

B-1

ISBN 979-97042-0-0

PROSIDING

SEMILAR NASIONAL BUDIDAYA OLAH TANAH KONSERVASI

Yogyakarta, 30 Juli 2002



TEMA

KONTRIBUSI OLAH TANAH KONSERVASI DALAM
MEMPERKOKOH KETAHANAN PANGAN DI INDONESIA

Editor :

Siwi Hardiastuti E.K.

Euis Maria Nirmala

Lagiman

Doddy Kastono

Sari Virgawati

Abdul Wahid Rizain

Kerjasama

HIMPUNAN ILMU GULMA INDONESIA
FAKULTAS PERTANIAN UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
2002

ISBN : 979-97042-0-0

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL BUDIDAYA OLAH TANAH KONSERVASI

Yogyakarta, 30 Juli 2002



TEMA :

**KONTRIBUSI OLAH TANAH KONSERVASI DALAM
MEMPERKOKOH KETAHANAN PANGAN DI INDONESIA**

Editor :

Siwi Hardiastuti E.K.
Euis Maria Nirmala
Lagiman
Dody Kastono
Sari Virgawati
Abdul Wahid Rizain

Kerjasama

**HIMPUNAN ILMU GULMA INDONESIA
FAKULTAS PERTANIAN UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
2002**

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| LAPORAN KETUA PANITIA | iii |
| SAMBUTAN DEKAN | iv |
| SAMBUTAN REKTOR | v |
| DAFTAR ISI | vi |
| | |
| MAKALAH UTAMA | |
| Manfaat dan Prospek Budidaya Olah Tanah Konservasi Di Indonesia Untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan Nasional <i>Dirjen Tanaman Pangan Bina Produksi Tanaman Pangan</i> | I-1 |
| Performance of Roundup Ready Hybrid Corn (Roundup Tolerant Corn) Under Zero Tillage Cultivation and Chemical Weeding System <i>Subandi, Edwin S. Saragih, Desmarwansyah, Wildi Djulkarnain, Yuana K. Leksana, dan Firdaus Damanik</i> | II-1 |
| Olah Tanah Konservasi Untuk Pengelolaan Lahan Berkelanjutan <i>Muhajir Utomo</i> | III-1 |
| Peran Perlindungan Tanaman Dalam Meniaga Ketahanan Pangan <i>Edhi Martono</i> | IV-1 |
| Aplikasi Herbisida Pada Lahan Pertanian Melalui Sistem Olah Tanah Konservasi (OTK) Untuk Mendukung Ketahanan Pangan <i>S. Setyo Wardoyo</i> | V-1 |
| | |
| MAKALAH PENDAMPING | |
| Kelompok : Olah Tanah Konservasi | |
| Pengaruh Waktu Aplikasi Herbisida Glifosat dan Pengendalian Gulma Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (<i>Zea mays</i>) Sistem Tanpa Olah Tanah <i>Husni T. Sebayang, Setyono Y.T, Dwi Ekc P</i> | 1 |
| Peranan Olah Tanah Konservasi Bermulsa dan Pupuk Organik Terhadap Perubahan Sifat Fisik dan Kimia Tanah Pada Pertanian Jagung di Lahan Lebak Dangkal <i>M. Zainal Arifin</i> | 16 |

| | |
|--|-----|
| Olah Tanah Konservasi dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Tanah <i>Bistok H. Simanjatak</i> | 30 |
| Respon Tanaman Kedelai Terhadap Pengolahan Tanah dan Frekuensi Penyiangan <i>Djoko Heru P dan M.Th. Darini</i> | 40 |
| Olah Tanah Konservasi Di Dalam Keberlanjutan Usahatan' Jagung Di Lahan Gambut <i>Supriyo A dan Siti Zulaikha</i> | 51 |
| Strategi Peningkatan Produktivitas Padi Gogo Rancah Melalui Sistem Pengolahan Tanah dan Optimalisasi Waktu Penggenangan Air di Lahan Sawah Tadah Hujan <i>Didiek Setio Budi</i> | 62 |
| Teknik Penghematan Air Padi Sawah Melalui Sistem Pengolahan Tanah Minimal dan Pengairan Intermiten Pada Ekosistem Sawah Beririgasi <i>Didiek Setio Budi dan Hamdan Pane</i> | 76 |
| Aplikasi Teknik Olah Tanah Konservasi dan Taraf Pemupukan Fosfat Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Varietas Jagung (<i>Zea mays L.</i>) <i>Krisna Delita, Karlin Agustina, Edwin S. Saragih, dan Firdaus Damanik</i> | 93 |
| Kajian Paket Budidaya Kacang Tanah Setelah Padi Gogo Di Antara Tanaman Jeruk Dengan Sistem Olah Tanah Konservasi Di Daerah Tandun Propinsi Riau <i>Yunizar</i> | 101 |
| Pengaruh Frekuensi Penyiangan dan Konsentrasi Ethrel Dalam Budidaya Kedelai Dengan Sistem Tanpa Olah Tanah <i>Marsandi K. dan T. Widiatmoko</i> | 111 |
| Pengaruh Glifosat dan Olah Tanah Terhadap Pertumbuhan Gulma dan Hasil Jagung <i>Wartoyo Suwadi Pudjogunarto, Didiek Suroto, dan Adi Indra Kusumo</i> | 125 |

