

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Olah Tanah

Pengolahan tanah adalah setiap manipulasi mekanik terhadap tanah untuk menciptakan keadaan tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Tujuan pokok pengolahan tanah adalah untuk menyiapkan tempat tumbuh bagi bibit, menciptakan daerah perakaran yang baik, membenamkan sisa-sisa tanaman dan memberantas gulma, setiap upaya pengolahan tanah akan menyebabkan terjadinya perubahan sifat-sifat tanah, tingkat perubahan yang terjadi sangat ditentukan oleh jenis alat pengolahan tanah yang digunakan (Fahmudin dan Widiyanto, 2004).

Pengolahan tanah dilakukan untuk menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Namun pada kenyataannya pengolahan tanah yang dilakukan secara terus menerus ternyata menimbulkan dampak negatif terhadap produktivitas lahan. LIPTAN (1995) menyatakan bahwa disamping mempercepat kerusakan sumber daya tanah seperti meningkatkan laju erosi dan kepadatan tanah, pengolahan tanah intensif memerlukan biaya yang tinggi. Untuk mengatasi kerusakan karena pengolahan tanah, akhir-akhir ini diperkenalkan sistem olah tanah

konservasi yang diikuti oleh pemberian mulsa yang diharapkan dapat meningkatkan produksi pertanian.

Istilah pengolahan tanah secara konvensional mengacu pada pengolahan tanah pada era ini, bukan pada era sebelumnya. Karakteristik pengolahan tanah pada era ini adalah, a). pengolahan tanah intensif (OTI), secara horizontal tanah yang diolah mencakup seluruh permukaan tanah, secara vertikal tanah yang diusik mencapai kedalaman 30 sampai 50 cm, b). alat yang digunakan adalah alat berat sehingga dapat memadatkan tanah, c). laju dekomposisi bahan organik sangat tinggi sehingga terjadi pemiskinan karbon organik di satu pihak, dan di pihak lain pelepasan karbondioksida menimbulkan efek rumah kaca.

Meskipun penelitian jangka pendek menunjukkan bahwa produksi tanaman merespon berpengaruh merugikan produksi tanaman karena kerusakan tanah yang ditimbulkannya. Pada umumnya pengolahan tanah dilakukan dua kali, yaitu pengolahan tanah primer dengan dibajak untuk membongkar tanah dengan kedalaman 30 sampai 50 cm, kemudian diteruskan dengan pengolahan tanah sekunder untuk menggemburkan tanah dengan kedalaman 10 sampai 15 cm. Alat-alat seperti a). bajak singkal (*moldboard plow*), b). bajak piring (*'standard'* dan *'vertikal discplow'*), c). *'subsoiler'*, d). Garu piring, e). *'rotary tiller'*, menjadi alat standar dalam pengolahan tanah pada era ini. Meskipun alat ini tidak menjadi monopoli pengolahan tanah pada era ini.

Beberapa bukti menunjukkan bahwa pengolahan tanah intensif dapat meningkatkan produksi tanaman (Raimbault, 1991; Weill, 2003), meningkatkan kekasaran permukaan, memecah kerak tanah, meningkatkan infiltrasi (Doolette and Smyle, 1990), tetapi pengaruh tersebut bersifat jangka pendek (Awadhwai dan Smith, 1989). Sedangkan menurut Utomo (1995), sistem olah tanah konservasi (OTK) merupakan suatu olah tanah yang berwawasan lingkungan, hal ini dibuktikan dari hasil penelitian jangka panjang pada tanah Ultisol di Lampung yang menunjukkan bahwa sistem OTK (olah tanah minimum dan tanpa olah tanah) mampu memperbaiki kesuburan tanah lebih baik daripada sistem olah tanah intensif.

Adapun perbedaan sistem olah tanah pada indikator kualitas lingkungan adalah sebagai berikut:

Table 1. Perbedaan sistem olah tanah pada indikator kualitas lingkungan.

Olah tanah konservasi	Olah tanah intensif
1. Infiltrasi meningkat	Infiltrasi menurun
2. Erosi tanah menurun	Erosi tanah meningkat
3. Bahan organik tanah meningkat	Bahan organik tanah menurun
4. Sifat fisika, kimia dan biologi tanah meningkat	Sifat fisika, kimia dan biologi tanah menurun
5. Produktivitas tanaman meningkat	Produktivitas tanaman menurun
6. Biaya produksi menurun	Biaya produksi meningkat
7. Pendapatan petani jangka panjang meningkat	Pendapatan petani jangka panjang menurun
8. Pencemaran air (sedimen, pupuk, pestisida) menurun	Pencemaran air (sedimen, pupuk, pestisida) meningkat
9. Pemanasan global menurun	Pemanasan global meningkat

Sumber: Utomo (2006).

