

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Permasalahan Tanah Ultisol dan Upaya Mengatasinya

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran yang cukup luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan di Indonesia (Subagyo *et al.* 2004). Penampang tanah yang dalam dan KTK yang tergolong sedang sampai tinggi menjadikan tanah ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. Hampir semua jenis tanaman dapat tumbuh dan dikembangkan pada tanah ini, kecuali yang terkendala oleh iklim dan relief (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Ultisol dapat berkembang dari berbagai bahan induk, dari yang bersifat masam hingga basa. Namun sebagian besar bahan induk tanah ini adalah batuan sedimen masam. Di antara grup Ultisol, Haplu-*dults* mempunyai sebaran terluas. Hal ini karena persyaratan klasifikasinya hanya didasarkan pada nilai kejenuhan basa yaitu  $< 35\%$  dan adanya horizon argilik, tanpa ada syarat tambahan lainnya. Ultisol dicirikan oleh adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan sehingga mengurangi daya resap air dan meningkatkan aliran permukaan dan erosi tanah. Erosi merupakan salah satu kendala fisik pada tanah Ultisol dan sangat merugikan karena dapat mengurangi kesuburan tanah. Hal ini karena kesuburan tanah Ultisol sering kali hanya ditentukan oleh kandungan bahan organik pada lapisan atas. Bila lapisan ini tererosi maka tanah menjadi miskin bahan organik dan hara.

Tanah Ultisol mempunyai tingkat perkembangan yang cukup lanjut, dici- rikan oleh penampang tanah yang dalam, kenaikan fraksi liat seiring dengan kedalaman tanah, reaksi tanah masam, dan kejenuhan basa rendah. Pada umumnya tanah ini mempunyai potensi keracunan Al dan miskin kandungan bahan organik. Tanah ini juga miskin kandungan hara terutama P dan kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, dan K, kadar Al tinggi, kapasitas tukar kation rendah, dan peka terhadap erosi (Adiningsih dan Mulyadi 1993).

Di Indonesia, Ultisol umumnya belum tertangani dengan baik. Dalam skala besar, tanah ini telah dimanfaatkan untuk perkebunan kelapa sawit, karet dan hutan tanaman industri, tetapi pada skala petani kendala ekonomi merupakan salah satu penyebab tidak terkelolanya tanah ini dengan baik (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

## **2.2 Peran *Biochar* sebagai Pembenh Tanah**

*Biochar* merupakan bahan kaya karbon yang berasal dari biomassa seperti kayu maupun sisa hasil pengolahan tanaman yang dipanaskan dalam wadah dengan sedikit atau tanpa udara (Lehmann dan Joseps, 2009). *Biochar* berbentuk padat dan berpori. Sebagian besar porinya masih tertutup oleh hydrogen dan senyawa organic lain yang komponennya terdiri dari abu, air, nitrogen, dan sulfur (Amin, 2000).

*Biochar* telah diketahui dapat meningkatkan kualitas tanah dan digunakan sebagai salah satu alternatif untuk pembenh tanah (Gani, 2009). Pemberian *biochar* ke tanah berpotensi meningkatkan kadar C-tanah, retensi air dan unsur hara di dalam

tanah. Gani (2009) menyatakan bahwa keuntungan lain dari *biochar* adalah bahwa karbon pada *biochar* bersifat stabil dan dapat tersimpan selama ribuan tahun di dalam tanah.

Semua bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah nyata meningkatkan berbagai fungsi tanah tak terkecuali retensi berbagai unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman. *Biochar* lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaannya bagi tanaman dibandingkan bahan organik lain.

Di Indonesia potensi penggunaan *biochar* cukup besar, mengingat bahan baku seperti kayu, tempurung kelapa, sekam padi, dan tanaman bakau cukup tersedia. Pembuatan arang cukup dikenal masyarakat Indonesia, namun belum dimanfaatkan sebagai pembenah tanah. Selama ini umumnya pembuatan arang (*charcoal*) dari limbah pertanian ditujukan untuk ekspor. Penggunaan *biochar* sebagai bahan pembenah tanah berbahan baku sisa-sisa hasil pertanian yang sulit terdekomposisi merupakan salah satu alternatif yang dapat ditempuh untuk peningkatan kualitas sifat fisik tanah sehingga produksi tanaman dapat ditingkatkan (Lehmann, 2007).

