

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pupuk Organik (*Effluent sapi*)

Pupuk organik cair (*effluent sapi*) ialah cairan hasil pemisahan oleh separator pada bak penampung yang di dalamnya terdapat campuran kotoran padat, urin, air dan limbah lain yang terdapat pada kandang sapi. PT GGP membuat kebijakan baru yaitu dengan mengaplikasikan effluent sapi pada saat sebelum tanam untuk meningkatkan unsur hara pada tanah dan dapat meningkatkan aktivitas mikrobiologi tanah serta memperbaiki struktur tanah.

Pengaruh bahan organik terhadap sifat fisik tanah adalah terhadap peningkatan porositas tanah. Penambahan bahan organik pada tanah kasar (berpasir) akan meningkatkan pori meso dan menurunkan pori makro, dengan demikian akan meningkatkan kemampuan menahan air (Stevenson, 1994).

Pemakaian pupuk buatan (anorganik) yang berlebihan dan dilakukan secara terus menerus menyebabkan kerusakan sifat fisik tanah dan selanjutnya akan menurunkan produksi tanaman. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menurunkan penggunaan pupuk anorganik dan mensubstitusikannya dengan pupuk organik. Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari

tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006).

Pengolahan limbah ternak menjadi pupuk cair dapat menggunakan bahan yang berasal dari urin dan kotoran ternak yang padat. Pupuk kandang cair merupakan pupuk kandang berbentuk cair yang berasal dari kotoran hewan yang masih segar yang bercampur dengan urin hewan atau kotoran hewan yang dilarutkan dalam air dengan perbandingan tertentu.

Potensi urin ternak sapi jantan dengan berat ± 300 kg rata-rata menghasilkan 4,8 liter – 12 liter urin perhari, sedangkan sapi induk dengan berat ± 250 kg menghasilkan 7,5 liter – 9 liter urin perhari, sehingga perbulan satu ekor sapi jantan dengan berat ± 300 kg akan menghasilkan 240 liter – 360 liter urin dan satu ekor sapi induk dengan berat ± 250 kg menghasilkan 225 liter – 270 liter urin.

Penelitian pemanfaatan urin sapi yang dilakukan pada rumput raja menunjukkan bahwa urin sapi dosis $7.500 \text{ liter ha}^{-1}$, mampu meningkatkan biomassa rumput raja pada panen pertama sebesar 90,18 %, dibandingkan tanpa pemupukan.

Pemupukan dengan $7.500 \text{ liter ha}^{-1}$ urin sapi memberikan biomassa rumput raja $54,05 \text{ t ha}^{-1}$, sedangkan kontrol (tanpa pemupukan) menghasilkan biomassa $28,42 \text{ t ha}^{-1}$ (Adijaya, dkk., 2007).

Pupuk kandang cair selain dapat bekerja cepat, juga mengandung hormon tertentu yang nyata dapat merangsang perkembangan tanaman. Dalam pupuk kandang cair kandungan N dan K cukup besar, sedangkan dalam pupuk kandang padat cukup kandungan Pnya, sehingga hasil campuran antara keduanya di dalam

kandang merupakan pupuk yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Sutedjo, 1999).

2.2 Iklim dan Jenis Tanah

Berdasarkan data curah hujan yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Pertanian Khusus (SMPK) PT GGP memiliki rata-rata curah hujan antara 2.527 mm per tahun (periode Januari 1984 s.d Juni 2005) dengan jumlah curah hujan antara 2.200 s.d 3000 mm per tahun. Jika digolongkan menurut klasifikasi Oldeman yang dihitung berdasarkan data curah hujan 10 tahun terakhir (1995 s.d 2005), areal perkebunan PT GGP termasuk kedalam zona agroklimat D2, dengan bulan basah 3-4 bulan dan bulan kering 2-3 bulan.

Lokasi perkebunan PT GGP memiliki rerata temperatur maksimum 33°C dan minimum 22°C dengan kelembaban relatif antara 82 – 91 %. Areal perkebunan PT GGP berada pada ketinggian antara 40-60 m di atas permukaan laut, dengan kemiringan rata-rata 0,3 % yang termasuk kategori datar. Lokasi yang menjadi penelitian ini tergolong jenis tanah Ultisol, golongan ini meliputi tanah yang dulu dinamakan Podsolik Merah Kuning (PMK) dengan ketebalan lapisan olah tanah disesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan solum tanah sedang. Tanah Ultisol termasuk tanah yang mengalami pelapukan sehingga kandungan unsur haranya tergolong rendah.