| | |
|---|-----|
| Pengaruh Glifosat dan Olah Tanah Terhadap Pertumbuhan Gulma dan Hasil Jagung Manis (<i>Zea mays saccharata</i> Sturt) <i>Didiek Suroto dan Sri Hartiyanti</i> | 136 |
| Peranan Herbisida Glifosat Pada Sistem Olah Tanah Konservasi Mendukung Usahatani Padi Di Lahan Rawa Pasang Surut <i>R. Smith Simatupang, L. Indrayati, dan Edwin S. Saragih</i> | 145 |
| Teknologi Pratanam dan Pengendalian Gulma Padi Pasang Surut Riau <i>Dahono, Rustam, dan Ajulis Rahman</i> | 156 |
| Sistem Produksi Pertanian Dengan Teknik Olah Tanah Konservasi Terhadap Perubahan Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah <i>Dyah Arbiwati</i> | 167 |
| Budidaya Padi Olah Tanah Dalam Menunjang Ketahanan Pangan <i>Siwi Hardiastuti dan Rati Riyati</i> | 176 |
| Perilaku Glifosat Di Dalam Tanah dan Air <i>Swardji</i> | 186 |
| Olah Tanah Konservasi Merupakan Sistem Pertanian Yang Menyeluruh <i>Swardji dan Sri Tedjowulan</i> | 207 |
| Masalah Pengendalian Gulma Hubungannya Dengan Konservasi Tanah dan Air <i>Agus Sudiman Tjokrowardoyo dan Pratiwi</i> | 223 |
| Kelompok : Pangan | |
| Pemecahan Masalah Tanah Sulfat Masam Melalui Perlakuan Pencucian Guna Menunjang Peningkatan Potensi Lahan Dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan <i>Susila Herlambang dan M. Hattia</i> | 238 |
| Pertumbuhan dan Produksi Biji Kedelai dan Kacang Hijau Akibat Adanya Residu Herbisida Fomesafen <i>Murni Dwiati, Rizqy Hayati dan Iman Budisantosa</i> | 247 |
| Penanaman Jagung dan Kacang Tanah Pola Tumpangsari Pengaruh Terhadap Pertumbuhan Gulma dan Hasil Tanaman <i>Kosmas Rahado</i> | 258 |

Kelompok : Lain-lain

| | |
|---|-----|
| Kaitan Antara Sistem Nilai Dengan Budidaya Olah Tanah Konservasi <i>Eko Murdiyanto dan Budi Widayanto</i> | 271 |
| Model Agroforestry Dalam Pengelolaan dan Pelestarian Konservasi Tanah <i>Heru Salam</i> | 281 |
| Pembangunan Berkelanjutan Perpaduan Pembangunan Berorientasi Ekonomi dan Lingkungan <i>Soeharto</i> | 290 |
| Pengaruh Bahan Organik Sebagai Konservasi Hara Terhadap Hasil Jagung di Lahan Lebak Dangkal <i>H. Suadi Raihan</i> | 298 |
| Penyiapan Lahan Untuk Pertanaman Jagung di Lahan Fasang Surut Tanah Sulfat Masam <i>H. Suadi Raihan dan Suryanto Saragih</i> | 308 |
| Teknologi Tanpa Olah Tanah dan Sistem Tanam Padi Sawah Dalam Hubungannya dengan Produktivitas dan Pendapatan Petani (Suatu Studi Kasus) <i>Sarlan Abdulrachman</i> | 320 |
| Agroforestry Strategi Konservasi Tanah Produktif <i>Sambas Sabaruddin</i> | 333 |
| Prospek dan Kendala Pengolahan Tanah Terbatas di Bidang Pertanian <i>Endah Budi Irawati</i> | 339 |
| Penerapan Teknologi Olah Tanah Konservasi Dalam Menunjang Kegiatan Agribisnis (Tinjauan Aspek Sosial Ekonomi) <i>Darmadi</i> | 347 |

APLIKASI HERBISIDA PADA LAHAN PERTANIAN MELALUI SISTEM OLAH TANAH KONSERVASI (OTK) UNTUK Mendukung KETAHANAN PANGAN

S. Setyo Wardoyo

Jurusan Ilmu Tanah Fak. Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta

ABSTRAK

Setelah mengalami sejarah yang panjang, sistem OTK terbukti memberikan banyak keunggulan dibandingkan olah tanah intensif (OTI), baik dari segi konservasi tanah, sosial ekonomi maupun lingkungan global. Aplikasi herbisida di lahan pertanian baru melalui sistem tanpa olah tanah (*zero tillage*) dan tanpa penyiangan perlu dilakukan, untuk mencari pengaruh herbisida glifosat terhadap produksi tanaman kedelai dan mencari masukan teknologi dalam olah tanah konservasi (OTK) yang optimal.

Suatu contoh aplikasi herbisida telah dilakukan pada tanah subgrup Typic Dystrudept, dengan lahan aktif herbisida yang digunakan adalah glifosat dan tanaman yang dicoba adalah kedelai varietas Orba. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok, dikelompokkan berdasarkan kemiringan lereng (7 - 9 %). Dosis herbisida glifosat terdiri atas 5 level yaitu 0, 1, 2, 3, 4 kg/ha berdasarkan bahan aktif herbisida glifosat dan ulangan 3 kali sebagai kelompok. Pada selang waktu antara pengambilan contoh tanah awal sampai dengan pengambilan contoh tanah minggu ke-6, jumlah curah hujan sebesar 520,3 mm yang terdistribusi dalam 23 hari hujan (HH) dengan curah hujan terendah 0,6 mm dan tertinggi 66,5 mm/hari.

Hasil penelitian aplikasi herbisida menunjukkan bahwa perlakuan glifosat secara umum meningkatkan bobot basah tanaman (setelah panen) dan biji kering kedelai. Dosis yang paling baik dari segi tingginya hasil kedelai adalah dosis 2,5 kg/ha. Peningkatan pertumbuhan kedelai tersebut tidak semata-mata disebabkan oleh perbaikan sifat tanahnya, tetapi juga akibat faktor pengendalian gulma pada dosis yang berbeda. Suksesi gulma terjadi mulai minggu ke-7 dengan jenis gulma yang dominan adalah *Boerhaavia alata*, selanjutnya disusul dengan tumbuhnya gulma *Digitaria adscendens* dan *Paspalum conjugatum*. Residu glifosat sampai minggu ke-6 pada lapisan 1 dan 2 mulai menurun.

Ditinjau dari segi tingginya produksi memang belum memuaskan, tetapi persen kenaikan produksi setiap perlakuan glifosat cukup memberikan harapan untuk pengembangan pangan di lahan pertanian baru apabila teknik OTK yang di terapkan dimodifikasi dengan cara penyiangan I dan II. Dengan demikian program tersebut dapat mendukung ketahanan pangan di suatu daerah tertentu dan di Indonesia pada umumnya.