Pemberian *biochar* dapat memperbaiki sifat kimia, fisika dan biologi tanah (Steinbeiss dkk., 2009). *Biochar* yang diberikan ke dalam tanah dapat meningkatkan fiksasi N di dalam tanah (Rondon dkk., 2007). Pencucian N dapat dikurangi secara signifikan dengan pemberian *biochar* ke dalam media tanam (Steiner, 2007), sehingga N tersedia baik bagi tanaman dan tidak mengalami kekurangan. *Biochar* juga dapat meningkatkan KTK tanah, sehingga dapat

mengurangi resiko pencucian hara khususnya K dan  $\text{NH}_4\text{-N}$ . *Biochar* juga dapat menahan P yang tidak bisa diretensi oleh bahan organik biasa (Lehmann, 2007). *Biochar* dapat berfungsi sebagai pembenah tanah, meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memasok sejumlah nutrisi yang berguna serta meningkatkan sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Mawardiana dkk., 2013). Hasil penelitian lainnya, menunjukkan bahwa *biochar* dapat menambah kelembaban dan kesuburan tanah pertanian. Di samping itu, dalam konteks pengurangan emisi  $\text{CO}_2$ , *biochar* persisten dalam tanah bahkan dilaporkan sampai ribuan tahun (Gani, 2010). Potensi *biochar* sebagai pembenah tanah selain dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah dapat pula sebagai sumber utama bahan untuk konservasi karbon organik di dalam tanah. Penambahan *biochar* ke tanah meningkatkan ketersediaan kation utama dan fosfor, total N dan kapasitas tukar kation tanah (KTK) yang pada akhirnya meningkatkan hasil produksi (Gani, 2010).

### **2.3 Pengaruh Pupuk *Organonitrofos* terhadap Perubahan Sifat Tanah**

Pupuk *Organonitrofos* merupakan pupuk organik alternatif dengan bahan baku kotoran sapi (*fresh manure*) yang dikombinasikan dengan limbah padat industri dari industri MSG (*Monosodium Glutamat*). Bahan ini dikomposkan dengan menggunakan teknik pengomposan yang terkendali dan melibatkan mikroba. Selain itu, campuran bahan baku tersebut diinokulasi dengan mikroba  $\text{N}_2$ -fixer dan pelarut P, hal ini berfungsi dalam meningkatkan kandungan hara N dan P dari kompos yang dihasilkan. Produk kompos diformulasikan sebagai pupuk NP organomineral dengan kandungan N yang relatif cukup serta P-terlarut yang cukup tinggi. Kedua bahan baku bersumber dari sumberdaya lokal yang cukup

melimpah di Provinsi Lampung, sehingga harga pupuk alternatif ini akan lebih murah dan lebih kompetitif (Nugroho dkk., 2012).

Hasil penelitian Septima (2013), menunjukkan bahwa pemberian pupuk *Organonitrofos* dan kombinasinya terhadap pupuk anorganik dengan dosis urea  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ , SP 36  $50 \text{ kg ha}^{-1}$ , KCl  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  dan *Organonitrofos*  $2.000 \text{ kg ha}^{-1}$  atau aplikasi pupuk *Organonitrofos* tunggal  $5.000 \text{ kg ha}^{-1}$  memberikan hasil yang positif terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, pipilan jagung, bobot tongkol jagung, bobot seratus butir jagung dan bobot berangkasan tanaman jagung.