2.2 Hasil Samping Pabrik Gula

Menurut Suwardjo dan Dariah (1995), mulsa adalah berbagai macam bahan seperti jerami, serbuk gergaji, lembaran plastik tipis, tanah lepas-lepas dan sebagainya yang dihamparkan di permukaan tanah dengan tujuan untuk melindungi tanah dan akar tanaman dari pengaruh benturan air hujan, retakan tanah, kebekuan, penguapan dan erosi.

Sedangkan menurut Hakim *et al.* (1986), mulsa adalah setiap bahan yang dipakai di permukaan tanah untuk menghindari kehilangan air melalui penguapan atau untuk menekan pertumbuhan gulma. Bahan mulsa antara lain sisa tanaman, pupuk kandang, limbah industri kayu (serbuk gergaji), kertas dan plastik.

Limbah padat pabrik gula berpotensi besar sebagai sumber bahan organik yang berguna untuk kesuburan tanah. Ampas tebu (bagas) merupakan limbah padat yang berasal dari perasan batang tebu untuk diambil niranya. Limbah ini banyak mengandung serat dan gabus. Ampas tebu ini memiliki aroma yang segar dan mudah untuk dikeringkan sehingga tidak menimbulkan bau busuk. Bagas dapat dimanfaatkan sebagai mulsa atau diformulasikan dengan blotong dan abu (BBA) sebagai kompos. Kandungan C/N rasio dalam bagas mencapai 130 dengan kadar air 60%. Ampas (bagas) tebu mengandung 52,67% kadar air, 55,89% C-organik; N-total 0,25 %; 0,16% P_2O_5 ; dan 0,38% K_2O . Blotong dapat digunakan langsung sebagai pupuk, karena mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanah (Kurnia, 2010).

Menurut Purnomo *et al.* (1995), aplikasi mulsa bagas 8 t ha⁻¹ mampu meningkatkan serapan fosfor dibandingkan dengan tanpa aplikasi mulsa. Afandi *et al.* (1995), menambahkan bahwa pemberian mulsa 4 t ha⁻¹ berpengaruh nyata terhadap pori aerasi dibandingkan dengan tanpa aplikasi mulsa.

Bahan organik yang dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kuaitas tanah di PT GMP adalah limbah padat pabrik gula yang dihasilkan selama produksi di PT GMP tersebut. Produk utama yang dihasilkan di perkebunan tebu adalah batang tebu yang dapat di proses menjadi 6-9% gula dan 91-94 limbah. Limbah padat yang dihasilkan selama proses produksi, antara lain: ampas tebu (bagas) yang merupakan hasil dari proses ekstraksi cairan tebu pada batang tebu, blotong (*filter cake*) yang hasil samping proses penjernihan nira gula, dan abu ketel (*ash*) yang merupakan sisa pembakaran atau kerak ketel pabrik gula (Slamet, 2007).

Penelitian mengenai penggunaan hasil samping industri gula menunjukkan pengaruh yang sangat baik. Hasil penelitian Ismail (1987) mengenai penggunaan “*bioearth*” yang merupakan kompos campuran blotong, bagas dan abu ketel menunjukkan bahwa adanya pengaruh kompos tersebut terhadap peningkatan ketersediaan hara N, P dan K dalam tanah, kadar bahan organik, pH serta kapasitas menahan air. Hasil percobaan Riyanto (1995) yang menggunakan kompos *casting* bagas menunjukkan bahwa pemberian 4-6 ton/ha dapat mengurangi dosis 50% pupuk NPK standar yang diberikan di Jatitujuh.

2.3 Tanaman Tebu

Perkebunan tebu (*Saccharum officinarum* L.) tersebar luas di daerah Sumatera yang kebanyakan tanahnya bereaksi masam yang biasanya diklasifikasikan sebagai Ultisol dan Oxisol. Sama halnya dengan sistem pertanian tradisional, pembukaan awal lahan perkebunan tebu dilakukan dengan jalan menebang dan membakar tumbuhan hutan. Pada waktu sepuluh tahun setelah pembakaran hutan, biasanya produksi tebu sudah mulai menurun karena kesuburan tanah yang telah menurun.

