II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Olah Tanah

Tanah merupakan benda alam yang bersifat dinamis, sumber kehidupan, dan mempunyai fungsi penting dari ekosistem darat yang menggambarkan keseimbangan yang unik antara faktor fisik, kimia dan biologi. Komponen utama tanah terdiri dari mineral anorganik, pasir, debu, liat, bahan-bahan organik hasil dekomposisi dari biota tanah, serangga, bakteri, fungi, alga, nematoda dan sebagainya (Abawi dan Widmer, 2000 *dalam* Subowo dkk., 2002).

Tanah yang mempunyai tekstur sedang, sangat baik bagi pertumbuhan kedelai. Kedelai juga mampu tumbuh baik pada tanah organik, asal hara tanaman dapat dipenuhi. Jenis-jenis tanah dengan tingkat kesuburan rendah dapat diperbaiki dengan memberikan hara yang dianggap kurang berdasarkan analis tanah dan analisa jaringan tanaman (Ismail dan Efendi, 1986). Produktivitas tanah dipengaruhi oleh kegiatan pengolahan tanah, jika pengolahan kurang tepat maka kualitas tanah sebagai tempat tumbuh tanaman menurun. Akibatnya tentu menurunkan hasil produksi tanaman. Oleh karena itu, untuk meningkatkan produksi tanaman kedelai di lahan kering diperlukan olah tanah yang tepat.

Dalam budidaya pertanian, pengolahan tanah merupakan suatu kegiatan yang sangat penting. Pengolahan tanah pada hakikatnya adalah setiap manipulasi

mekanik terhadap tanah yang diperlukan untuk menciptakan keadaan olah tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman, atau menciptakan keadaan tanah olah yang siap tanam (Yunus, 2004). Sedangkan menurut Arsyad (2010), pada umumnya ada tiga tujuan pengolahan tanah, yakni (1) pengendalian gulma, (2) mencampur bahan organik ke dalam tanah, dan (3) memperbaiki sifat fisik tanah. Menurut intensitasnya, pengolahan tanah dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu (1) no tillage (tanpa olah tanah), (2) minimum tillage (pengolahan tanah minimum, hanya pada bagian yang akan ditanami), dan (3) maksimum tillage (pengolahan intensif, pada seluruh lahan yang akan ditanami). Untuk lahan kering dengan jenis tanah podsolik yang lapisan atas tanahnya tipis dan peka terhadap erosi, pengolahan tanah yang terlalu sering harus dihindarkan. Apabila tekstur tanah tidak berat, sistem pengolahan tanah minimum atau *zero tillage* diikuti dengan sistem pengendalian gulma yang tepat (Ismail dan Efendi, 1986).

Negara (2007) mengungkapkan bahwa pada pembudidayaan tanaman, pengolahan tanah sangat diperlukan jika kondisi kepadatan tanah, aerasi, kekuatan tanah, dan dalamnya perakaran tanaman tidak lagi mendukung untuk penyediaan air dan perkembangan akar. Walaupun demikian, pengolahan tanah yang tidak tepat dapat menyebabkan menurunnya kesuburan tanah dengan cepat dan tanah lebih mudah terdegradasi.

Salah satu upaya untuk mengurangi dampak buruk dari pengolahan tanah jangka panjang yaitu dengan penggunaan sistem olah tanah konservasi. Dalam sistem olah tanah konservasi terdapat dua sistem yang biasa digunakan yaitu tanpa olah tanah dan olah tanah minimum. Agus dan Widianto (2004) mengatakan bahwa olah tanah konservasi adalah suatu sistem pengolahan tanah dengan tetap

mempertahankan setidaknya 30% sisa tanaman menutup permukaan tanah. Sedangkan menurut Utomo (1991), sistem olah tanah konservasi (OTK) merupakan suatu sistem olah tanah yang berwawasan lingkungan, hal ini dibuktikan dari hasil percobaan 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.

Pada teknik tanpa olah tanah (TOT), tanah dibiarkan tidak terganggu kecuali alur kecil atau lubang tugalan untuk penempatan benih. Sebelum tanam, gulma dikendalikan dengan herbisida layak lingkungan, yaitu yang mudah terdekomposisi dan tidak menimbulkan kerusakan tanah dan sumber daya lingkungan lainnya. Seperti teknik OTK lainnya, sisa tanaman musim sebelumnya dan gulma dapat digunakan sebagai mulsa untuk menutupi permukaan lahan (Utomo, 1991 *dalam* Utomo, 2006).

