ yang dihasilkan oleh mikroorganisme tanah dan jumlah O₂ yang digunakan oleh mikroorganisme tanah yang dijadikan dasar untuk pengukuran respirasi tanah. Respirasi tanah di ukur berdasarkan Metode Verstraete (Anas, 1989). Jumlah C – CO₂ yang dihasilkan, diketahui dengan menggunakan rumus :

$$C - CO_2 = \frac{(a - b) \times t \times 12}{T \times \pi \times r^2}$$

Keterangan :

C-CO₂ : kg tanah-1.hari-1

a : ml HCl untuk sampel

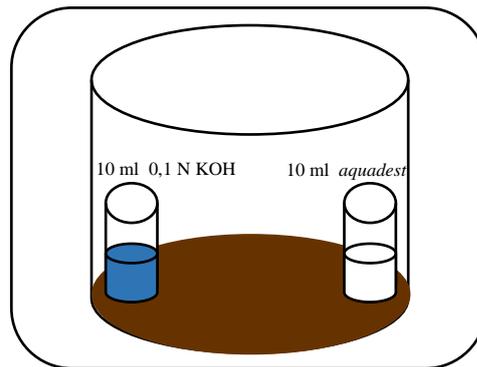
b : ml HCl untuk blanko

t : normalitas HCl

T : waktu (jam)

Respirasi akan rendah pada suhu rendah dan meningkat pada suhu tinggi, dengan faktor lain yang mempengaruhi yaitu kelembaban tanah. Aktivitas mikroorganisme mempengaruhi keluaran CO₂, sehingga semakin banyak aktivitas mikroorganisme maka CO₂ yang dikeluarkan akan semakin tinggi (Raminda, dkk., 2019). Dalam penelitian M, dkk (2020) menyatakan bahwa pH tanah memberikan korelasi positif terhadap respirasi tanah, dengan kisaran pH sedang antara 6-7 menyajikan keadaan paling optimal untuk hidup mikroorganisme tanah.

Respirasi maksimum terjadi setelah beberapa hari atau minggu populasi mikroba maksimum di dalam tanah. Niken, dkk (2017) bahwa aktivitas mikroorganisme menentukan respirasi tanah, oleh karena itu apabila aktivitas mikroorganisme tanah turun, mengakibatkan respirasi juga menurun. Respirasi tanah tidak hanya dipengaruhi oleh faktor lingkungan, antara lain suhu, kelembaban, pH dan faktor biologis seperti vegetasi, tetapi juga lebih kuat ke faktor buatan manusia (Yuliana, dkk., 2019).



Gambar 1. Tata letak alat pengambilan respirasi

2.5 Makrofauna Tanah

Fauna tanah merupakan makhluk hidup yang keberadaannya penting bagi kesuburan tanah ditinjau dari manfaatnya yaitu fauna tanah dapat mengurai bahan organik, mineralisasi unsur hara, mengendalikan populasi organisme patogen, serta hasilnya dapat digunakan sebagai pupuk alami untuk menjaga kondisi tanah (Adhari, 2015). Fauna tanah berperan penting dalam siklus unsur hara di dalam tanah, sehingga dalam waktu yang lama berpengaruh positif terhadap keberlanjutan produktivitas lahan. Salah satu biota tanah yang berfungsi sebagai saprofit maupun geofagus adalah cacing tanah (Lestari dan Isda, 2014).

Penyebaran fauna tanah berbeda-beda di setiap wilayah tergantung dengan keadaan aspek fisika-kimia lingkungan dan sifat biologis individu fauna nya serta dipengaruhi pada ketersediaan makan. Penyebaran makrofauna tanah digolongkan menjadi dua golongan utama, yaitu penyebaran di permukaan tanah dan penyebaran di dalam tanah (Solihin 2000 *dalam* Wibowo dan Syamsudin, 2017). Terpeliharanya kualitas tanah akibat penerapan sistem pertanian organik menyebabkan peningkatan keanekaragaman makrofauna tanah (Rai, dkk., 2020). Mikroorganisme membutuhkan sumber nutrisi dari unsur-unsur dasar seperti karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, fosfor, dan zat besi, serta membantu dalam penyerapan unsur hara sehingga semakin banyak unsur hara maka aktifitas mikroorganisme akan meningkat (Yuliana, dkk., 2019).

