

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Ultisol dan Permasalahan Kesuburannya

Tanah marginal merupakan tanah yang potensial untuk pertanian. Secara alami kesuburan tanah marginal tergolong rendah. Hal ini ditunjukkan dengan cadangan hara rendah, reaksi tanah yang masam, basa-basa dapat ditukar dan kejenuhan basa rendah, sedangkan kejenuhan aluminium tinggi sampai sangat tinggi. Sebagian besar tanah marginal dari batuan sedimen masam diklasifikasikan sebagai Ultisol (Suharta, 2010).

Ultisol merupakan tanah lahan kering masam di Indonesia dengan sebaran terluas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo *et al.*, 2004). Meskipun memiliki banyak permasalahan dalam pengelolaannya, tanah ini masih dapat diperbaiki. Masalah utama pada Ultisol diantaranya pH masam, biasanya di bawah 5,0 dan ketersediaan P sangat rendah. Rendahnya pH dan P tersedia tersebut berkaitan dengan konsentrasi kation Al dan kation H yang tinggi. Mineral lempung (*clay*) tipe 1:1 (kaolonit), yang ada mampu memfiksasi P diantara kisi-kisi mineral amorf. Selain itu Al bereaksi kuat meretensi P yang sulit dilepaskan, sehingga tanaman kekurangan P yang dapat menghambat pertumbuhannya (kerdil) (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Selain itu, tanah Ultisol memiliki tingkat perkembangan yang cukup lanjut, seperti 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.

Kemudian kandungan hara P serta kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, dan K rendah, kadar Al tinggi, dan peka terhadap erosi (Adiningsih dan Mulyadi, 1993).

2.2 Pupuk Organonitrofos, Pupuk Kimia dan Dampak Aplikasinya terhadap Tanah dan Tanaman

Pupuk merupakan unsur-unsur esensial baik makro maupun mikro, baik dalam bentuk komponen anorganik maupun organik yang dibutuhkan oleh tanaman untuk kelangsungan hidupnya. Pupuk anorganik merupakan pupuk yang dibuat secara komersial dengan kandungan unsur-unsur yang terukur. Pupuk anorganik ada yang mengandung N, P dan K. Kelebihan dari pupuk ini adalah mudah pengangkutannya, mudah penyimpanannya dan mudah penggunaannya.

Kelemahannya, pupuk anorganik tidak menambah humus tanah (Yulipriyanto, 2010).

Erianto (2009) menyatakan pupuk kimia merupakan zat substansi kandungan hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Akan tetapi, seharusnya unsur hara yang dibutuhkan tersebut tersedia secara alami di dalam tanah melalui siklus hara tanah. Siklus hara tersebut seperti tanaman yang telah mati dimakan hewan herbivora, kotoran atau sisa tumbuhan tersebut diuraikan oleh organisme tanah seperti bakteri, jamur, mesofauna, cacing, dan lainnya. Penggunaan pupuk kimia

secara berlebihan dapat memutuskan siklus hara tanah tersebut dan mematikan organisme tanah. Efek lain dari penggunaan pupuk kimia juga dapat mengurangi dan menekan populasi organisme tanah yang sangat bermanfaat bagi tanah dan tanaman.

Penurunan-penurunan akibat penggunaan pupuk anorganik tersebut akan berdampak buruk terhadap kualitas lahan yang kemudian berdampak buruk pula pada produktivitas tanaman. Dalam mengatasi dampak negatif dari penggunaan pupuk kimia, perlu dilakukan pengaplikasian pupuk organik. Pupuk organik mempunyai komposisi kandungan unsur hara yang lengkap, tetapi jumlah tiap jenis unsur hara tersebut rendah namun kandungan bahan organik di dalamnya sangatlah tinggi (Sutanto, 2002).

Pupuk organik yang digunakan yaitu pupuk *organonitrofos*. Pupuk ini terbuat dari 80 % kotoran sapi dan 20 % batuan fosfat, dengan penambahan mikroba penambat N dan pelarut P. Namun, adanya upaya untuk meningkatkan kandungan hara N dan P dalam pupuk *organonitrofos*, maka dilakukan perbaikan formulasi pupuk *organonitrofos*. Formulasi baru dibuat dari campuran kotoran ayam, kotoran sapi, limbah padat industri *Monosodium glutamat* serta dengan pengkayaan mikroba (Lumbanraja dkk., 2013).

Menurut Sutedjo dan Kartasaputra (2010) pemberian pupuk perlu diperhatikan karena pertanaman dan panen yang terus-menerus tanpa diimbangi dengan pemberian pupuk akan menguras unsur-unsur hara yang tersedia dalam tanah. Sehingga kesuburan tanah dapat tetap terjaga walaupun digunakan sebagai lahan pertanian.

Hasil penelitian Septima (2013), menunjukkan bahwa pemberian pupuk *organonitrofos* dan kombinasinya terhadap pupuk anorganik dengan dosis urea 100 kg ha^{-1} , SP 36 50 kg ha^{-1} , KCl 100 kg ha^{-1} dan *organonitrofos* 2.000 kg ha^{-1} atau aplikasi pupuk *organonitrofos* tunggal 5.000 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.

Selanjutnya penelitian Munardi (2014) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik (kotoran sapi) dan kombinasinya terhadap pupuk anorganik dengan dosis $200 \text{ kg urea ha}^{-1}$, $100 \text{ kg SP-36 ha}^{-1}$, $50 \text{ kg KCl ha}^{-1}$, dan $10 \text{ ton pupuk organik ha}^{-1}$ secara nyata meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung yang meliputi tinggi tanaman, berat segar dan kering brangkasan, berat tongkol, lingkaran tongkol dan panjang tongkol.