Menurut Hardjowigeno (2003), Ultisol adalah tanah dengan horison argilik atau kandik bersifat masam dengan kejenuhan basa rendah. Kejenuhan basa (jumlah kation) pada kedalaman 1,8 m dari permukaan tanah kurang dari 35 persen,

sedang kejenuhan basa pada kedalaman kurang dari 1,8 m dapat lebih rendah atau lebih tinggi dari 35 persen. Permasalahan tanah ini adalah reaksi masam, kadar Al tinggi sehingga menjadi racun tanaman dan menyebabkan fiksasi P, unsur hara rendah, diperlukan tindakan pengapuran dan pemupukan.

2.3 Ultisol

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah yang ada di Indonesia yang memiliki luas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan di Indonesia (Subagyo, dkk., 2004). Ciri morfologi pada tanah Ultisol adalah adanya peningkatan fraksi liat dalam jumlah tertentu pada horizon B (*subsoil*). Horizon dengan peningkatan liat tersebut dikenal dengan horizon argilik. Oleh karena itu, horizon tersebut merupakan horizon penimbunan liat maksimum, maka horizon argilik umumnya lebih padat dibandingkan lapisan-lapisan di atas maupun di bawah argilik. Lapisan-lapisan padat tersebut merupakan penghalang bagi akar untuk melakukan penetrasi. Horizon argilik tersebut umumnya kaya akan Al sehingga peka terhadap perkembangan akar tanaman, yang menyebabkan akar tanaman tidak dapat menembus horizon ini dan hanya berkembang di atas horizon argilik.

Menurut sistem klasifikasi tanah Soeprahardjo (1961), Ultisol setara dengan tanah Podsolik Merah Kuning (PMK). Warna tanah pada horizon argilik sangat bervariasi dengan hue dari 10 YR hingga 10 R, nilai 3-6 dan kroma 4-8 (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Ultisol memiliki beberapa masalah lain jika digunakan untuk kepentingan pertanian antara lain derajat kemasaman yang tinggi, kadar

bahan organik yang rendah, kekurangan unsure hara penting bagi tanaman, seperti N, P, Ca, Mg dan Mo serta tingginya kelarutan Al, Fe dan Mn.

2.4 Sifat Fisik Tanah

2.4.1 Stabilitas Agregat Tanah

Struktur merupakan kenampakan bentuk atau susunan partikel-partikel tanah (pasir, debu dan liat) hingga partikel-partikel sekunder (gabungan partikel-partikel primer yang disebut ped) atau gumpalan yang membentuk agregat (bongkah).

Struktur dapat mulai berkembang dari butiran tunggal atau bentuk masif (Hanafiah, 2007).

Struktur tanah yang baik adalah struktur tanah yang dapat mempertahankan kemantapan agregat terhadap perubahan kelengasan yang mendadak dan curah hujan yang kuat. Ultisol memiliki sifat struktur tanah yang kurang diinginkan karena kandungan liat yang lebih rendah dalam horizon A dan agregat aslinya yang berbongkah-bongkah.

Peningkatan ukuran dan stabilitas agregat akan berpengaruh positif terhadap sifat fisik tanah lainnya, diantaranya meningkatkan kapasitas retensi air dan jumlah air tersedia, pori makro dan meso, porositas total, aerasi tanah serta permeabilitas tanah maupun infiltrasi serta dapat menurunkan kepekaan tanah terhadap erosi (Kurnia, 1996).

Agregat yang stabil akan menciptakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Agregat dapat menciptakan lingkungan fisik yang baik untuk perkembangan akar tanaman melalui pengaruhnya terhadap porositas. Aerasi dan daya menahan air kurang stabil bila terkena gangguan maka agregat tanah tersebut akan mudah hancur. Kemampuan agregat untuk bertahan dari gaya perusak dari luar (stabilitas) dapat ditentukan secara kuantitatif melalui *Aggregate Stability Index* (ASI). Indeks ini merupakan penilaian secara kuantitatif terhadap kemantapan agregat (Laksmita, 2008).