Makrofauna tanah memiliki peran besar dalam penguraian jasad tumbuhan dan hewan, pengangkutan materi organik dari permukaan ke dalam tanah, serta perbenahan struktur tanah dan proses penyusunan tanah (Husna, dkk., 2020). Bahan organik tanah digunakan sebagai sumber makanan bagi makrofauna di

dalam tanah. Semakin banyak kandungan bahan organik tanah maka akan semakin beragam makrofauna tanah yang terdapat pada suatu ekosistem (Nurrohman, dkk., 2015).

Kelompok makrofauna tanah antara lain phylum *Annelida*, *Mollusca*, *Arthropoda*, dan vertebrata kecil. Berikut adalah gambar dari beberapa phylum.



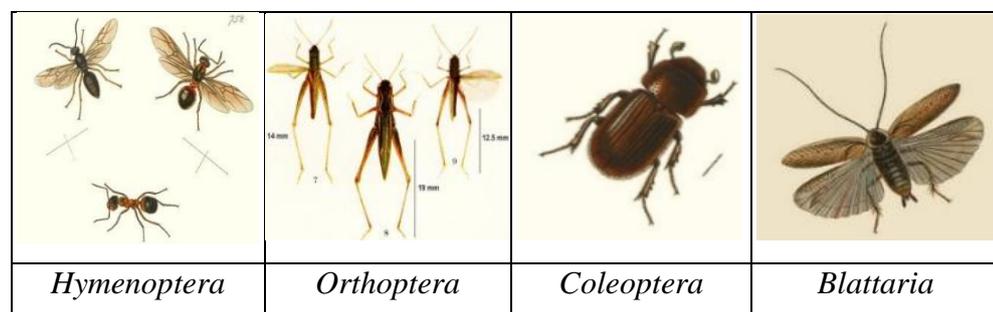
Sumber : Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian., (2013). Yudistira, T., (2021). Britannica, E., (2021). Lenggono, S. B., (2011).

Gambar 2. Phylum *Annelida*



Sumber : Wardhani, S. P. R., (2018). Wahyuni, D. S., (2015). Cahyani, N. P. T., (2020). Kennedy, J., (2021).

Gambar 3. Phylum *Mollusca*



Sumber : Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian., (2013).

Gambar 4. Phylum *Arthropoda*

Analisis fauna tanah dihitung berdasarkan indeks keanekaragaman Metode *Shanon-Wiener* dan Indeks dominansi Metode *Simpson* dalam (Odum, 1971 dan Anwar, dkk., 2013). Indeks keanekaragaman makrofauna tanah *Shanon-Wiener* dengan rumus sebagai berikut :

$$H' = \sum_{i=1}^s (P_i \ln P_i)$$

Keterangan :

H' : indeks keanekaragaman jenis

P_i : $\frac{\text{Jumlah individu dalam setiap jenis (n}_i\text{)}}{\text{Jumlah total individu (N)}}$

n_i : jumlah total individu suku ke-i

N : jumlah total individu

S : total jumlah suku dalam sampel

Nilai indeks keanekaragaman jenis menurut *Shannon-Wiener* didefinisikan sebagai berikut :

- H' > 3 menunjukkan keanekaragaman jenis melimpah tinggi
- 1 ≤ H' ≤ 3 menunjukkan keanekaragaman jenis melimpah sedang
- H' < 1 menunjukkan keanekaragaman jenis rendah

Indeks dominansi makrofauna tanah *Simpson* (1949) dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \sum \left[\frac{n_i}{N} \right]^2$$

Keterangan :

C : indeks dominansi

n_i : jumlah individu tanah jenis ke-i

N : jumlah seluruh individu tanah

Nilai indeks dominansi menurut *Simpson* didefinisikan sebagai berikut:

- Nilai C mendekati 0 (nol) menunjukkan indeks semakin rendah atau didominasi oleh beberapa jenis makrofauna tanah.
- Nilai C mendekati 1 (satu) menunjukkan indeks semakin besar atau cenderung didominasi oleh satu jenis makrofauna tanah.