Negara agraris yang melakukan loncatan pembangunan melalui industri tanpa memperkuat ketahanan pangan dan sektor pertanian lebih dahulu ternyata mudah terpuruk dan sulit pulih. Membuktikan bahwa sektor pertanian merupakan sektor yang dapat diandalkan sebagai penggerak perekonomian di masa depan. Diharapkan budidaya pertanian OTK yang sudah mempunyai banyak keuntungan dan keunggulan dapat memperkuat ketahanan pangan secara berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Program budidaya pertanian olah tanah konservasi (OTK) mulai dikenal di Indonesia sekitar tahun 1980, selanjutnya diterapkan dan sukses di lahan kering sejak tahun 1987. Pelaksanaan OTK di lahan kering tersebut dianggap sangat menguntungkan. Perkembangan selanjutnya OTK juga diterapkan pada lahan sawah beririgasi, sawah tadah hujan, rawa pasang surut dan lahan gambut.

Ditinjau dari segi konservasi tanah, sistem OTK memperkecil aliran permukaan dan erosi, menjaga kelembaban tanah, meningkatkan bahan organik dan unsur hara, memperbaiki agregasi tanah, karena memanfaatkan mulsa dari gulma yang sudah mati (Muktamar, Adiprastyo, Muin dan Koto, 1993). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pada jangka waktu yang lama (sepuluh musim), sistem ini dapat meningkatkan C-organik, KTK, basa-basa, nitrogen dan pH tanah, serta menurunkan tingkat pencucian NO_3 , K, Ca, Mg dibandingkan olah tanah intensif (Utomo, Andriadhi dan Buchari, 1993).

Penerapan OTK dilakukan dengan pertimbangan bahwa gulma yang telah disemprot dengan herbisida dapat dimanfaatkan sebagai mulsa untuk mengurangi aliran permukaan, erosi dan evaporasi. Herbisida yang beredar di Indonesia cukup banyak. Sampai dengan tahun 2000 terdapat sekitar 60 golongan (berdasarkan struktur kimia) herbisida, yang terdiri atas 68 macam bahan aktif dan 168 jenis merk herbisida yang beredar di pasaran (Komisi Pestisida, 2000). Dengan demikian pemilihan herbisida harus disesuaikan dengan tujuannya, sehingga perlu diperhitungkan struktur kimia, waktu aplikasi, selektivitas, tempat pemberian, cara kerja dan gerakannya di dalam vegetasi gulma.

Selama ini, pelaksanaan program OTK selalu menggunakan herbisida untuk memberantas gulma, bahkan budidaya sistem OTK identik dengan budidaya pertanian menggunakan herbisida. Dalam hal ini pengolahan tanah konvensional ditiadakan atau dikurangi, dan pengendalian gulma selalu menggunakan herbisida secara terus menerus setiap menjelang musim tanam. Salah satu herbisida yang sering digunakan dalam program OTK adalah herbisida glifosat ($\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_3\text{P}$). Glifosat juga dapat ditulis sebagai bentuk ion sebagai $\text{COOH-CH}_2\text{-NH}_3^+\text{-CH}_2\text{-HPO}_3^-$ (Knuutila dan Knuutila, 1985).

Di dalam tanah, umumnya residu glifosat berinteraksi dengan partikel tanah dan akar tanaman. Herbisida yang jatuh sampai ke tanah, selain diadsorpsi oleh partikel tanah juga berada dalam larutan tanah dan bergerak ke segala arah termasuk diserap oleh akar tanaman. Sebagian yang lain terdegradasi dan berada dalam keseimbangan dengan larutan tanah. Suwardji (2001) pernah meneliti degradasi glifosat pada tanah-tanah di Australia. Pada tanah-tanah dengan pH 6,0 - 8,5; C-organik 1,2 - 2,3 dan kadar liat 16 - 45%, waktu paruh (*half life*) glifosat yang

diperoleh adalah sebesar 65 – 206 hari. Waktu paruh penting untuk diketahui sebagai dasar waktu pengambilan sampel tanah atau tanaman yang berhubungan dengan aktivitas glifosat di dalam tanah dan tanaman.

Menurut Nishimoto ('981), Bangun dan Pane (1984), bila herbisida diaplikasikan ke dalam tanah maka prinsipnya larutan herbisida dapat mengalami nasib (fate) sebagai berikut: (1) tercuci (leaching) ke luar daerah perakaran, (2) diikat oleh partikel tanah dan bahan organik, (3) mengalami penguraian (terdegradasi), (4) diabsorpsi/ diserap oleh tanaman, dan (5) menguap, bila tekanan uapnya tinggi. Ahli geologi LeGrand (1970) mengatakan bahwa pestisida yang masuk ke dalam tanah dan tidak terdegradasi, dalam jangka waktu lama akan melewati sekuen lingkungan sebagai berikut: (a) permukaan tanah, (b) zone aerasi (zone antara permukaan tanah dengan water table), (c) zone jenuh (zone pergerakan ground water sampai ke sungai), (d) sungai, dan (e) laut.

Pergerakan herbisida seperti tersebut di atas adalah pergerakan secara umum, sedangkan pergerakan sebenarnya masih dipengaruhi oleh sifat dan karakteristik herbisida yang digunakan, lingkungan, tekanan uap dan yang lebih penting adalah sifat dan karakteristik tanahnya seperti tekstur, pH, struktur, porositas, kapasitas infiltrasi, kadar bahan organik dan jenis liat.

KENAPA KITA MELAKUKAN OLAH TANAH KONSERVASI

Melalui pengalaman sejarah yang cukup panjang, sistem OTK terbukti memberikan banyak keunggulan dibandingkan olah tanah intensif (OTI), baik dari segi konservasi tanah, sosial ekonomi maupun lingkungan global. Di samping itu juga dapat mendukung produktivitas lahan yang berkelanjutan dan akhirnya dapat mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan, termasuk ketahanan pangan.

Pengertian OTK

Sistem olah tanah konservasi (OTK) adalah suatu sistem persiapan lahan yang bertujuan untuk menyiapkan lahan agar tanaman dapat tumbuh dan berproduksi optimum, dengan tetap memperhatikan konservasi tanah dan air (Utomo, 2001). Perkembangan lebih lanjut aspek konservasi tanah diseimbangkan dengan aspek sosial ekonomi. Pada sistem OTK, baik kelayakan fisik seperti kelayakan tanah dan

persyaratan mulsa > 30 % maupun kelayakan sosial ekonomi juga harus dipertimbangkan.