Widiyasari, Sumarni, dan Arifin (2011) menambahkan bahwa tanaman kedelai yang dibudidayakan pada sistem tanpa olah tanah dengan pemulsaan 20 ton ha^{-1} ternyata memiliki jumlah polong per tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemulsaan, pemulsaan 4 ton ha^{-1}, 8 ton ha^{-1} dan perlakukan sistem olah tanah minimum dengan pemulsaan memiliki jumlah polong per tanaman yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pemulsaan.

Peningkatan ketersediaan air tanah pada sistem TOT berkaitan erat dengan peranan mulsa dalam mengurangi evaporasi dan perbaikan distribusi ukuran pori. Ferreras dkk. (2000) melaksanakan penelitian OTK di tanah Petrocalcic Paleudoll,

Argentina. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketahanan mekanik tanah pada perlakuan TOT lebih baik dibandingkan OTI pada kedalaman 0-20 cm.

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

Tabel 1. Perbedaan sistem olah tanah pada indikator kualitas lingkungan (Utomo, 2006).

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

2.2 Alang-alang (*Imperata cylindrica* L.)

Pembukaan hutan menyebabkan perubahan lingkungan dari keadaan tertutup menjadi lingkungan yang terbuka, sehingga mendorong tumbuhnya alang-alang. Alang-alang termasuk tanaman C4 yang membutuhkan sinar matahari penuh untuk pertumbuhannya, dengan kata lain alang-alang dapat tumbuh dengan baik pada lahan yang terbuka. Lahan yang ditinggalkan petani atau diberakan akan ditumbuhi dengan alang-alang sehingga akan menurunkan produksi tanaman pangan, yang disebabkan karena tidak adanya pengembalian bahan organik (Purnomosidhi dan Rahayu, 2002). Menurut Adimihardja dan Mappaona (2005)

bahwa alang-alang memiliki ketahanan tinggi. Hal ini mengakibatkan tanaman lain mengalami kesulitan ketika harus bersaing dengan alang-alang dalam memperoleh air, unsur hara dan cahaya. Beberapa jenis tanaman terganggu pertumbuhannya karena adanya zat beracun (*allelopati*) yang dikeluarkan oleh akar dan rimpang alang-alang.

Lahan alang-alang merupakan lahan yang tidak produktif dan tersebar cukup luas di Indonesia. Dengan makin berkurangnya lahan pertanian subur karena beralih fungsi, maka salah satu upaya dalam meningkatkan dan mempertahankan ketahanan pangan adalah dengan melalui perluasan lahan pertanian. Salah satu lahan yang cukup potensial untuk pengembangan pertanian adalah lahan alang-alang yang sejauh ini merupakan lahan terbuka yang dibiarkan dan belum dimanfaatkan (Tjimpolo dan Kesumaningwati, 2009). Masalah yang dihadapi pada lahan alang-alang adalah bagaimana cara mengelolanya sehingga dapat menjadi lahan pertanian yang produktif secara berkesinambungan. Permasalahan utama pemanfaatan lahan yang ditumbuhi alang-alang untuk pertanian adalah buruknya sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Marufah, 2008). Menurut Aprisal (2000) *dalam* Gonggo, Hermawan dan Anggraeni (2005), pemanfaatan lahan alang-alang untuk pertanian dengan memperbaiki produktivitasnya jauh lebih baik dibandingkan dengan membuka hutan, karena pembukaan hutan baru akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

2.3 Cacing Tanah

Cacing tanah merupakan hewan vertebrata yang hidup di tempat lembab dan tidak terkena sinar matahari langsung. Organisme tanah ini bersifat hemaprodit

biparental dari Philum *Annelida,* Kelas *Clitellata,* Ordo *Oligochaeta,* dengan Famili *Lumbricidae* dan *Megascolecidae* yang banyak dijumpai di lahan pertanian (Ansyori, 2004).

Menurut Subowo (2008) cacing tanah mampu hidup 1-10 tahun dan dalam proses hidupnya dapat hidup melalui fragmentasi ataupun reproduksi dengan melakukan kopulasi membentuk kokon. Ukuran cacing tanah yang relatif besar, berkisar 1-8 cm atau lebih, dengan kecepatan berpindah di dalam tanah yang relatif terbatas dan lambat berkoloni kembali membuat cacing tanah mudah ditangkap dan dipilih, sehingga dapat dijadikan bioindikator kesuburan tanah (Ansyori, 2004).

