

STRATEGI KONSERVASI TANAH DALAM SISTIM PERTANIAN ORGANIK TANPA OLAH TANAH

Deddy Erfandi

Balai Penelitian Tanah
Jalan Tentara Pelajar No. 12 Bogor 16144
deddyerfandi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kaidah konservasi tanah diunggulkan untuk mengurangi penurunan kualitas tanah, sehingga produktivitas tanah dapat dipertahankan atau ditingkatkan. Praktek konservasi tanah umumnya dapat mengurangi kecepatan aliran permukaan dan erosi tanah serta, meningkatkan kadar bahan organik tanah. Tantangan bagi produsen adalah untuk menemukan dan menerapkan system konservasi tanah yang sesuai dengan komoditas dan spesifik lokasi. Disamping itu tantangan yang besar untuk pertanian organik adalah tanpa penggunaan herbisida, sehingga gulma tumbuh dengan bebas. Dalam tulisan ini dibahas teknik konservasi tanah dalam mendukung sistim pertanian organik. Erosi tanah yang disebabkan oleh air hujan bukan hanya mengangkut partikel-partikel tanah saja, tetapi juga mengangkut hara tanaman dan bahan organik yang berasal dari dalam tanah maupun dari input pertanian. Hal ini menyebabkan kualitas lahan menjadi turun dan produktivitas tanaman rendah. Pengolahan konservasi tanah masih kurang populer dan belum banyak diterima secara luas di masyarakat petani organik, karena perlakuan pengolahan tanah tersebut masih dianggap untuk mengendalikan gulma. Namun pengolahan konservasi tanah memiliki tujuan jauh kedepan yaitu untuk mempertahankan kelembaban tanah dan mengurangi erosi tanah dengan cara menutup sepertiga lahan dengan pengmbalian sisa tanaman. Untuk itu petani organik didorong untuk mengadopsi pengolahan konservasi tanah untuk mempertahankan kualitas, kesuburan tanah dan mencegah degradasi tanah serta pemadatan tanah. Manfaat dari pengolahan konservasi tanah dalam pertanian organik selain berkurangnya erosi, juga makroporositas menjadi lebih besar pada permukaan tanah. Kelemahan pengolahan konservasi tanah dalam pertanian organik adalah tekanan yang lebih besar dari gulma rumput pada daerah dengan curah hujan tinggi. Pendekatan inovatif untuk strategi pengolahan konservasi tanah, seperti mulsa abadi, kontrol mekanik tanaman penutup, dan pengolahan rotasi tanaman merupakan perlakuan yang dapat diterapkan secara bersama-sama dengan pengolahan minimum. Pengolahan tanah minimum dan pengolahan tanah dengan mulsa jerami sangat efektif dalam mengurangi aliran permukaan dan erosi tanah dibandingkan dengan pengolahan tanah konvensional.

Kata kunci: mulsa, rotasi tanaman, tanpa olah tanah, pertanian organik

PENDAHULUAN

Kaidah konservasi tanah merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari sistim pertanian organik. Pada dasarnya konservasi tanah bertujuan untuk mempertahankan atau meningkatkan produktivitas tanah. Dengan kata lain mencegah penurunan kualitas tanah terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Hal ini karena praktek konservasi tanah diupayakan untuk mengurangi besarnya aliran permukaan dan erosi tanah, serta untuk meningkatkan bahan organik tanah. Fungsi kerapatan tanaman dan persentase penutupan tanah, sangat berperan dalam peningkatan kualitas tanah. Namun ada hal yang penting dalam kaidah konservasi tanah yaitu pengolahan tanah. Pengolahan tanah salah satunya dimaksudkan untuk membersihkan lahan dari gulma yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Sementara pengolahan tanah dapat mempercepat aliran permukaan dan cepat mengurangi bahan organik tanah. Disamping itu tantangan sistim pertanian organik adalah tanpa penggunaan herbisida, sehingga gulma dapat tumbuh dengan bebas. Dengan kerapatan tanaman dan persentase penutupan tanah, hal ini dapat diatasi. Praktek

inovatif dari pertanian konservasi tanah dapat memberikan potensi besar seperti memelihara atau mempertahankan kesuburan tanah, menghemat tenaga kerja dan mengurangi biaya energi (Hobbs *et al.*, 2008).

