

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara esensial yang sangat diperlukan guna pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan unsur lain yang ada di dalam tanah. Unsur hara nitrogen sangat penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman terutama pada pembentukan akar, batang, dan daun. Dalam bidang perkebunan sawit keberadaan unsur hara nitrogen sangat penting untuk diperhatikan karena unsur nitrogen memiliki sifat mudah hilang dalam tanah. Sumber utama dari nitrogen tanah adalah bahan organik, yang kemudian akan mengalami proses mineralisasi menjadi bentuk anorganik (NH_4^+ dan NO_3^-) yang dapat diserap oleh tanaman (Gewaily *et al.*, 2018).

Kehilangan nitrogen dalam tanah bisa melalui pencucian (*leaching*), volatilisasi, dan denitrifikasi hingga dapat menyebabkan emisi gas rumah kaca. Pemupukan dan pengairan ialah dua faktor yang paling penting dari beberapa faktor yang langsung berpengaruh terhadap proses amonifikasi, nitrifikasi, dan denitrifikasi dalam tanah. Proses amonifikasi merupakan pembentukan amonia dari materi organik, yang kemudian dilanjutkan dengan proses nitrifikasi. Nitrifikasi adalah proses di mana bakteri mengubah amonia menjadi senyawa nitrat, selanjutnya denitrifikasi adalah proses dimana bakteri mengubah nitrat menjadi nitrit, nitrit oksida, dan gas nitrogen (Mosley *et al.*, 2022). Pada nitrifikasi terjadi penambahan nitrogen ke dalam ekosistem, sedangkan denitrifikasi menghasilkan kehilangan nitrogen dari ekosistem karena sebagian nitrogen dilepaskan kembali ke atmosfer dalam bentuk gas. Selain itu, pencucian nitrogen di sisi lain terjadi ketika nitrogen yang terlarut dalam air, khususnya dalam air tanah atau air hujan (Nikmah dan Musni, 2019).

Pupuk urea merupakan sumber nitrogen bentuk anorganik yang paling umum digunakan dalam perkebunan sawit. Pupuk urea dikenal secara luas disebabkan oleh kandungan unsur hara nitrogennya yang tinggi (sekitar 46%) dan banyak tersedia di pasaran. Pemberian pupuk urea dalam bentuk padat kemungkinan kehilangannya dapat diminimalkan dengan metode pemupukan yang tepat diantaranya dengan cara dibenam (Khoirudin *et al.*, 2021). Oleh karena itu perlu dipertahankan nitrogen dalam bentuk NH_4^+ dengan menggunakan bahan penghambat nitrifikasi (*nitrification inhibitor*) agar proses nitrifikasi dan denitrifikasi dapat ditekan. Selain dapat mempertahankan N dalam bentuk NH_4^+ , penghambat nitrifikasi juga diduga dapat menurunkan emisi gas N_2O . Oleh karena itu, perlu adanya usaha untuk menemukan strategi yang tepat untuk diimplementasikan guna mempertahankan nitrogen dalam

tanah. Menurut Damris (2019), biochar merupakan salah satu strategi yang murah, mudah, dan ramah lingkungan yang dapat mereduksi emisi gas rumah kaca pada tanah perkebunan sawit.

Biochar banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan pada tanah yang telah diaplikasikan untuk mengatasi berbagai isu lingkungan seperti pencemaran logam berat (Damris *et al.*, 2018), bahan organik (Li *et al.*, 2020), hingga mereduksi emisi gas rumah kaca dari lahan pertanian (Damris *et al.*, 2023). Manfaat biochar antara lain dapat meretensi hara, menyuplai hara, menurunkan atau meningkatkan pH sesuai kondisi pH pada tanah yang diinginkan, serta meningkatkan KTK (Kapasitas Tukar Kation), dan ketersediaan hara di dalam tanah. Dari aspek lingkungan biochar berperan sebagai: (1) pengabsorpsi ion-ion NH_4^+ dan NO_3^- yang mudah hilang akibat *leaching*, (2) karbon sequestration yang dapat mengurangi produksi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh tanah, serta (3) penyerap logam berat dan pestisida di dalam tanah (Annisa *et al.*, 2021).