Cacing tanah memiliki segmen di bagian luar dan dalam tubuhnya. Antara satu segmen dengan segmen lainya terdapat sekat yang disebut septa. Pembuluh darah, sistem ekskresi dan sistem saraf di antara satu segmen dengan segmen lainnya saling berhubungan menembus septa. Rongga tubuh berisi cairan yang berperan dalam pergerakkan annelida dan sekaligus melibatkan kontraksi otot. Ototnya terdiri dari otot melingkar (sirkuler) dan otot memanjang (longitudinal) (Rukmana, 1999 *dalam* Merlita, 2005).

Cacing tanah dalam berbagai hal mempunyai arti penting, misalnya bagi lahan pertanian. Lahan yang banyak mengandung cacing tanah akan menjadi subur, sebab kotoran cacing tanah yang bercampur dengan tanah telah siap untuk diserap akar tumbuh-tumbuhan. Cacing tanah juga dapat menigkatkan daya serap air permukaan. Lubang-lubang yang dibuat oleh cacing tanah meningkatkan konsentrasi udara dalam tanah. Disamping itu pada saat musim hujan lubang tersebut akan melipatgandakan kemampuan tanah menyerap air. Secara singkat

dapat dikatakan cacing tanah berperan memperbaiki dan mempertahankan struktur tanah agar tetap gembur (Agustinus, 2009).

Berdasarkan jenis makanan yang dimakan, cacing tanah dikelompokkan dalam tiga kelompok (Minnich, 1977 *dalam* Subowo, 2002) yaitu:

1. *Geofagus* : pemakan tanah
2. *Limifagus* : pemakan tanah basah
3. *Litter feeder* : pemakan bahan organik (sampah, kompos dan pupuk hijau)

Cacing tanah secara umum dapat dikelompokkan berdasarkan tempat hidupnya, kotorannya, kenampakan warna, dan makanan kesukaannya (Edwards, 1998; Paoletti, 1999; Hanafiah dkk., 2005) sebagai berikut:

1. Epigaesis; cacing yang aktif dipermukaan pada kedalaman kurang dari 8 cm, warna gelap, penyamaran efektif, tidak membuat lubang, kotoran tidak nampak jelas, pemakan serasah di permukaan tanah dan tidak mencerna tanah.
2. Endogaesis; hidup di dalam tanah dekat permukaan tanah, membuat lubang terowongan permanen hingga kedalaman sekitar 45 cm, sering dalam dan meluas, kotoran di dalam lubang, tidak berwarna, tanpa penyamaran, pemakan tanah dan bahan organik, serta akar-akar mati.
3. Aneciqueik; berukuran besar, membuat lubang terbuka permanen ke permukaan tanah yang terdapat pada kedalaman 1-2,5 m, pemakan serah di permukaan tanah dan membawanya ke dalam tanah, mencerna sebagian tanah, warna sedang bagian punggung, dengan penyamaran rendah, kotoran di permukaan tanah atau terselip di antara tanah.

4. Coprophagic; hidup pada pupuk kandang.
5. Arboricolous; hidup di dalam suspensi tanah pada hutan tropik basah.

2.4 Pengaruh Lingkungan Terhadap Cacing Tanah

Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan keberadaan cacing tanah pada suatu lingkungan dapat dilihat di bawah ini:

2.4.1 Bahan Organik Tanah

Bahan organik berfungsi sebagai pakan cacing tanah, bahan organik tersebut berasal dari seresah daun, feses ternak dan tanaman atau hewan yang mati (Budiarti dan Palungkun, 1992). Menurut Hanafiah dkk. (2005), distribusi bahan organik tanah berpengaruh terhadap cacing tanah karena terkait dengan sumber nutrisinya sehingga pada tanah miskin bahan organik hanya sedikit jumlah cacing tanah yang dijumpai. Namun apabila cacing tanah sedikit, sedangkan bahan organik segar banyak, pelapukannya akan terhambat.

2.4.2 pH Tanah

Mashur (2001) menyatakan bahwa cacing tanah sangat sensitif terhadap perubahan konsentrasi ion hidrogen, sehingga pH tanah menjadi faktor pembatas penyebaran dan populasinya. Menurut Budiarti dan Palungkun (1992), cacing tanah memerlukan pakan atau media dengan pH antara 6,0 sampai 7,2 yaitu pH dimana bakteri bekerja optimal. Cacing tanah memiliki sistem pencernaan yang kurang sempurna, karena sedikitnya enzim pencernaan sehingga cacing tanah memerlukan bantuan bakteri untuk merubah atau memecahkan bahan makanan. Aktivitas bakteri yang kurang dalam makanannya menyebabkan cacing tanah

kekurangan makanan dan akhirnya mati karena tidak ada yang membantu mencerna senyawa karbohidrat dan protein. Namun bila makanan terlalu asam sehingga aktivitas bakteri berlebihan maka akan menyebabkan terjadinya pembengkakan tembolok cacing tanah dan berakhir dengan kematian pula. Keadaan makanan atau lingkungan yang terlalu basah, mengakibatkan cacing tanah kelihatan pucat dan kemudian mati. Pengaruh pH terhadap cacing tanah juga dijelaskan dalam penelitian Syarif (2003) yang menyatakan bahwa jumlah cacing tanah dapat menurun karena adanya perubahan pH tanah yang ekstrim.