Pertanian organik merupakan salah satu dari beberapa pendekatan yang bertujuan untuk terciptanya pertanian berkelanjutan. Teknik yang umum digunakan dalam pertanian organik sebagian besar dilakukan oleh petani tradisional seperti tumpangsari, penggunaan mulsa dan integrasi tanaman dan ternak. Namun yang terpenting dari sistem pertanian organik adalah penyediaan bahan organik dalam jangka panjang. Apabila ini tidak terpenuhi, maka bahan organik semakin menipis dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Sehingga terjadi kekhawatiran tentang penyediaan bahan organik dalam jangka panjang pada sistem pertanian organik. Hal ini dikatakan oleh Leifeld (2012), bahwa akibat penggunaan input rendah menyebabkan mikroorganisme heterotroph kurang efisien dalam mengkonversi substrat, sehingga mempertanyakan sistem pertanian organik dapat berkelanjutan secara keseluruhan.

Pengolahan tanah konservasi masih kurang populer dan belum banyak diterima secara luas di masyarakat petani organik, karena hal ini masih dianggap untuk mengendalikan gulma (Gruber dan Claupein, 2009). Tanpa olah tanah merupakan sistem tanam yang dapat memberikan manfaat bagi pertumbuhan tanaman. Perbaikan tanah yang dihasilkan tanpa olah tanah seperti peningkatan agregasi tanah, kapasitas penahan air, siklus nutrisi dan aktivitas mikroorganisme (Teasdale, 2007). Sistem tanpa olah tanah dimaksudkan untuk meningkatkan bahan organik, meminimalkan kerugian erosi tanah dan pengembalian sisa tanaman. Peranan mulsa dan rotasi tanaman sangat berperan dalam penyediaan bahan organik tanah. Hal ini dapat membantu persentase penutupan dan kerapatan tanaman, sehingga benturan langsung curah hujan dapat diperkecil.

Dalam tulisan ini dibahas strategi konservasi tanah dalam sistem pertanian organik tanpa olah tanah. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas tanah dengan cara menggunakan sistem tanpa olah tanah. Dengan sistem ini digunakan strategi yang dapat meningkatkan bahan organik dan mengurangi erosi tanah. Erosi tanah yang disebabkan oleh air hujan bukan hanya mengangkut partikel-partikel tanah saja, tetapi juga mengangkut hara tanaman dan bahan organik yang berasal dari dalam tanah maupun dari input pertanian. Hal ini menyebabkan kualitas lahan menjadi turun dan produktivitas tanaman rendah. Teknologi tanpa olah tanah dapat diintegrasikan dengan penerapan rotasi tanaman, penerapan tanaman penutup tanah dan mulsa serta pengembalian sisa tanaman. Dengan demikian strategi ini diharapkan dapat membantu sistem pertanian organik untuk mendukung dan melengkapi salah satu prasyarat dalam mengembangkan pertanian organik berkelanjutan.

PENDEKATAN INOVATIF OLAH TANAH KONSERVASI

Dalam pertanian organik tanpa olah tanah dapat dicapai melalui sistem terintegrasi yang mempertahankan vegetasi penutup, pengembalian sisa tanaman ke lahan, dan menambahkan bahan organik secara *eks situ*. Dilema bagi petani organik adalah bahwa pendekatan ini untuk meningkatkan bahan organik tanah serta dalam persiapan lahan. Secara khusus, pengolahan diperlukan (1) untuk menghilangkan tanaman penutup tahunan sebelum menanam tanaman tahunan, (2) untuk menghindari penguapan dan limpasan nitrogen (N) limpasan, dan (3) untuk mempersiapkan persemaian dan mengendalikan gulma. Peningkatan intensitas dan frekuensi pengolahan tanah dapat menurunkan kualitas tanah. Beberapa penulis telah berspekulasi bahwa konvensional pertanian tanpa olah tanah dapat memberikan perbaikan tanah terbaik dan manfaat lingkungan yang potensial dibandingkan dengan pertanian organik (Trewavas, 2004; Macilwain, 2004). Beberapa pendekatan inovatif yang dapat

terintegrasi dengan tanpa olah tanah seperti tanaman penutup tanah, mulsa dan rotasi tanaman.