Agregat stabil tahan air merupakan agregat berukuran makro $> 0,25$ mm yang dapat dirinci lagi berdasarkan berbagai ukuran agregat yaitu 0,25-0,5 mm, 0,5-8,0 mm, dan 2,0-8,0 mm. Agregat stabil tahan air (ASA), MWD dan indeks stabilitas agregat (ISA) digunakan sebagai indikator kualitas agregasi tanah. Makin tinggi persentase ASA dan ISA serta makin besar ukuran MWD, makin baik kualitas agregasi tanah (Nurida dan Kurnia, 2009).

Menurut Martin, dkk. (1955), proses awal pembentukan agregat tanah adalah flokulasi. Flokulasi terjadi jika partikel tanah yang pada awalnya dalam keadaan terdispersi, kemudian bergabung membentuk agregat. Dampak interaksi antar partikel liat, maka akan mengakibatkan gaya tolak menolak dan tarik menarik akan bekerja dan besarnya tergantung dari kondisi fisik-kimia. Jika gaya tolak menolak merajai, maka partikel tanah akan terpisah satu dari lainnya. Dalam kondisi ini liat dikatakan telah mengalami dispersi atau peptisasi. Jika gaya tarik menarik yang bekerja, maka liat akan mengalami flokulasi, suatu gejala yang

analog dan koagulasi dari koloid organik, dimana partikel bergabung dalam satu paket atau floks (Afandi, 2005^a).

2.4.2 Kekuatan Tanah

Suatu benda yang bersifat plastis atau rapuh seperti tanah, jika dikenai suatu tekanan, akan mengalami perubahan bentuk yang ditandai oleh adanya keruntuhan, baik berupa hancuran, pecahan atau aliran. Oleh adanya tekanan, tanah dapat mengalami perubahan bentuk yang dicirikan oleh makin memadatnya tanah. Penetrometer merupakan salah satu alat pengukur kekuatan tanah yang bersifat serba cakup (komprehensif). Jika jarum penetrometer ditusukkan ke dalam tanah, berbagai proses akan terjadi secara bersamaan, seperti pemotongan atau pemisahan tanah, keruntuhan geser, aliran plastis, kompresi, serta geseran antara logam-tanah dan tanah-tanah (Afandi, 2005).

Pemadatan menurunkan porositas tanah dan infiltrasi, selanjutnya tanah mudah tererosi, menghambat aerasi yang dibutuhkan oleh pertumbuhan akar, yang pada akhirnya akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Tanah yang terdispersi menyumbat pori-pori tanah, sehingga menurunkan laju infiltrasi dan mengakibatkan terjadinya aliran permukaan sambil membawa koloid-koloid tanah dan unsur hara, termasuk N (Syarifuddin dan Buhaerah, 2010).

Menurut Duiker (2004), tiga komponen dampak dari pemadatan tanah ialah *Bulk Density*, ruang pori dan daya tahan penetrasi akar. Secara umum, yaitu hilangnya atau pecahnya agregat tanah; menghancurkan ruang pori aerasi, menurunkan ruang pori tanah dan pengepakan partikel-partikel tanah. Tanah yang memiliki

kandungan bahan organik yang tinggi dan berkembang dengan organisme tanah akan lebih tahan terhadap pemadatan dan lebih baik dalam memulihkan diri dari kerusakan pemadatan ringan. Beberapa cara untuk meningkatkan kandungan bahan organik adalah mengembalikan sisa tanaman ke dalam tanah, menanam tanaman penutup di musim off, dan menggunakan kompos dan pupuk kandang. Produktivitas maksimum dapat dicapai dengan mengoptimalkan masukan bahan organik di dalam tanah.

2.5 Sifat Kimia Tanah

2.5.1 Nitrogen

Nitrogen merupakan hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak. Unsur hara ini merupakan konstituen dari protein dan asam nukleat, dan terlibat dalam sintesis dan transfer energi. Nitrogen merupakan unsur hara yang banyak dipasok dari pemupukan. Aplikasi nitrogen melalui pemupukan bertujuan untuk meningkatkan keuntungan secara ekonomi, akan tetapi kelebihan nitrogen dapat menyebabkan kerugian secara ekonomi baik penurunan kualitas tanaman maupun kerusakan lingkungan (Purwanto, 2007).