Penelitian serupa dengan komoditas berbeda menunjukkan hasil penelitian yang hampir sama, Sakinata (2013) menunjukkan bahwa pemberian pupuk *Organonitrofos* dan kombinasinya terhadap pupuk anorganik dengan dosis urea  $25 \text{ kg ha}^{-1}$ , SP-36  $30 \text{ kg ha}^{-1}$ , KCl  $25 \text{ kg ha}^{-1}$ , *Organonitrofos*  $1.000 \text{ kg ha}^{-1}$  secara nyata meningkatkan produksi kacang hijau lebih baik daripada taraf dosis kombinasi lainnya.

#### **2.4 Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik)**

Biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) merupakan komponen yang labil dari fraksi organik tanah yang terdiri dari 1 - 3 % dari total C- organik tanah dan meningkat sampai 5 % dari total nitrogen tanah. C-mik tanah juga merupakan komponen yang penting dari bahan organik tanah yang mengatur transformasi dan penyimpanan hara. Proses-proses tersebut sangat berpengaruh terhadap fungsi ekosistem yang berhubungan dengan peredaran hara, kesuburan tanah, perubahan C secara global dan "turnover"

bahan organik (Horwath dan Paul, 1994). Marumoto *dkk.*, (1982) juga berpendapat bahwa walaupun C-mik tanah hanya mewakili sebagian kecil dari persentase total bahan organik tanah namun mempunyai pengaruh yang besar pada transformasi bahan organik dan unsur hara bagi tanaman.

Biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) hanya mewakili sebagian kecil dari fraksi total karbon dan nitrogen tanah, tetapi secara relatif mudah berubah sehingga jumlah, aktivitas dan kualitas C-mik merupakan faktor kunci dalam mengendalikan jumlah C dan N yang dimineralisasi (Wibowo, 2013)

#### **2.4.1 Faktor yang Mempengaruhi Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik)**

Biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) merupakan indeks kesuburan tanah. Tingginya dan beragamnya populasi mikroorganisme di dalam tanah akan dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor-faktor kimia (hara potensial, faktor pertumbuhan, konsentrasi dan komposisi ion serta redoks potensial), fisik (komposisi pori, suhu, tegangan air tanah, tekanan udara, radiasi, ukuran substrat organik dan mineral liat) dan biologi (sifat genetik, interaksi yang positif atau negatif antar organisme dan kemampuan untuk bertahan pada beragam kondisi) sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup mikroorganisme di dalam tanah (Nannipieri *et al.*, 1990).

Hassink (1994) mengungkapkan bahwa terdapat hubungan antara tekstur tanah dan biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik). Aktivitas biomassa mikroorganisme tanah lebih tinggi dua kali lipat pada tanah-tanah bertekstur

pasir atau debu dari pada tanah- tanah bertekstur liat. Hal ini terjadi karena rendahnya aktivitas mikroorganisme dan kecepatan mineralisasi pada tanah-tanah bertekstur liat, berhubungan dengan rendahnya rasio C : N tanah.

#### **2.4.2 Pengukuran Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik)**

Pengukuran biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) sangat penting untuk menjelaskan dan memahami berbagai proses yang terjadi di dalam tanah. Salah satu alasan banyaknya jenis metode yang telah digunakan dalam memperkirakan kandungan C-mik tanah adalah kompleksnya komunitas mikroba yang ada di dalam tanah (Franzluebbers *et al.*,1995).

Pengukuran C-Mik diperkenalkan oleh Jenkinson dan Powlson (1976), yang dikenal dengan metode inkubasi fumigasi-chloroform (CFI). Metode ini merupakan teknik dasar dalam pengukuran C-Mik yang juga dapat digunakan untuk mengkalibrasi metode-metode lain seperti metode ekstraksi fumigasi-chloroform (CFE), SIR (*Substrat Induced Respiration*) dan metode ATP. Metode ini juga merupakan yang paling luas digunakan dalam pengukuran biomassa mikroba tanah. Metode inkubasi fumigasi-chloroform (CFI) dikembangkan berdasarkan dasar pemikiran bahwa mikroorganisme tanah yang mati, akan dimineralisasikan dengan cepat dan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan merupakan sebuah ukuran dari populasi awal (Smith dkk., 1995).