Tanaman penutup tanah

Perlindungan tanah oleh tanaman sangat efektif dalam mengurangi erosi dan kecepatan aliran permukaan. Hal ini karena tanah yang terangkut akibat curah hujan dapat dihambat dan dikurangi kecepatannya. Pemilihan tanaman penutup tanah tergantung dari hasil penutupan tanah, hasil hijauan yang diperoleh, fungsi dalam pengendalian gulma, dan fungsi sebagai tanaman konservasi tanah. Selain kemiringan lahan, jenis tanah dan jenis penutup tanah dalam menentukan variabilitas tingkat erosi tanah, juga yang penting adalah efektifitas penutupan tanah (Smets *et al.*, 2008). Tanaman penutup harus diunggulkan dalam waktu untuk menghasilkan minimal tingkat penutupan tanah. Dalam memilih tanaman penutup tanah bahwa, tanaman harus cepat tumbuh, resisten terhadap hama dan penyakit, toleran terhadap beberapa tipe tanah. Tanaman penutup tanah yang sudah dikenal seperti *Dolichus lablab*, *Crotalaria sp.*, *Canavalia sp.*, *Vigna sp.*, *Tephrosia sp.*, *Dioscorea sp.*, *Ipomea batatas*, *Mucuna sp.*, dan *A. pintoi*.

Arachis pintoi dapat digunakan sebagai rumput atau tanaman penutup tanah di perkebunan, karena sebagai pengendali erosi dan memperbaiki tanah serta penghambat pertumbuhan gulma (Argel *et al.*, 1997). Dalam waktu 4 tahun *A. pintoi* dapat menurunkan BD 7,5%, meningkatkan porositas 38% dan meningkatkan 5% kadar air pada tanah yang terdegradasi (Yi *et al.*, 2004). Aplikasi biomassa *Arachis pintoi* 100 N/ha ditambah kotoran hewan secara signifikan dapat meningkatkan C-organik 11-26%, meningkatkan KTK 27%, menurunkan BD 3,3-11%, meningkatkan porositas tanah 6-17%, meningkatkan permeabilitas tanah 8,6-10,2 cm/jam dan meningkatkan umbi kayu (Muddarisna dan Prijono, 2014). Kandungan hara dan sifat kimia *A. pintoi* dibandingkan dengan beberapa pupuk kandang disajikan pada Tabel 1.

Mulsa tanaman

Sisa tanaman sebagai mulsa meliputi akar, sekam, batang dan daun merupakan bahan tersisa setelah tanaman dipanen. Sisa tanaman tersebut merupakan sumber utama bahan organik tanah. Pengaruhnya dapat meningkatkan beberapa sifat-sifat tanah, seperti resapan air, penyimpanan air dan agregasi partikel. Disamping itu mengandung hara tanaman, termasuk nitrogen, fosfor, kalium, sulfur dan mikronutrien. Mulsa jerami padi dan mukuna mengandung C-organik, N, P, dan K (Tabel 2).

Tabel 1. Kandungan hara dan sifat kimia *A. pintoi* dan beberapa pupuk kandang

Hara dan sifat kimia	<i>Arachis pintoi</i>	Kotoran ayam	Kotoran sapi	Kotoran kambing
pH (H ₂ O)	5,6	7,8	7,9	7,7
C-organik (%)	36,5	13,5	13,8	30
Bahan organik (%)	62,1	23	23,5	51
Total N (%)	2,2	2,5	1,3	2,2
C/N	15	6	12	14
P (%)	0,29	0,29	0,30	0,34
K (%)	1,20	3,15	0,84	0,68
Lignin (%)	0,08	0,02	0,09	0,29
Polyphenol	3,61	3,35	0,49	3,61

Sumber: Muddarisna dan Prijono, 2014

Tabel 2. Sistem pengelolaan lahan terhadap sifat kimia tanah.