Pada beberapa perkebunan tebu di daerah Lampung, pengapuran dan pemupukan N, P, K masih umum dilakukan untuk memperoleh produksi tebu yang diharapkan. Pada beberapa perkebunan tebu di Australia, pengapuran pada tanah masam (khat Ca dan Mg) memberikan hasil tebu yang sangat memuaskan (Edwards dan Bell, 1989), walaupun sebenarnya tebu cukup toleran terhadap keracunan Al dan pH tanah rendah. Untuk jangka pendek, pengapuran dan pemupukan pada tanah masam merupakan cara termudah dan tercepat untuk menangani masalah kesuburan tanah (Setijono dan Soepardi, 1985), namun tindakan ini masih belum memecahkan masalah lainnya yaitu rendahnya kandungan bahan organik tanah (BOT). Usaha mempertahankan kandungan BOT merupakan kunci utama dalam menghindari kerusakan fisik tanah antara lain perbaikan agregat tanah, perkolasi air tanah, infiltrasi tanah dan kelembaban air tanah. Dengan demikian BOT dapat melindungi kerusakan tanah akibat erosi dan aliran permukaan, kekeringan. Hasil mineralisasi bahan organik meningkatkan ketersediaan beberapa hara dalam tanah dan meningkatkan kapasitas tukar kation tanah (Soepardi, 1985).

Seresah daun tebu (daduk) dan ampas tebu (bagas) merupakan sisa produksi yang biasanya tidak dikembalikan ke dalam tanah dikarenakan “kualitas” nya rendah yaitu kandungan haranya rendah, nisbah C:N dan kandungan Si tinggi. Bahan organik berkualitas rendah ini bila dimasukkan ke dalam tanah akan menimbulkan immobilisasi N dalam tanah.

Walaupun daduk tebu memiliki kualitas rendah karena nisbah C :N sekitar 120 :1, tetapi bila dikembalikan ke dalam tanah akan mengurangi jumlah pemupukan N sebesar $40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$ karena adanya imobilisasi N sehingga dapat mengurangi kehilangan N akibat pencucian dan penguapan. Ampas tebu mengandung 0.3 % N, 0.34 % P, 0.14 % K, 42.5 % C dan nisbah C :N sekitar 142 :1. Tingginya nisbah C:N pada bagas ini menyebabkan bahan tersebut lama dilapuk sehingga mungkin masih bermanfaat untuk mempertahankan kandungan BOT bila dikembalikan ke dalam tanah secara tepat. Dengan demikian jumlah bagas yang tertumpuk di sekitar pabrik akan berkurang dan diharapkan dapat mengurangi resiko terjadinya kebakaran pada musim kemarau.

Pengukuran potensi limbah tebu untuk perbaikan kesuburan tanah dan kecepatan mineralisasinya masih belum banyak dilakukan. Di lain pihak, informasi ini sangat diperlukan untuk meningkatkan efisiensi pemupukan. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mempelajari peran bahan organik sisa panen tebu dalam memperbaiki status BOT dan produksi tebu. Hasil dari percobaan ini diharapkan bermanfaat untuk perbaikan strategi pengelolaan tanah masam pada perkebunan tebu di daerah Lampung Utara. Pengolahan tanah ditujukan untuk menciptakan suatu lingkungan

yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman dengan mempengaruhi berbagai sifat tanah. Sampai pada waktu dimana masalah erosi masih belum mendapat perhatian sungguh-sungguh, pengolahan tanah yang dilakukan pada umumnya dengan jalan mengolah seluruh luas tanah yang dipersiapkan untuk suatu pertanaman tertentu, yang dikenal sebagai sistem konvensional (Kurniatun, 2000).

2.4 Respirasi Tanah

Respirasi tanah dilakukan oleh mikroorganisme tanah baik berupa bakteri maupun cendawan . Interaksi antara mikroorganisme dengan lingkungan fisik di sekitarnya mempengaruhi kemampuannya dalam respirasi, tumbuh, dan membelah. Salah satu faktor lingkungan fisik tersebut adalah kelembaban tanah yang berkaitan erat dengan respirasi tanah (Cook dan Orchard, 2008). Respirasi tanah merupakan salah satu hal yang penting yang berkaitan dengan perubahan iklim dan pemanasan global di masa depan (Wang *et al.*, 2003). Respirasi tanah yang berkaitan dengan suhu tanah digunakan sebagai salah satu kunci karakteristik tanah atau bahan organik dan bertanggung jawab dalam pemanasan global (Subke, 2010).