Biochar dapat diproduksi melalui sistem pirolisis dan gasifikasi. Pada sistem pirolisis, biochar diproses tanpa oksigen dan menggunakan sumber panas dari luar dengan suhu kisaran 250-500°C. Sistem gasifikasi akan menghasilkan biochar dalam jumlah yang kecil dan proses pembuatannya menggunakan sumber panas langsung dari udara yang dialirkan. Produksi biochar akan lebih optimal jika tanpa oksigen pada suhu tinggi (400-600°C) yang memiliki porositas yang tinggi (Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2009). Perlu dilakukan identifikasi untuk mengetahui karakteristik morfologi permukaan dari biochar. Karakteristik suatu material dapat diketahui melalui identifikasi menggunakan spektrofotometer *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang bertujuan untuk mengetahui adanya pori pada permukaan. Sedangkan untuk mendapatkan informasi dua data secara bersamaan berupa bentuk pori dari morfologi elektron sampel dan sejumlah mineral yang terdapat dalam komponen sampel dengan menggunakan alat instrumen spektrofotometer *Scanning electron microscopy-Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX). Selanjutnya dilakukan identifikasi gugus fungsi serapan senyawa organik dapat diketahui menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infrared*. Sedangkan kemampuan biochar dalam meretensi air dan menyerap kadar air yaitu tidak terlepas dari adanya ruang kosong berupa pori baik dalam berukuran makropori, mesopori, dan mikropori. Keberadaan ruang kosong atau pori pada biochar dapat dipengaruhi oleh senyawa mineral anorganik yang tidak terurai pada proses pirolisis sehingga akan menutupi ruang kosong pada biochar (Suparnawati *et al.*, 2021).

Sejalan dengan semakin meningkatnya produksi kelapa sawit dari tahun ke tahun, maka terjadi pula peningkatan volume limbahnya. Pada umumnya limbah padat industri kelapa sawit mengandung bahan organik yang tinggi sehingga berdampak pada pencemaran lingkungan. Limbah padat kelapa sawit dapat berupa tandan kosong, cangkang dan fiber (sabut) (Annisa *et al.*, 2021). Cangkang kelapa sawit berpotensi untuk dijadikan biochar, karena cangkang sawit bersifat hidrofobik yaitu tahan terhadap air yang menjadikannya tidak mudah terurai. Sehingga dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biochar untuk pembenah tanah dan penyerapan gas di dalam tanah (Hasibuan, 2019).

Sebelum biochar diaplikasikan beberapa peneliti melakukan modifikasi biochar untuk meningkatkan karakteristik biochar seperti struktur pori, luas permukaan, kandungan gugus fungsi dan polaritas. Modifikasi biochar untuk meningkatkan kandungan gugus fungsi seperti hidroksil (-OH) dan asam karboksilat (-COOH), sehingga hidrofobisitas permukaan biochar menjadi meningkat. Pada saat yang sama melalui pirolisis pada suhu tertentu ukuran pori dan struktur mengalami perubahan dan akhirnya kapasitas adsorpsinya juga ikut meningkat (Yang *et al.*, 2019). Modifikasi oksidator dilakukan untuk mereduksi gugus fungsi biochar sehingga menurunkan kepolaran permukaan disamping untuk meningkatkan luas dan porositas permukaan biochar. Modifikasi biochar dapat menggunakan MnO_2 dan telah terbukti dapat meningkatkan kinerja adsorpsi. Melalui modifikasi ini akan terjadi peningkatan aktivitas biochar terhadap senyawa non polar (Liang *et al.*, 2017).

Biochar yang ditambahkan ke dalam tanah perkebunan sawit berfungsi untuk mempertahankan nitrogen dalam tanah, sehingga dapat dianalisis menggunakan metode Kjeldahl. Metode Kjeldahl adalah metode yang sederhana dalam menetapkan nitrogen total pada protein ataupun senyawa yang mengandung nitrogen (Santos *et al.*, 2020). Analisis nitrogen dengan metode Kjeldahl ini dibagi menjadi tiga tahap yaitu proses destruksi, proses destilasi dan titrasi. Tahapan destruksi merupakan tahap dekomposisi nitrogen dalam sampel menggunakan asam pekat dengan cara pemanasan, sehingga terjadi penguraian sampel menjadi unsur-unsur C, H, O, N, S, dan P. Hasil akhir dari destruksi merupakan larutan amonium sulfat. Distilasi (*distillation*) merupakan tahap penambahan basa berlebih ke dalam larutan untuk mengubah NH_4^+ menjadi NH_3 yang diikuti pemanasan dan kondensasi gas NH_3 pada larutan penerima. Selanjutnya dilakukan titrasi yang bertujuan untuk mengetahui jumlah amonia dalam larutan penerima. Jumlah nitrogen dapat dihitung dari jumlah ion amonia di dalam larutan penerima tersebut (Amalia dan Fajri, 2020).