Pengelolaan lahan	C-organik	N	P	K
	-----%-----		-----me/100g tanah-----	
Kontrol	2,17	0,25	30	25
Mulsa jerami padi+sisa tanaman	2,55	0,28	44	32
Pupuk kandang	2,50	0,28	43	35
Mulsa <i>Mucuna sp.</i>	2,40	0,27	36	29

Sumber : Kurnia (1996)

Mulsa jerami nyata meningkatkan konsentrasi hara tanaman dalam sediment, tetapi tidak berpengaruh terhadap jumlah hara yang hilang melalui erosi, karena mulsa meningkatkan selektivitas erosi terhadap partikel-partikel tanah halus dan hara tanaman (Mu'minah, 2009). Pada Tabel 3 diterangkan bahwa persentase penutupan tanah berpengaruh terhadap erosi dan hara tanah. Erosi tanah masih merupakan masalah serius pada bidang pertanian terutama di daerah tropis basah. Menurut Babalola *et al.* (2007), bahwa mulsa rumput vetiver sebesar 6 t/ha yang disebar pada permukaan tanah lebih efektif daripada strip rumput vetiver dalam mengurangi aliran permukaan dan erosi tanah. Sedangkan aliran permukaan pada penggunaan mulsa vetiver, strip vetiver dan aplikasi pupuk organomineral adalah masing-masing 28,67; 38,44 dan 42,44 mm, dan kehilangan tanahnya adalah masing-masing 980,5 kg ha⁻¹; 389 kg ha⁻¹ dan 1251 kg ha⁻¹.

Penelitian Campiglia *et al.* (2010) selama 2 tahun, bahwa penggunaan mulsa campuran vetch dan oat mampu menghasilkan biomas tertinggi, sedangkan vetch mampu mengakumulasi N tertinggi dan penutup tanah oat paling efektif menekan gulma rata-rata 93% dibandingkan dengan penutup tanah lainnya. Mulsa plastik dan mulsa jerami dapat menekan pertumbuhan gulma. Sedangkan terhadap kenaikan suhu, mulsa plastik lebih tinggi, yaitu 6^o pada kedalaman 5 cm dan 4^o pada kedalaman 10 cm (Ramakrishna *et al.*, 2006). Penerapan mulsa organik sebagai penutup tanah sangat efektif dalam meningkatkan kualitas tanah dan meningkatkan hasil panen, terutama dalam pertanian organik (Sinkevičienė *et al.*, 2009).

Rotasi tanaman

Rotasi tanaman merupakan salah satu metoda yang mampu meningkatkan selain bahan organik, juga dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kedalaman perakaran serta meningkatkan hara tanah. Disamping itu rotasi tanaman dapat menghambat erosi tanah, sehingga tanah yang hanyut akibat aliran permukaan dapat diatasi. Pada wilayah yang sangat rentan terhadap erosi, efek pengelolaan lahan seperti tanpa dan pengolahan tanah minimum dapat dilengkapi dengan metode rotasi tanaman tertentu untuk mengurangi dampak pukulan hujan, sedimen, transportasi erosi, limpasan permukaan, dan kehilangan tanah (Unger and McCalla, 1980). Rotasi tanaman dengan umbi-umbian sangat merusak struktur tanah karena menghancurkan agregat tanah. Dalam jangka panjang efek rotasi tanaman dan pengolahan tanah dapat memperbaiki struktur tanah (Munkholm *et al.*, 2013). Sedangkan pengolahan tanah minimum tanpa rotasi tanaman memiliki struktur tanah yang jelek. Penerapan rotasi tanaman lebih baik retensi airnya dibandingkan dengan tanpa pengolahan tanah (Bhattacharyya *et al.*, 2006). Rotasi tanaman dengan tanaman beragam dapat memperbaiki struktur tanah dengan perlakuan pengolahan tanah minimum. Residu akar tanaman hasil rotasi yang tertinggal pada tanah, bermanfaat dapat mengurangi kehilangan tanah akibat erosi tanah (Carrol *et al.*, 1997). Pengaruh rotasi tanaman untuk pengendalian erosi sangat bervariasi menurut spesifik lokasi. Pada wilayah yang memiliki kondisi iklim konsisten, rotasi tanaman dapat menghasilkan pertumbuhan dan penutup tanah yang baik. Sebaliknya