Penerapan OTK dapat dilakukan pada lahan kering maupun lahan basah, tetapi haruslah bersifat selektif artinya pengembangan OTK harus diarahkan dan disesuaikan dengan agro-ekosistemnya yaitu pada:

1. Lahan kering, diarahkan untuk konservasi tanah dan air dan untuk menjamin daya dukung lahan dalam jangka panjang.
2. Sawah irigasi, ditujukan untuk peningkatan indeks pertanaman.
3. Sawah tadah hujan, untuk mengejar masa tanam.
4. Rawa pasang surut, untuk memperluas areal pertanian dan konservasi misalnya mencegah oksidasi pirit.
5. Gambut, juga untuk memperluas areal pertanian.

Syarat Kondisi Tanah untuk OTK

Perlu diingat bahwa budidaya sistem OTK tidak dapat diterapkan di semua jenis tanah. Menurut Wiroatmodjo (1990), budidaya sistem OTK pada lahan kering sebaiknya dilakukan pada tanah-tanah yang peka terhadap erosi, karena salah satu fungsi OTK pada lahan kering yang berlereng adalah mengurangi aliran permukaan dan erosi. Sedangkan menurut Utomo (2001), penerapan OTK pada lahan kering akan lebih baik pada tanah bertekstur ringan sampai sedang (*sandy loam – clay loam*), drainase baik dan tanah bergelombang sampai berbukit.

Di samping itu sistem OTK juga dapat diterapkan pada tanah yang datar (tidak peka terhadap erosi), dengan catatan bahwa tanah tersebut mempunyai sifat fisik yang baik yaitu tidak padat/mampat, konsistensi tanah pada keadaan lembab adalah gembur, daya tahan terhadap penetrasi rendah, bobot isi (BI) $\leq 1,2 \text{ g/cm}^3$ (Rachman, 1987), tipe/bentuk struktur remah sampai dengan granular dan drainase baik.

Keuntungan Budidaya Olah Tanah Konservasi

Dari segi lahannya sendiri sudah barang tentu kualitasnya meningkat, karena sifat fisik, kimia dan biologi tanah meningkat kualitasnya seperti halnya:

1. Mengurangi aliran permukaan dan erosi.

Permukaan lahan yang bermulsa mampu meningkatkan infiltrasi dan mengurangi aliran permukaan, sehingga erosi juga berkurang. Tergantung dari jenis tanah dan mulsanya, erosi tanah dapat ditekan sampai 90% (Utomo, 2001).

2. Memperbaiki agregasi tanah.

Meningkatnya bahan organik dan berkurangnya aktivitas di permukaan tanah, maka agregasi tanah meningkat. Dengan demikian erosi menurun, aerasi tanah meningkat dan daya penetrasi akar dalam menenbus tanah juga meningkat.

3. Meningkatkan konservasi air.

Mulsa yang terdapat di permukaan tanah mampu menahan penguapan air, sehingga kelembaban dan ketersediaan air meningkat, pada gilirannya menurunkan suhu yang berdampak positif terhadap aktivitas biota tanah dan pertumbuhan tanaman. Pada sistem OTK padi sawah, tidak ada pengolahan tanah dan pelumpuran maka kebutuhan air dapat ditekan 30 %.

4. Meningkatkan unsur hara.

Sedikitnya aktivitas/manipulasi lapisan olah, maka akan mengurangi emisi karbon ke atmosfer, sehingga bahan organik semakin banyak. Bahan organik akan mempengaruhi aktivitas biota tanah dan proses fisiko-kimia dalam tanah, disamping meningkatkan unsur hara tanah.

5. Meningkatkan biodiversitas tanah.

Makin meningkat indeks biodiversitas tanah, makin tinggi kemampuan tanah mendukung pertumbuhan tanaman. Mulsa di permukaan mampu memperbaiki iklim mikro dan pemasok energi bagi biota tanah. Kondisi permukaan lahan OTK menyerupai lingkungan alami, sehingga indeks biodiversitas makro, meso dan mikro organisme meningkat.

Di samping meningkatkan kualitas lahan, sistem OTK juga mempunyai keuntungan sebagai berikut:

1. Mengurangi tenaga kerja dan menghemat waktu.

Sistem OTK tidak banyak, bahkan tidak ada kegiatan pengolahan tanah, sehingga dapat menghemat tenaga kerja sekitar 30 % dan mengurangi waktu

sampai 2 minggu. Pada OTK yang menggunakan mekanisasi, waktu yang dihemat mencapai 225 jam/th atau 60 jam/minggu (Utomo, 2001).

2. Mengurangi kebutuhan energi dan peralatan pengolahan tanah.

Sistem OTK dengan mekanisasi, penggunaan traktor untuk pengolahan tanah semakin berkurang, sehingga OTK mampu menghemat energi dan mengurangi biaya perawatan.

3. Meningkatkan pendapatan petani.

Berkurangnya kebutuhan tenaga kerja, energi, kebutuhan pupuk dan penghematan waktu, maka biaya produksi berkurang. Berarti dengan produksi yang sama, pendapatan petani lebih tinggi. Menurut Utomo (2002) bahwa analisis usaha tani jagung sistem OTK mampu menekan biaya produksi 39 % dan meningkatkan pendapatan usaha tani sebesar 44-61 %.

4. Memperbaiki kualitas sumberdaya air.

Mulsa di permukaan akan menahan partikel tanah bersama unsur hara, pupuk dan pestisida (termasuk herbisida) dari energi aliran permukaan ke sungai dan laut. Selain itu mikroorganisme tanah juga mampu mengurai pestisida dalam tanah, sehingga dapat melindungi air tanah dari pencemaran.

5. Memperbaiki kualitas udara.

Pada saat persiapan lahan sistem OTK tidak diperbolehkan pembakaran sisa tanaman, sehingga pasok CO₂ ke atmosfer berkurang, akibatnya dapat membantu mengurangi pemanasan global. Pada OTK padi sawah, berkurangnya penggunaan air dapat menekan emisi metan ke atmosfer. Dengan demikian OTK tidak hanya memperbaiki udara *in situ* tetapi juga membantu memperbaiki efek rumah kaca.