2.4.3 Kelembaban Tanah

Bobot cacing tanah terdiri dari 75-90 % air. Kelembaban yang ideal untuk cacing tanah antara 15-50 %, namun kelembaban optimumnya adalah antara 42-60 %. Kelembaban tanah yang terlalu tinggi atau basah menyebabkan cacing tanah berwarna pucat dan kemudian mati. Sebaliknya bila kelembaban tanah terlalu kering, cacing tanah akan segera masuk ke dalam tanah dan berhenti makan kemudian mati (Rukmana, 1999).

Menurut Simanjuntak dan Waluyo (1982), kelembaban sangat diperlukan untuk menjaga agar kulit cacing tanah berfungsi normal. Bila udara terlalu kering, akan merusak keadaan kulit. Untuk menghindarinya cacing tanah segera masuk kedalam lubang dalam tanah, berhenti mencari makan dan akhirnya akan mati. Bila kelembaban terlalu tinggi atau terlalu banyak air, cacing tanah segera lari untuk mencari tempat yang pertukaran udaranya (aerasinya) baik. Hal ini terjadi karena cacing tanah mengambil oksigen dari udara bebas untuk pernafasannya

melalui kulit. Kelembaban yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan cacing tanah adalah antara 15 % sampai 30 %.

2.4.4 Suhu Tanah

Suhu yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi akan mempengaruhi proses-proses fisiologis seperti pernafasan, pertumbuhan, perkembangbiakan, dan metabolisme cacing tanah. Menurut Palungkun (2006), suhu yang dibutuhkan cacing tanah dan penetasan kokon berkisar antara 15-25 ^{o}C. Bila suhu lebih rendah dari 15 ^{o}C, maka akan menyebabkan kokon sulit menetas. Suhu yang hangat (sedang) menyebabkan cepat menetas dan pertumbuhan cacing tanah serta perkembangbiakannya akan berjalan sempurna. Suhu yang lebih tinggi dari 25 ^{o}C masih baik asalkan ada naungan yang cukup dan kelembaban yang optimal (Agustinus, 2009).

2.5 Identifikasi Cacing Tanah

Cacing tanah memiliki ciri-ciri fisik antara lain tubuhnya berbentuk silindris memanjang terdapat segmen luar dan dalam, berambut, tidak memiliki kerangka luar, tidak memiliki alat gerak, dan tidak memiliki mata (Edwards dan Lofty, 1977). Nuryati (2004) menyatakan bahwa cacing tanah memiliki 1800 spesies yang dikelompokkan menjadi 5 famili terbesar di seluruh dunia. Lima famili cacing tanah tersebut yaitu *Moniligastridae, Megascolecidae, Eudrilidae, Glossoscolidae* dan *Lumbricidae*.

Cacing tanah dapat diidentifikasi berdasarkan letak klitellum, pola susunan setae dan tipe prostomium sebagai berikut:

2.5.1 Klitelum

Alat reproduksi cacing tanah dewasa adalah klitelum yang merupakan bagian tubuhnya yang menebal dan warnanya lebih terang dari warna tubuhnya. Pada cacing tanah yang masih muda, klitelum belum tampak karena hanya terbentuk pada saat cacing tanah mencapai dewasa yakni 2-3 bulan (Palungkun, 1999). Menurut Anas (1990), klitelum adalah bagian grandular dari epidermis yang berasosiasi dengan produksi kokon. Bentuknya berupa sadel atau annular. Bentuk sadel biasanya terlihat lebih mengembang sedangkan bentuk annular terlihat seperti bagian penyempitan.