Tabel 3. Pengaruh penutupan tanah terhadap erosi dan unsur lain.

Penutupan tanah (%)	Erosi	C-org	N-total	P-bray	K	Mg
	kg/ha					
0	97100	9998,3	442,5	10,3	117,6	553,9
35	61200	8528,0	365,2	7,2	62,3	367,2
75	41800	9851,2	234,4	10,0	81,0	334,8
100	40100	1673,2	256,3	10,9	116,1	578,3

Sumber : Mu'minah, 2009.

pada wilayah dengan iklim kurang kondusif mengakibatkan tanaman dapat mengalami kekeringan, sehingga diperlukan tanaman yang dapat tumbuh pada kondisi tersebut. Rotasi tanaman dapat mempengaruhi masa bera tanah (Huang *et al.*, 2003). Hal ini karena pada saat bera lahan rentan terhadap erosi tanah. Pengelolaan rotasi tanaman pada saat bera sangat penting karena untuk mengurangi erosi tanah.

Penggunaan beberapa spesies yang berbeda dalam rotasi memungkinkan untuk meningkatkan bahan organik tanah, struktur tanah yang lebih baik, dan peningkatan sifat kimia dan biologi tanah untuk tanaman. Rotasi tanaman padi-padi-padi memiliki kadar P-tersedia lebih tinggi dibandingkan dengan legume-padi-padi, namun produktivitas padi lebih tinggi pada rotasi tanaman legume-padi-padi (Padmini *et al.*, 2008). Namun efek dari penggunaan alternative tanaman yang berbeda dapat menunjukkan perbedaan dalam memperbaiki struktur tanah dan stabilitas agregat (Chan and Heenan, 1996). Hal ini juga berbeda pada kemampuan memperbaiki sifat kimia dan biologi tanah. Sedangkan dengan budidaya secara konvensional, efek tanaman alternative terhadap stabilitas air dan ketahanan tanah cenderung dapat memperbaiki sementara (Chan and Heenan, 1996).

Dengan meningkatnya bahan organik tanah dapat meningkatkan infiltrasi, retensi air dan aktifitas mikroorganisme. Agregasi tanah memungkinkan retensi dan pemanfaatan hara yang lebih besar, dan mengurangi input hara yang diberikan pada tanah. Aktivitas kompetisi mikroorganisme tanah juga dapat meningkatkan ketersediaan hara dan mengurangi patogen dan hama penyakit tanaman. Rotasi tanaman dan pemanfaatan pupuk hayati mampu memperbaiki dan meningkatkan mikro-flora dalam tanah (Thirdyawati, 2011).

STRATEGI TANPA OLAH TANAH DALAM PERTANIAN ORGANIK

Pengolahan konservasi tanah masih dianggap sebagai pengendalian gulma, sehingga kurang populer di kalangan petani organik. Namun pengolahan konservasi tanah memiliki tujuan jauh kedepan yaitu untuk mempertahankan kelembaban tanah dan mengurangi erosi tanah dengan cara menutup sepertiga lahan dengan pengembalian sisa tanaman (Piegne *et al.*, 2007). Untuk itu petani organik didorong untuk mengadopsi konservasi tanah untuk mempertahankan kualitas, kesuburan tanah dan mencegah degradasi tanah serta pemadatan tanah (Jordan, 2004). Manfaat dari pengolahan konservasi tanah dalam pertanian organik selain berkurangnya erosi, juga makroporositas menjadi lebih besar pada permukaan tanah (Piegne *et al.*, 2007). Kelemahan pengolahan konservasi tanah dalam pertanian organik adalah tekanan yang lebih besar dari gulma rumput pada daerah dengan curah hujan tinggi (Gruber and Claupein, 2009).