Dari sisi pertanian, pengetahuan mengenai respirasi tanah dapat digunakan sebagai dasar untuk menduga hasil pertanian tahunan (Jia dan Zhou, 2009). Keberadaan mikoriza sebagai organisme penyubur tanah alami pada lahan pertanian salah satunya dipengaruhi dari respirasi tanah dan suhu tanah (Moyano *et al.* 2007). Selain itu, menurut Tingey *et al.* (2006), respirasi tanah menunjukkan respon akar tanaman dan organisme tanah pada kondisi lingkungan dan ketersediaan C dalam tanah.

Pengamatan mengenai respirasi tanah dapat dilakukan dengan menggunakan empat macam cara yaitu metode *open-flow infrared gas analyzer*, metode ruang tertutup, metode ruang tertutup dinamis, dan metode penyerapan basa (Bekku *et al.*, 1997). Setiap metode memiliki kelemahan dan keunggulan masing-masing. Pengamatan respirasi tanah paling sederhana dapat dilakukan dengan menggunakan metode ruang tertutup di mana NaOH digunakan sebagai bahan perangkap CO₂ yang dihasilkan dari respirasi tanah. Nilai CO₂ yang dihasilkan dapat ditentukan dengan menggunakan suatu rumus tertentu (Cook dan Orchard, 2008).

Selama proses dekomposisi terjadi pelepasan CO₂ yang pada umumnya dilaporkan bahwa CO₂ tersebut sebagian besar dilepaskan ke atmosfer sebagai salah satu gas rumah kaca, sedangkan CO₂ yang tersimpan dipermukaan bumi sangat bermanfaat bagi tanaman maupun mikroorganisme tanah. Kuantitas CO₂ yang terakumulasi dalam jaringan tanaman dapat memberikan gambaran tentang fungsi tanaman sebagai sink CO₂ atmosfer. Limbah bahan organik tanaman dapat meningkatkan kandungan CO₂ internal tanaman, karena selama proses dekomposisi terjadi pelepasan CO₂ yang secara langsung dapat masuk dalam sel tanaman melalui stomata. Menurut Lundegardh dalam Sutejo, Kartasaputra dan Saroatmodjo (1991), CO₂ yang dihasilkan di dalam tanah oleh mikroorganisme mendekati jumlah yang diperlukan tanaman untuk proses fotosintesis. Dalam satu kilogram tanah dapat membebaskan sekitar 5-30 mg karbon dalam bentuk CO₂ (Walksman dan Starkey dalam Sutejo *et al.*, 1991), jumlah tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, jenis bahan organik, ukuran partikel bahan organik, ciri dan jumlah mikroorganisme yang terlibat,

ketersediaan C, N, P, dan K, kelembaban tanah dan suhu tanah, aerasi, adanya senyawa-senyawa penghambat (Rao, 1994).

2.5 Pengaruh Olah Tanah dan Mulsa Terhadap Respirasi Tanah

Tujuan dari pengelolaan tanah secara konvensional adalah untuk menggemburkan permukaan tanah, memperdalam daerah perakaran, memasukkan sisa tanaman ke dalam tanah, dan mengurangi kemampatan di permukaan tanah. Pada pengelolaan tanah secara minimum efek samping dari pengelolaan tanah dikurangi, dan memerlukan energi yang lebih sedikit, dan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemakaian pupuk.

Konsekuensi utama dari pengelolaan tanah adalah tersebarnya bahan organik, kapur, dan pupuk. Akibatnya, ketersediaan bahan organik bagi mikroorganisme meningkat. Dengan demikian, aktivitas dan jumlah mikroorganisme akan bertambah.

Pengelolaan lahan yang memberikan keuntungan pada tanah yang bertekstur ringan, karena bahan organik tidak lapuk terlalu cepat. Dengan demikian dapat meningkatkan kadar bahan organik tanah (Popov, Romeyko, Plishko, dan Bitukova, 1982). Pengolahan tanah dangkal (10 cm), tidak besar pengaruhnya terhadap aktivitas mikroorganisme tanah, dan hampir sama dengan aktivitas mikroorganisme pada tanah tanpa diolah sama sekali.