Hambatan OTK dalam Praktek

OTK sudah lama diterapkan di Indonesia dan terbukti banyak keuntungan, namun demikian masih saja banyak hambatan terutama dari segi psikologis dan teknis.

Hambatan psikologis atau paradigma lama, kebiasaan mengolah tanah sampai gembur dan permukaan tanahnya bersih merupakan tradisi yang tumbuh sejak ribuan tahun yang lalu, sehingga sulit untuk mengubah tradisi tersebut. Bahkan kebiasaan tersebut sudah menjadi budaya, bahwa mengolah tanah yang akan ditanami harus

dicangkul/dibajak sampai dalam, gembur dan bersih. Apabila ada seresah/mulsa dianggapnya sesuatu yang kotor dan seolah-olah petani dianggap tidak rajin. Padahal syarat OTK harus menggunakan mulsa tanaman/gulma sebelumnya.

Hambatan teknis yang sering dikeluhkan petani adalah penanaman benih, karena adanya mulsa dan padatnya permukaan tanah. Di samping itu kadang-kadang makin mahalnya herbisida juga menjadi hambatan sebagian petani sistem OTK.

Perbedaan paradigma lama dengan paradigma baru pada sistem olah tanah disajikan pada Tabel 1. Oleh karena itu, ke depan paradigma olah tanah harus *back to basic*, yaitu mengikuti pola alami dengan sentuhan iptek mutakhir. Sistem tanpa olah tanah (TOT) adalah contoh sistem olah tanah dengan paradigma yang paling mendekati pola alami.

Tabel 1. Perbedaan paradigma dalam sistem olah tanah konservasi (Derpsch, 1999; dimodifikasi Utomo, 2002).

| No. | Paradigma Lama | Paradigma Baru |
|-----|---|--|
| 1. | Dalam proses produksi perlu pengolahan tanah | Dalam proses produksi tidak selalu dengan pengolahan tanah |
| 2. | Residu tanaman ditanamkan ke dalam lapis olah | Residu tanaman sebagai mulsa di atas permukaan lahan |
| 3. | Permukaan lahan bersih tanpa mulsa | Permukaan lahan bermulsa |
| 4. | Pembakaran seresah diperkenankan | Pembakaran seresah dilarang |
| 5. | Mengandalkan proses kimia | Mengandalkan proses biologi |
| 6. | Pupuk hijau dan rotasi tanaman tidak diharuskan | Pupuk hijau dan rotasi tanaman merupakan keharusan |

APLIKASI HERBISIDA

Teknik Aplikasi Herbisida

Efektivitas suatu herbisida sangat ditentukan oleh cara aplikasi dan kalkulasi/perhitungan kebutuhan herbisida persatuan luas. Aplikasi herbisida terhadap gulma atau tanah dapat dilakukan dengan berbagai cara. Metode yang paling umum dan murah yaitu cara penyemprotan, dengan tujuan herbisida menyebar merata mungkin. Hal ini ditentukan juga faktor biaya, tersedianya peralatan dan keamanan. Banyak kegagalan yang timbul dalam penggunaan herbisida untuk

penelitian atau tujuan komersial berasal dari kesalahan aplikasi, sehingga hasilnya tidak seperti yang diharapkan.

Aplikasi herbisida yang memakai pelarut umumnya menggunakan air sebagai pelarut agar larutan herbisida sehomogen mungkin. Aplikasi dilaksanakan setelah dilakukan kalibrasi terhadap alat yang digunakan, dengan tujuan untuk menentukan waktu/kecepatan yang diperlukan dalam penyemprotan areal tertentu agar dosis herbisida yang keluar dari nosel sesuai dengan perhitungan yang telah direncanakan. Cara yang digunakan dalam aplikasi herbisida ditentukan oleh sistem pertanian, kerapatar, gulma, umur tanaman, umur gulma dan lain-lain. Cara tersebut dapat dilakukan dengan sistem roda, spot treatment, wiping dan sprinkle.

Herbisida dalam bentuk butiran umumnya hanya dilakukan pada tanaman padi sawah. Herbisida ditebarkan secara merata pada petakan, seperti cara pemupukan. Herbisida setelah menyentuh air, akan larut membentuk lapisan tipis diatas permukaan tanah. Biji-biji gulma yang berkecambah dan tumbuh, akan kontak langsung dengan lapisan herbisida tersebut, sehingga gulma akan mati. Kondisi tergenang 2,5-5 cm dijaga sampai dengan 4 hari, setelah itu baru dapat diberi pengairan seperti biasa (Bangun dan Pane, 1984).

Cara kalkulasi atau perhitungan dosis herbisida dianggap sudah umum dan terlalu teknis maka dalam makalah ini tidak dibahas lebih lanjut. Namun yang perlu diperhatikan dalam perhitungan herbisida yang masuk ke dalam tanah, adalah bahwa herbisida harus dikonversikan ke dalam satuan berat atau volume tanah satu ha. Dengan demikian kita harus mengetahui bobot isi (BI) atau berat volume (BV) masing-masing tanah. Dengan cara tersebut dapat mengetahui pp. herbisida (mg bahan aktif herbisida per kg tanah). Apabila herbisida tersebut berada dalam horison tanah tertentu, maka juga harus dikonversikan ke dalam tebal horison tanah yang digunakan sebagai sampel.

Aplikasi Herbisida Glifosat pada Lahan Pertanian Baru

Wardoyo, Haridjaja dan Widiatmaka (2001) telah meneliti aplikasi glifosat pada lahan pertanian baru yang masih tumbuh gulma (belum ada usaha pertanian). Tanah yang didapat termasuk subgrup Typic Dystrudept Dermaga, yang didominasi liat kaolinit. Selanjutnya di adakan penghitungan persentase jenis gulma dominan tiap plot. Pembuatan kelompok (blok) berdasarkan arah lereng sebanyak 3 kelompok.