Pendekatan inovatif untuk aplikasi pengolahan konservasi tanah, seperti mulsa abadi, kontrol mekanik tanaman penutup, dan pengolahan rotasi. Hal ini untuk mengurangi pengolahan tanah dengan cara tanam tanaman penutup tanah diantara dua tanaman pokok atau utama (Derpsch *et al.*, 2010). Sistem pengolahan tanah minimum atau tanpa olah tanah dengan mulsa jerami sangat efektif dalam mengurangi aliran permukaan dan erosi tanah. Perlakuan ini dapat mengurangi rata-rata 64,5% dibandingkan dengan pengolahan tanah konvensional (Kurothe *et al.*, 2014). Sedangkan tanpa olah tanah aliran permukaan berkurang 37,2% dibandingkan dengan pengolahan tanah konvensional. Penerapan teknik konservasi tanah dapat lebih efisien, bila diterapkan secara bersama-sama dan komplemen (Kassam *et al.*, 2009; Derpsch *et al.*, 2010). Seperti rotasi tanaman yang dilakukan secara tradisional merupakan bagian dari sistem tanam organik. Rotasi tanaman dapat menghambat pertumbuhan gulma, dan perlakuan pengolahan tanah untuk memberantas gulma. Namun kedua perlakuan tersebut, bila tanaman/gulma dapat diolah dan dikembalikan sebagai residu tanaman dalam bentuk penutup tanah ataupun mulsa, maka merupakan bagian dari sistem pertanian organik (Barberi, 2002; Teasdale *et al.*, 2007). Sistem pengolahan tanah konservasi adalah sistem yang mempertahankan jumlah pelindung dari sisa tanaman sebagai mulsa di permukaan tanah. Setelah penanaman, setidaknya 30 persen dari permukaan tanah tetap tertutup oleh residu tanaman (Lal *et al.*, 1994).

Tanpa olah tanah memungkinkan sisa tanaman atau fasilitas organik lainnya dipertahankan pada permukaan tanah. Disamping itu menabur/pemupukan dilakukan dengan cara meminimalkan gangguan tanah. Dengan perlakuan tanpa olah tanah terus menerus berarti untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas tanah dan hasil tanaman menjadi sangat berbeda. Seperti residu tanaman, gulma, peralatan olah tanah, rotasi tanaman, air, penyakit dan hama tanaman, dan manajemen pemupukan akan berubah pelaksanaannya. Sistem tanpa olah tanah sudah banyak memberikan manfaat dalam perbaikan sifat fisik tanah seperti peningkatan agregasi tanah, kapasitas menahan air, siklus nutrisi, dan aktivitas biologi tanah (Teasdale, 2007).