Nitrogen yang tersedia di dalam tanah yang dapat diserap tanaman ialah dalam bentuk ion-ion nitrat dan amonium. Kedua bentuk N diperoleh sebagai hasil dekomposisi bahan organik, baik berasal dari tumbuhan atau binatang (Nyakpa dkk., 1988). Salah satu contoh bahan organik yang dapat diberikan kedalam tanah adalah *effluent* sapi. Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002), bahan organik dalam proses mineralisasi akan melepaskan hara tanaman yang lengkap, salah

satunya adalah Nitrogen dalam jumlah tidak tentu dan relatif kecil. Atmojo (2003) juga menyatakan bahwa bahan organik merupakan sumber nitrogen (protein) pertama-tama akan mengalami peruraian menjadi asam-asam amino yang dikenal dengan proses *aminisasi*, yang selanjutnya oleh sejumlah besar mikrobia heterotrofik mengurai menjadi amonium yang dikenal sebagai proses *amonifikasi*. Amonium ini dapat secara langsung diserap dan digunakan tanaman untuk pertumbuhannya. Menurut Sutejo (1999), semakin tinggi pemberian nitrogen semakin cepat pula sintesis karbohidrat yang diubah menjadi protein dan protoplasma.

Nitrogen terdapat dalam jumlah yang sedikit dalam tanah mineral. Sebagian besar dari kedua unsur ini berada dalam senyawa tidak larut dan tidak tersedia bagi tanaman. Senyawa tidak larut, menyebabkan unsur ini sedikit tersedia jumlahnya rendah dan akhirnya kritis bagi tanaman. Nitrogen dalam tanah berada dalam bentuk organik. Dengan demikian dekomposisi bahan organik merupakan sumber utama nitrogen tanah. Bahan organik ini merupakan proses kimia yang menghasilkan nitrogen dalam bentuk ammonium dan dioksidasikan lagi menjadi nitrat.

2.5.2 pH Tanah

Reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Semakin tinggi kadar ion H^+ di dalam tanah semakin masam tanah tersebut. Pada tanah-tanah yang masam jumlah ion H^+ lebih tinggi dari

pada OH^- , sedangkan pada tanah alkalis (basa), kandungan OH^- lebih banyak daripada H^+ . Bila kandungan H^+ sama dengan OH^- maka tanah bereaksi netral. Reaksi tanah sangat mempengaruhi aktivitas dan perkembangan mikroorganisme. Pada umumnya pH yang diinginkan oleh tumbuhan tingkat tinggi sesuai dengan yang diinginkan oleh mikroorganisme tanah. Aktivitas jasad renik akan menurun dengan menurunnya pH tanah (Mukhlis, 2007; Hasibuan dan Ritonga, 1981).

Mukhlis (2007) juga mengatakan bahwa nilai pH tanah tidak sekedar menunjukkan suatu tanah bersifat masam atau alkali, tetapi juga memberikan informasi tentang sifat-sifat tanah yang lain, seperti ketersediaan fosfor, status kation-kation basa, status kation atau unsur racun, dan sebagainya. Kebanyakan tanah-tanah pertanian memiliki pH 4 hingga 8. Menurut Atmojo (2003), pemberian bahan organik dapat meningkatkan pH tanah terutama pada tanah-tanah masam, karena bahan organik yang telah termineralisasi akan melepaskan mineralnya yang berupa kation-kation basa.

2.5.3 C-Organik

Bahan organik memiliki peranan sangat penting di dalam tanah. Bahan organik tanah juga merupakan salah satu indikator kesehatan tanah. Tanah yang sehat memiliki kandungan bahan organik tinggi, sekitar 5%. Sedangkan tanah yang tidak sehat memiliki kandungan bahan organik yang rendah. Kesehatan tanah penting untuk menjamin produktivitas pertanian. Bahan organik tanah terdiri dari sisa-sisa tumbuhan atau binatang melapuk. Tingkat pelapukan bahan organik berbeda-beda dan tercampur dari berbagai macam bahan. Peningkatan C-Organik

disebabkan oleh kandungan bahan organik yang semakin tinggi dan mengalami dekomposisi sehingga menghasilkan senyawa-senyawa organik (Antari, dkk., 2012).

C-organik merupakan komponen paling besar dalam bahan organik sehingga pemberian bahan organik akan meningkatkan kandungan karbon dalam tanah. Tingginya karbon dalam tanah ini akan mempengaruhi sifat tanah menjadi lebih baik dalam sifat fisik, kimia, dan biologi. Karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme tanah, sehingga keberadaan unsur ini dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme sehingga meningkatkan respirasi tanah yang ditandai besarnya keluaran CO₂ dan proses dekomposisi bahan organik (Utami dan Handayani, 2003)