Setiap blok dibuat 5 petak perlakuan berukuran 5 m x 4 m. Gulma yang terdapat pada masing-masing petak disemprot dengan glifosat dengan dosis berturut-turut setara dengan 0, 1, 2, 3, 4 kg/ha bahan aktif. Dua minggu setelah perlakuan, petak ditanami kedelai dengan cara tugal. Pada minggu ke 6 juga diamati gulma baru yang tumbuh (suksesi gulma). Pada minggu ke 6 diamati kadar glifosat tanah pada lapisan 1 dan 2. Ditunggu sampai umur panen (85 hari), kemudian ditimbang bobot basah dan bobot biji keringnya.

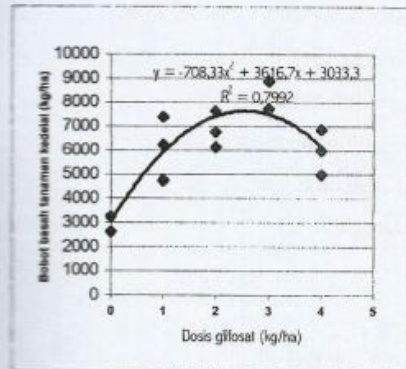
1. Bobot Basah Tanaman

Bobot basah tanaman yang dimaksud adalah bobot basah tanaman di atas tanah termasuk polong dan daun tua yang masih melekat pada batang. Berdasarkan analisis ragam dan uji nyata DMRT, bobot basah tanaman kedelai secara umum meningkat dengan bertambahnya dosis glifosat (Gambar 1). Meningkatnya bobot basah tanaman kedelai ini berkaitan dengan peningkatan beberapa unsur hara pada perlakuan dosis yang semakin meningkat. Di samping itu juga terdapat pengaruh gulma pada petak kontrol yang tumbuh sejak awal. Perubahan kadar unsur hara yang mendukung peningkatan bobot basah kedelai adalah meningkatnya P tersedia, Mg, N total serta turunnya Fe tersedia (Wardoyo, Harijaja dan Widiatmaka, 2001). Dengan demikian secara tidak langsung penambahan konsentrasi unsur hara akibat pemberian glifosat tersebut akan memperbaiki pertumbuhan tanaman kedelai.

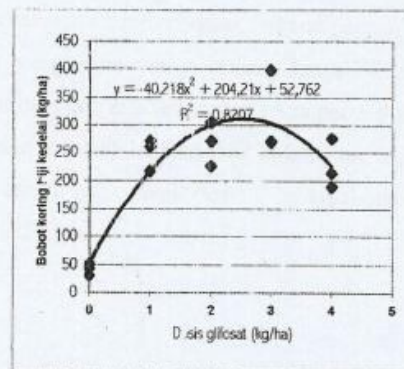
2. Bobot Kering Biji Kedelai

Pola peningkatan bobot kering biji kedelai mengikuti pola peningkatan bobot basah tanaman kedelai yaitu parabolik dengan persamaan $y = -40,218x^2 + 204,21x + 52,762$; $R^2=0,8207$ (Gambar 2). Peningkatan bobot kering biji kedelai ini juga disebabkan oleh gulma yang masih tumbuh pada petak kontrol sejak awal, di samping pada petak perlakuan yang lain mulai terjadi suksesi gulma baru pada minggu ke 7 s/d ke-8 setelah perlakuan. Sebenarnya adanya gulma inilah yang menyebabkan rendahnya produksi secara umum pada penelitian ini. Selama penelitian tidak dilakukan penyiangan, dimaksudkan agar permukaan tanah tidak terganggu oleh perlakuan penyiangan. Penyiangan dengan cara mencabut rumput akan meninggalkan lubang-lubang kecil bekas akar. Penyiangan dengan alat-alat pertanian, akan mengupas sebagian kecil permukaan tanah. Kedua cara tersebut akan mempengaruhi kapasitas infiltrasi air hujan. Akibatnya glifosat yang terinfiltrasi ke

lapisan bawahnya berbeda dengan apabila permukaan tanah tidak dilakukan penyiangan. Cara tanpa penyiangan yang diterapkan dalam penelitian ini sekaligus untuk mencoba sistem tanpa olah tanah (TOT) yang sebenarnya.



Gambar 1. Pengaruh dosis glifosat terhadap bobot basah (setelah panen) tanaman kedelai.



Gambar 2. Pengaruh dosis glifosat terhadap bobot kering biji kedelai.

Penambahan dosis glifosat yang lebih tinggi (1 kg/ha) menyebabkan penurunan bobot basah tanaman kedelai dan bobot biji kering. Hal ini disebabkan karena glifosat yang terjerap oleh liat sudah melebihi kapasitas erapan P sisa (*unoccupied*), sehingga glifosat aktif di dalam larutan tanah meningkat dan akhirnya glifosat diserap tanaman lewat akar. Penyerapan glifosat oleh kedelai ini tidak sampai mematikan tanaman (Wardoyo *et al.*, 2001).

Menurut penelitian Sprankle *et al.* (1975a), tanaman kedelai menyerap glifosat lewat sistem perakaran hanya sebesar 0,11 % pada akar dan 0,55 % pada daun dari total glifosat yang diaplikasikan lewat permukaan tanah. Rendahnya persentase glifosat yang diserap oleh kedelai lewat akar disebabkan oleh kombinasi beberapa faktor: tingginya penjerapan glifosat oleh liat, rendahnya degradasi glifosat secara kimia dan biologi, serta toksisitas intrinsik glifosat yang rendah (Sprankle *et al.*, 1975a; Hance, 1976).

Dari hasil-hasil pengukuran beberapa unsur hara (N, P, Mg) memang terlihat ada peningkatan (Wardoyo *et al.*, 2001). Sementara peningkatan bobot biji kering kedelai dari dosis 0 kg/ha ke dosis 1 kg/ha adalah 6 kali lipat dan dari dosis 1 kg/ha

ke dosis 2 kg/ha adalah 7 %. Peningkatan hasil yang luar biasa ini tidak semata-mata disebabkan oleh peningkatan unsur hara, tetapi disebabkan oleh faktor lain yaitu pengaruh kondisi yang diciptakan setelah pengendalian gulma. Pada dosis 0 kg/ha, gulma tetap hidup seperti semula, pada dosis 1 kg/ha gulma mati 90 %, sedangkan dosis 2 - 4 kg/ha gulma mati 100 %. Hal demikian menyebabkan kondisi petak penelitian pada dosis 0 kg/ha berbeda dengan petak pada dosis 1 kg/ha dan petak pada dosis 2 kg/ha sejak waktu penanaman benih kedelai. Selama pertumbuhan pada petak kontrol terjadi persaingan yang ketat antara gulma dengan kedelai dalam mendapatkan sinar matahari, unsur hara dan air. Sedangkan pada petak dosis 2 kg/ha, tidak ada persaingan gulma terhadap tanaman kedelai. Hal inilah yang menyebabkan cukup tingginya perbedaan hasil antara pada petak dosis 0 kg/ha (kontrol) dengan petak dosis 1 kg/ha dan petak dosis 2 kg/ha.