KESIMPULAN

Pengolahan tanah konservasi masih dianggap sebagai pengendalian gulma pada sistem pertanian organik. Sistem tanpa olah tanah di Indonesia sangat berbeda dengan apa yang dilakukan di Negara Industri. Peralatan tanpa olah tanah sering dilakukan di Negara Industri, sedangkan di Indonesia masih minim menggunakan peralatan tersebut. Salah satu komponen pertanian organik adalah penerapan sistem konservasi tanah, seperti rotasi tanaman, penggunaan penutup tanah dan mulsa, pengolahan tanah, cara pertanian berlereng dan tanaman pagar serta integrasi tanaman dan ternak. Sistem memiliki prinsip mengembalikan sisa tanam atau pemberian bahan organik yang berasal dari tanaman legume atau kotoran ternak serta penghasil biomas untuk dijadikan kompos. Hal lain adalah untuk meminimalkan aliran permukaan dan erosi tanah serta penyediaan hara tanaman, maka pengolahan tanah dilakukan secara minimal (zero tillage). Pendekatan inovatif untuk aplikasi pengolahan konservasi tanah, seperti mulsa abadi, kontrol mekanik tanaman penutup, dan pengolahan rotasi. Hal ini untuk mengurangi pengolahan tanah dengan cara tanam tanaman penutup tanah diantara dua tanaman pokok atau utama. Sistem pengolahan tanah konservasi adalah sistem yang mempertahankan jumlah pelindung dari sisa tanaman sebagai mulsa di permukaan tanah. Setelah penanaman, diperkirakan sekitar 30% dari permukaan tanah tetap tertutup oleh residu tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Argel PJ, PC Kerridge and EA Pizarro. 1997. Arachis Pinto : A Multi purpose legume for. Sustainable landuse Tropical Forage. Program of the Centro International de Agricultural Tropical (CIAT) A.A. 6713, Cali. Columbia, South America. pp. 18-83.
- Babalola O, SO Oshunsanya and K Are. 2007. Effects of vetiver grass (*Vetiveria nigriflora*) strips, vetiver grass mulch and an organomineral fertilizer on soil, water and nutrient losses and maize (*Zea mays*, L) yields. *Soil and Tillage Research*, Volume 96, Issues 1–2, October 2007, pp. 6-18.
- Barberi P. 2002. Weed management in organik agriculture: are we addressing the right issues?. *Weed Research* 42(3): 177-193.
- Bhattacharyya R, Ved Prakash, S Kundu, HS Gupta. 2006. Effect of tillage and crop rotations on pore size distribution and soil hydraulic conductivity in sandy clay loam soil of the Indian Himalayas. *Soil and Tillage Research*, Volume 86, Issue 2, April 2006. pp. 129-140.
- Campiglia E, R Mancinelli, E Radicetti, F Caporali. 2010. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Crop Protection*, Volume 29, Issue 4, April 2010, pp. 354-363.
- Carroll C, Halpin M, Burger P, Bell K, Sallaway MM, Yule DF. 1997. The effect of crop type, crop rotation, and tillage practice on runoff and soil loss on a Vertisol in central Queensland. *Australian Journal of Soil Research* 35: 925–939.
- Chan KY, DP Heenan. 1996. The influence of crop rotation on soil structure and soil physical properties under conventional tillage. *Soil and Tillage Research*, Volume 37, Issues 2–3, June 1996, pp. 113-125.
- Derpsch R, Friedrich T, Kassam K and Hongwen L. 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *Int J Agric & Biol Eng* 3(1): 1-25.
- Gruber S and W Claupein. 2009. Effect of tillage intensity on weed infestation in organik farming. *Soil and Tillage Research*, Volume 105, Issue 1, September 2009, pp. 104-111.
- Hobbs PR, Sayre K and Gupta R. 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* : 363(1491): 543-555.
- Huang M, M Shao, L Zhang and Y Li. 2003. Water use efficiency and sustainability of different long-term crop rotation systems in the Loess Plateau of China. *Soil & Tillage Research* 72: 95–104.
- Jordan CF. 2004. Organik farming and agroforestry: Alleycropping for mulch production for organik farms of southeastern United States. *Agroforestry Systems*. ISSN: 0167-4366 (online)07-2004, Volume 61-62, Issue 1-3, pp 79-90.
- Kassam A, Friedrich T, Shaxson F and Pretty J. 2009. The spread of Conservation Agriculture: justification, sustainability and uptake. *International Journal of Agricultural Sustainability* 7(4): 292-320.
- Kurnia U. 1996. Kajian metoda rehabilitasi lahan untuk meningkatkan dan melestarikan produktivitas tanah. Disertasi Doktor. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor. 445 hlm.
- Kurothe RS, Gopal Kumar, Rajive Singh, HB Singh, SP Tiwari, AK Vishwakarma, DR Sena, and VC Pande. 2014. Effect of tillage and cropping systems on runoff, soil loss and crop yields under semiarid rainfed agriculture in India. *Soil and Tillage Research*, Volume 140, July 2014, pp. 126-134.
- Lal R, TJ Logan, DJ Eckert and WA Dick. 1994. Conservation Tillage in the Corn Belt of the United States. In *Conservation Tillage in Temperate Agroecosystems*; Carter, M.R., Ed.; CRC Press: Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA, pp. 73–114.