2.5.2 Pola Susunan Setae

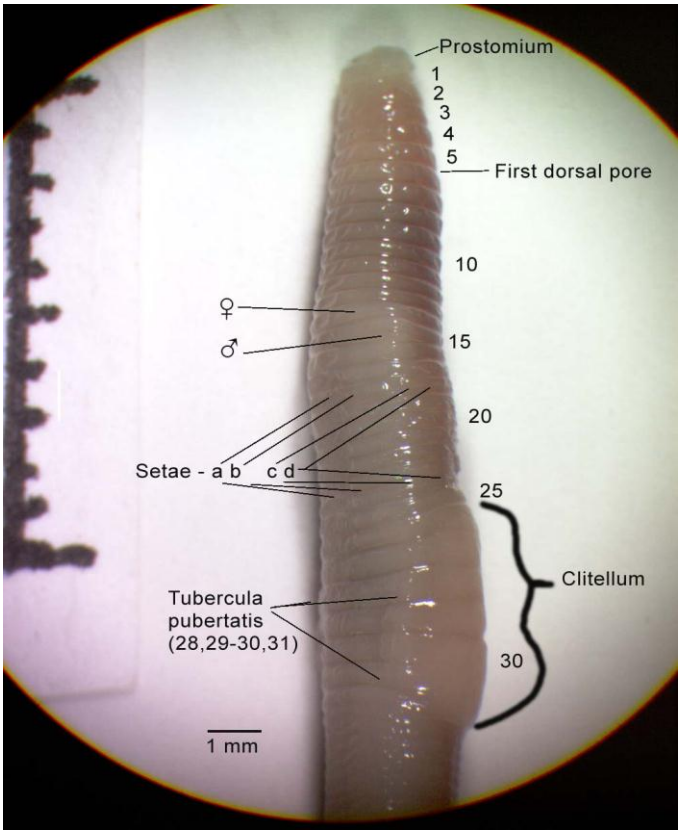
Pada setiap segmen tubuh cacing tanah terdapat rambut pendek dan keras yang disebut setae. Setae ditemukan pada setiap segmen di permukaan lateral. Setae berfungsi sebagai pencengkram yang kuat saat cacing tanah bergerak pada tempat geraknya dan membantu cacing tanah pada saat reproduksi (Rukmana, 1999 *dalam* Merlita, 2005).

Setae tersusun di dalam suatu cincin sekitar pinggiran setiap segmen. Jumlah dan distribusi setae bersifat tipikal, baik yang lumbrisin (*lumbricine*) atau perisetin (*perichaetine*): (a) pola susunan lumbrisin seperti pada *Lumbricidae* terdiri dari 8 setae per segmen pada perut, yang membentuk 4 pasangan *leteroventral* (menurut garis horizontal pada perut), sedangkan (b) pola susunan perisetin terdiri dari banyak setae per segmen (dari umumnya 12-24 hingga 50-100 setae atau 6-12

hingga 25-50 pasang lateroventral), merupakan karakter pada famili *Megascolecidae* (Anas, 1990). Pada pola lumbrisin, berdasarkan jarak antarpartner dalam setiap pasang setae, maka pasangan setae ini dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu (a) pasangan intim (*closely paired*) jika berjarak sangat dekat, (b) pasangan renggang (*widely paired*) jika berjarak agak jauh, dan (c) pasangan jauh (*distant*) jika antarpartnernya terpisah sehingga tidak jelas partner (Hanafiah dkk., 2005).

2.5.3 Tipe Prostomium

Mulut pada cacing tanah terdapat pada segmen pertama dan anus pada segmen terakhir. Cacing tanah tidak memiliki mata tetapi di dekat mulutnya terdapat prostomium yang merupakan syaraf perasa berbentuk seperti bibir yang menutupi lubang mulut. Prostomium berfungsi untuk membantu cacing tanah menemukan bahan organik yang menjadi makanannya (Edwards dan Lofty, 1977). Sebagai unit mulut, peristomium (bibir) dan prostomium (cuping) menyatu dalam kombinasi yang bervariasi. Berdasarkan bentuknya, kombinasi peristomium dan prostomium dibedakan atas 4 tipe, yaitu: (a) zygolobus, jika antara keduanya tidak terdapat alur pemisah sehingga prostomium hanya terlihat sebagai pembengkakan peristomium; (b) prolobus, jika antara keduanya terdapat lingkaran alur dangkal sebagai pemisah dan prostomium terlihat sebagai pembengkakan yang lebih menonjol; (c) epilobus, jika antara keduanya terdapat lingkara alur agak dalam (hingga setengah segmen) sebagai pemisah yang terputus atau utuh (kontinyu) dan prostomium terlihat sebagai tonjolan jelas; (d) tanylobus, identik dengan epilobus tetapi alur pemisahnya dalam (hingga setebal satu segmen) (Hanafiah dkk., 2005).



Gambar 2. Klitelum, setae dan prostomium cacing tanah