3. Suksesi Gulma

Keadaan gulma sebelum dilakukan penelitian lapangan terdiri atas jenis gulma sebagai berikut: gulma yang paling dominan adalah *Paspalum conjugatum* (79 %) kemudian secara berturut-turut diikuti oleh *Mimosa invisa* (7 %), *Borreria alata* (6 %), *Digitaria adscendens* (5 %) dan *Brachiaria mutica* (3 %). Setiap jenis gulma belum tentu berada pada satu petak (plot) percobaan, kadang-kadang satu petak terdiri atas 3 jenis gulma, misalnya gulma *Mimosa invisa*, *Borreria alata* dan *Paspalum conjugatum* tumbuh di satu petak. Oleh karena itu penetapan biomasa gulma didasarkan pada semua gulma yang tumbuh di setiap petak.

Suksesi gulma terjadi mulai minggu ke-7 setelah perlakuan, diawali dengan tumbuhnya gulma *Borreria alata* di hampir semua petak kemudian disusul dengan *Digitaria adscendens*, *Paspalum conjugatum* dan gulma lainnya. Dengan adanya gulma baru maka komposisi gulma perpetak berubah, menjadi seperti pada Lampiran. Pada petak kontrol (G0) gulma dibiarkan tumbuh, karena sejak awal tidak disemprot dengan herbisida glifosat, sedangkan petak perlakuan G1 s/d G4 ditumbuhi gulma baru. Perubahan yang paling menonjol adalah pada petak yang sebelumnya didominasi gulma *Paspalum conjugatum* berubah menjadi didominasi oleh gulma *Borreria alata* dan petak *Mimosa invisa* berubah menjadi *Digitaria adscendens*; sedangkan gulma lainnya yang tumbuh adalah gulma lama atau kombinasi, hanya petaknya berpindah ke petak lain.

Dengan fenomena ini, diperoleh masukan bahwa pada sistem TOT di tanah kering apabila kemudian diaplikasikan herbisida, harus disertai dengan tindakan penyiangan 1 – 2 kali setiap musim tanam kedelai. Wiroatmodjo (1989) bahkan menyarankan diadakan penyemprotan lagi dengan herbisida pra-tumbuh setelah gulma lama mati, untuk mematikan biji gulma yang baru berkecambah. Bahkan sekarang di Amerika dan beberapa negara di Eropa telah dikembangkan kedelai transgenik untuk mengendalikan gulma tersebut, sehingga gulma baru yang bercampur dengan kedelai terbunuh oleh glifosat dan tanaman kedelai tetap hidup. Dalam kaitannya dengan penelitian ini, terlihat bahwa adanya sukseksi gulma baru dapat mempengaruhi sifat agronomik seperti tinggi tanaman, bobot basah tanaman dan bobot biji kering kedelai. Dengan demikian peningkatan pertumbuhan kedelai tersebut tidak semata-mata disebabkan oleh perbaikan sifat tanahnya, tetapi juga akibat faktor pengendalian gulma oleh glifosat pada dosis yang berbeda dan persaingan gulma yang baru dengan tanaman pokok.

Ditinjau dari segi tingginya produksi memang belum memuaskan, tetapi persen kenaikan produksi setiap perlakuan glifosat cukup memberikan harapan untuk pengembangan pangan di lahan pertanian baru apabila teknik OTK yang di terapkan dimodifikasi dengan cara penyiangan I dan II.

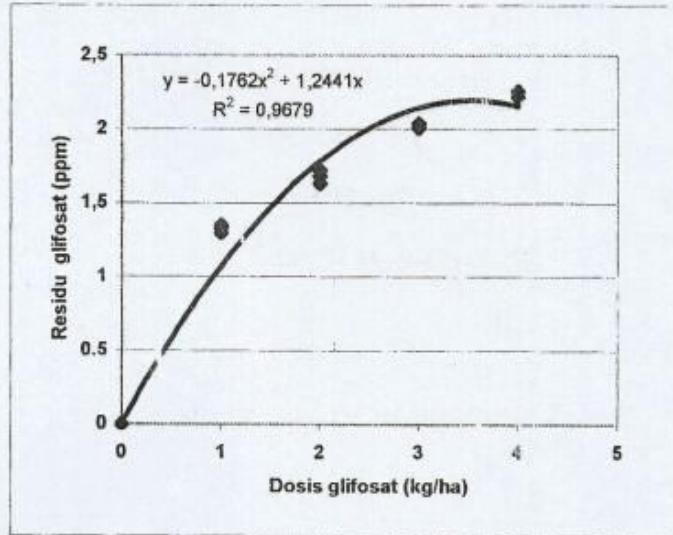
Residu Herbisida Glifosat

Dari contoh aplikasi glifosat tersebut diatas, dapat ditelusuri berapa jumlah herbisida yang masuk ke horison 1 dan 2 pada minggu ke 6 (waktu masih dalam ring *half life* glifosat). Pada selang waktu antara pengambilan contoh tanah awal sampai dengan pengambilan contoh tanah minggu ke-6, jumlah curah hujan sebesar 520,3 mm yang terdistribusi dalam 23 hari hujan (HH) dengan curah hujan terendah 0,6 mm dan tertinggi 66,5 mm/hari.