2.3 Dampak Aplikasi Biochar terhadap Tanah dan Tanaman

Biochar merupakan senyawa organik berkarbon tinggi (40 – 60%) hasil proses *pyrolysis* (karbonisasi) yang resisten terhadap pelapukan sehingga mampu berfungsi sebagai amelioran organik yang efektif untuk memperbaiki kesuburan tanah dan mampu bertahan hingga ratusan tahun di dalam tanah (Sudjana, 2014). Biochar menyediakan habitat yang baik bagi mikroba tanah, namun mikroba tidak menggunakan *biochar* sebagai sumber energi seperti halnya bahan organik lainnya. Dalam jangka panjang biochar tidak mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen, bahkan mampu menahan dan menjadikan air dan nutrisi lebih tersedia bagi tanaman (Gani, 2009).

Penambahan *biochar* ke tanah meningkatkan ketersediaan kation utama dan posfor, total N dan kapasitas tukar kation tanah (KTK) yang pada akhirnya meningkatkan hasil tanaman. Tingginya ketersediaan hara bagi tanaman merupakan hasil dari bertambahnya nutrisi secara langsung dari *biochar*, meningkatnya retensi hara, dan perubahan dinamika mikroba tanah. Keuntungan jangka panjangnya bagi ketersediaan hara berhubungan dengan stabilisasi karbon organik yang lebih tinggi seiring dengan pembebasan hara yang lebih lambat dibanding bahan organik yang biasa digunakan (Gani, 2009). Kemampuan *biochar* dalam meretensi hara dibuktikan oleh Hale dkk. (2013) dengan menggunakan kolom tanah di laboratorium dimana *biochar* mampu meretensi N dan P sehingga tidak mudah hanyut terbawa air dan akan lebih tersedia bagi tanaman.

Biochar berperan sebagai bio aktivator penyedia pupuk nitrogen sehingga mampu meningkatkan biomass tanaman jagung dan serapan nitrogen di daun. Biochar sekam padi mempunyai keunggulan tertentu dibanding *biochar* bonggol jagung dan mampu mengefisiensikan pemakaian NPK sebesar 33% (Sudjana, 2014).

2.4 Peran dan Faktor yang Mempengaruhi Mesofauna Tanah

Mesofauna tanah merupakan kelompok spesies organisme yang berlimpah di dalam tanah yang dapat memberikan fungsi yaitu sebagai indikator biologis dari gangguan habitat, kualitas tanah dan keberhasilan reklamasi. Mesofauna tanah sangat erat hubungannya dengan berbagai proses penting dan fungsi tanah termasuk dekomposisi bahan organik, siklus nutrisi dan perkembangan struktur tanah (Bettigelli, 2011).

Keberadaan mesofauna dan makrofauna dalam tanah sangat tergantung pada ketersediaan energi dan sumber makanan untuk melangsungkan hidupnya, seperti bahan organik dan biomassa hidup yang berkaitan dengan aliran siklus karbon dalam tanah. Dengan ketersediaan energi dan hara bagi mesofauna tanah tersebut, maka perkembangan dan aktivitas mesofauna dan makrofauna tanah akan berlangsung baik dan secara timbal baliknya akan memberikan dampak positif bagi kesuburan tanah (Hilwan dkk., 2013).

Mesofauna tanah memiliki ukuran tubuh $100 \mu\text{m} < 2 \text{ mm}$ seperti *Collembola*, *Acarina*, *Enchytraida*, dan *Rotifera*. Keberadaan mesofauna tanah dipengaruhi oleh ketersediaan energi dan sumber makanan, dengan ketersediaan energi dan hara bagi mesofauna tanah tersebut, maka perkembangan dan aktivitas mesofauna tanah akan berlangsung baik dan timbal baliknya akan memberikan dampak positif bagi kesuburan tanah (Rahmawaty, 2004; Handayanto, 2009).

Mesofauna tanah dapat digunakan sebagai bioindikator kesuburan tanah, menurut Suheriyanto (2012) bioindikator merupakan kelompok organisme yang sensitif terhadap gejala perubahan dari lingkungan akibat aktifitas manusia yang menekan lingkungan dan merusak sistem biotik.

Keberadaan dan kepadatan populasi suatu jenis fauna tanah di suatu daerah sangat tergantung dari faktor lingkungan yaitu lingkungan biotik dan lingkungan abiotik. (Suin, 1997). Salah satu faktor abiotik yang sangat menentukan kehadiran dan kepadatan organisme tanah adalah suhu. Suhu tanah akan menentukan tingkat dekomposisi material organik tanah. Perubahan suhu terjadi seiring dengan perubahan intensitas penyinaran matahari. Secara tidak langsung perubahan suhu

adalah mempercepat kehilangan lalu lintas air yang dapat menyebabkan organisme mati (Odum, 1993). Mesofauna tanah dapat hidup dan berkembang dengan baik pada suhu optimum 15° C sampai 25° C. Sedangkan kadar air tanah yang sesuai dan baik untuk kehidupan mesofauna adalah 15%. Suhu tanah dan kadar air tanah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terhambatnya aktivitas meofauna (Marlina, 2007).

Kemudian Wulangi (1992) menyatakan bahwa flora maupun fauna dapat hidup dengan baik pada pH yang netral yaitu antara 6-8. Khusus pada hewan tanah, pH tanah mempunyai pengaruh tertentu yang mana pada suatu daerah yang mempunyai pH terlalu asam atau terlalu basa maka jarang sekali terdapat fauna tanah. Kisaran pH tanah yang baik untuk hidup mesofauna yaitu 6-7 (Marlina, 2007).