- Leifeld J. 2012. How sustainable is organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 150 121–122.
- Macilwain C. 2004. Organic: Is it the future of farming? *Nature* 428:792–793.
- Muddarisna dan S Prijono. 2014. The potential of *Arachis pinto* biomass to improve quality of soil continuously used for cassava cropping. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*. ISSN: 2339-076X, Volume 1, Number 2 (January 2014): 87–92.
- Mu'minah. 2009. Pengaruh pengolahan tanah dan pemberian mulsa jerami terhadap produksi tanaman jagung, kacang tanah, dan erosi tanah. *Jurnal Agrosistem*, Juni 2009, Vol. 5 No. 1, ISSN 1858-4330. 40–46.
- Munkholm Lars J, Richard J Heck, Bill Deen. 2013. Long-term rotation and tillage effects on soil structure and crop yield. *Soil and Tillage Research*, Volume 127, March 2013, pp. 85–91.
- Padmini Oktavia S, Tohari, Djoko Prajitno dan Abdul Syukur. 2008. Kombinasi pupuk organik-NPK dalam rotasi tanaman berbasis padi untuk peningkatan sifat kimia tanah dan hasil padi. *Ilmu Pertanian* Vol. 15 No. 1, 2008: 59–68.
- Peigne J, BC Ball, J Roger-Estrade and C David. 2007. Is conservation tillage suitable for organic farming? A review. *Journal compilation, British Society of Soil Science. Soil Use and Management* doi: 10.1111/j.1475-2743.2006.00082.x.
- Ramakrishna A, Hoang Minh Tam, Suhas P Wani and Tranh Dinh Long. 2006. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam *Field Crops Research*, Volume 95, Issues 2–3, 15 February 2006, pp. 115–125.
- Sinkevičienė A, D Jodaugienė, R Pupalienė and M Urbonienė. 2009. The influence of organic mulches on soil properties and crop yield. *Agronomy Research* 7(Special issue I), pp. 485–491.
- Smets T, J Poesen and A Knapen. 2008. Spatial scale effects on the effectiveness of organic mulches in reducing soil erosion by water. *Earth-Science Reviews*, Volume 89, Issues 1–2, July 2008, Pages 1–12.
- Teasdale JR, CB Coffman and RW Mangum. 2007. Potential long-term benefits of no-tillage and organic cropping systems for grain production and soil improvement. *Agronomy Journal* 99:1297–1305.
- Teasdale JR. 2007. Strategies for soil conservation in no-tillage and organic farming systems. *Journal of Soil and Water Conservation*, Volume 62, Number 6.
- Thirdayawati NS. 2011. Pengaruh rotasi tanaman dan agen pengendali hayati terhadap nematode parasit tanaman. www.biotropika.ac.id. Diakses 21 April 2014.
- Trewavas A. 2004. A critical assessment of organic farming-and-food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture. *Crop Protection* 23:757–781.
- Unger PW and McCalla TM. 1980. "Conservation Tillage Systems". *Advances in Agronomy* 33: 2–53.
- Yi BH, TL Fei, ZZ Deng, C En and YZ Yang. 2004. Utilization of *Arachis pinto* in Red Soil Region and its efficiency on water soil conservation in China. 13th International Soil Conservation Organisation Conference - Brisbane, July 2004 *Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions* Paper No. 950 <http://tucson.ars.ag.gov>. Diakses 21 April 2014.