Berdasarkan dari uraian di atas pada penelitian ini, maka penulis tertarik menggunakan biochar yang memiliki unsur hara makro yang komplit seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Karena nitrogen memiliki fungsi paling penting dalam pertumbuhan suatu tanaman. Agar tidak terjadi kehilangan unsur nitrogen dalam tanah, maka perlu ditambahkan biochar untuk dapat mempertahankan nitrogen akibat pencucian (*leaching*). Berdasarkan penelitian Damris *et al* (2023), telah dilakukan bahwa karakteristik biochar tersebut dapat bermanfaat untuk mengurangi emisi gas CO₂ dan N₂O dengan meningkatkan penyerapan karbon jangka panjang, afinitas penyerapan yang kuat dan meningkatkan kualitas tanah dan air. Sehingga perlu dilakukan pengujian lebih lanjut apakah penambahan biochar juga dapat berpengaruh terhadap kehilangan nitrogen karena pencucian (*leaching*). Dalam penentuan N total tanah ini digunakan metode Kjeldahl, karena metode ini umum digunakan untuk menganalisis sampel yang mengandung nitrogen melalui tiga tahapan proses yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis mengambil judul **“PENGARUH BIOCHAR CANGKANG SAWIT TERMODIFIKASI MnO₂ TERHADAP RETENSI NITROGEN DALAM TANAH PERKEBUNAN SAWIT”**.

1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Proses kehilangan nitrogen dalam tanah bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti pencucian (*leaching*), penguapan, hingga emisi gas N₂O. Oleh karena itu digunakan pengembangan material baru yang memiliki daya serap tinggi untuk meningkatkan kandungan nitrogen di dalam tanah yang murah, mudah, dan ramah lingkungan dalam pengaplikasiannya. Biochar yang digunakan dimodifikasi dengan MnO₂ sebagai *precursor* untuk mengurangi kehilangan nitrogen dalam tanah akibat proses pencucian (*leaching*). Tanah perkebunan sawit akan diinkubasi menggunakan beberapa konsentrasi biochar dan dilihat pengaruhnya untuk menahan nitrogen dalam tanah menggunakan metode Kjeldahl.

Berdasarkan uraian di atas adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik biochar dari cangkang sawit yang dianalisis menggunakan instrumen SEM-EDX dan FTIR untuk melihat bentuk morfologi dan gugus fungsi?
2. Bagaimana pengaruh waktu inkubasi sampel dan penambahan pupuk urea 0,46 g dalam menentukan kadar nitrogen menggunakan metode Kjeldahl?
3. Bagaimana penambahan massa biochar termodifikasi MnO₂ dalam mengurangi kehilangan nitrogen dalam tanah akibat pencucian (*leaching*)?

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk:

1. Menganalisis karakteristik biochar dari cangkang sawit yang dianalisis menggunakan instrumen SEM-EDX dan FTIR untuk melihat bentuk morfologi dan gugus fungsi.
2. Mengetahui pengaruh waktu inkubasi sampel dan penambahan pupuk urea 0,46 g dalam menentukan kadar nitrogen menggunakan metode Kjeldahl.
3. Mengetahui penambahan massa biochar termodifikasi MnO_2 dalam mengurangi kehilangan nitrogen dalam tanah akibat pencucian (*leaching*).

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan biochar yang termodifikasi MnO_2 dari limbah cangkang sawit yang diproses secara pirolisis dapat meningkatkan retensi nitrogen pada tanah perkebunan sawit.
2. Dapat mengetahui informasi tentang pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan baku biochar yang berperan sebagai pembenah tanah, terutama dalam mengurangi kehilangan nitrogen dalam tanah.
3. Meningkatkan nilai guna limbah cangkang sawit.