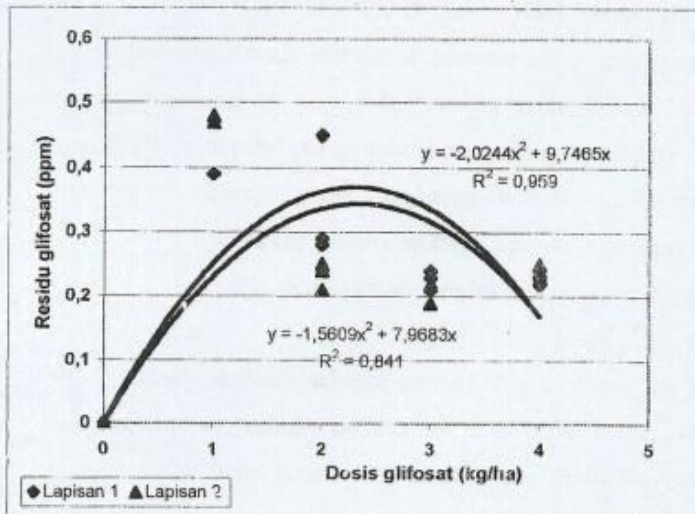
Pada waktu awal (1 jam setelah aplikasi), pengukuran residu glifosat hanya dilakukan pada lapisan permukaan (0-3 cm) dengan pertimbangan bahwa pada waktu tersebut belum ada residu glifosat yang masuk ke lapisan 2. Pada waktu awal semakin tinggi dosis glifosat maka residu glifosat semakin meningkat. Residu glifosat pada waktu awal pada dosis glifosat 0, 1, 2, 3 dan 4 kg/ha adalah berturut-turut 0; 1,33; 1,68; 2,03 dan 2,23 ppm.

Total residu glifosat di lapisan 1 dan 2 pada minggu ke-6 berturut-turut adalah 0; 0,86; 0,57; 0,44 dan 0,47 ppm, sedangkan residu glifosat lapisan 1 berturut-turut 0; 0,39; 0,34; 0,23 dan 0,23 ppm serta residu glifosat pada lapisan 2 berturut-turut 0; 0,47; 0,23; 0,21 dan 0,24 ppm. Jumlah residu glifosat lapisan 1 dan 2 tiga minggu sebelumnya (kecuali kontrol) berturut-turut adalah 1,52; 1,49; 1,58 dan 1,68 ppm. Ini berarti bahwa dibandingkan dengan minggu ke-3, pada minggu ke-6 glifosat sudah mengalami pengurangan berturut-turut sebesar 0,66; 0,92; 1,14 dan 0,21 ppm. Pengurangan ini disebabkan oleh beberapa kemungkinan: (1) tercuci secara lateral ke samping oleh air hujan, (2) tercuci secara vertikal ke bawah, dan (2) terdegradasi oleh mikroorganisme yang tahan terhadap glifosat. Beberapa mikroorganisme seperti *Agrobacterium radiobacter* dikenal dapat mendegradasikan glifosat menjadi Sarcosine ($\text{COOH-CH}_2\text{-NH-CH}_3$) dan membebaskan HPO_3^- dalam larutan (Bui dan Hershberger, 1999). Dengan semakin meningkatnya dosis perlakuan, residu glifosat pada lapisan 1 mempunyai kecenderungan yang sama dengan lapisan 2, yaitu pada dosis 3 dan 4 kg/ha, residu glifosat di dalam tanah mulai turun (Gambar 4).

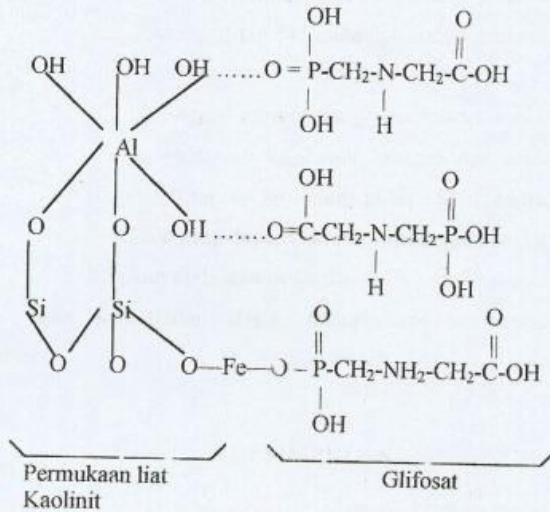
Kaolinit dapat berinteraksi dengan glifosat melalui kombinasi dari sistem adsorpsi glifosat sebagai berikut: (1) ikatan hidrogen dari gugus reaktif OH pada oktahedral dengan gugus fosfonik atau gugus karboksil dari glifosat, dan (2) melalui ikatan jembatan kation polivalen (misalnya kation Al, Fe, Ca, Mg) yang menghubungkan gugus O pada tetrahedral liat dengan gugus fosfonik atau gugus karboksil dari glifosat. Ikatan permukaan liat kaolinit dengan glifosat disajikan pada Gambar 5.



Gambar 3. Pengaruh dosis glifosat terhadap residu glifosat pada waktu awal (1 jam setelah aplikasi).



Gambar 4. Pengaruh dosis glifosat terhadap residu glifosat pada pada minggu ke-6.



Gambar 5. Ikatan permukaan liat Kaolinit dengan Glifosat

KONTRIBUSI OTK DALAM KETAHANAN PANGAN

Indonesia pernah menyukseskan prestasi yang gemilang dan membanggakan, mendapat penghargaan dari FAO karena pada tahun 1984 Indonesia berhasil mengubah dari negara pengimpor beras menjadi negara berswasembada beras. Namun prestasi tersebut tidak diimbangi dengan prestasi peningkatan pendapatan petani. Hal ini disebabkan karena strategi pembangunan pertanian tanaman pangan baru berorientasi pada peningkatan produktivitas, belum berorientasi peningkatan pendapatan petani.

Prestasi Indonesia sebagai penyandang swasembada beras tersebut ternyata tidak berkelanjutan, terbukti pada tahun 1994 sudah mulai mengimpor beras sebesar 636.000 ton dan pada tahun 1998 mengimpor beras lagi sebesar 3 juta ton/tahun (Utomo, 2001). Hal demikian disebabkan oleh: (1) menyusutnya lahan-lahan sawah di Jawa sebagai pemasok utama beras nasional, yang di konversi menjadi lahan

nonsawah. Menurut Saragih (2002) jumlah rumah tangga pengguna lahan sawah dari tahun 1983 turun 4,5% pada tahun 1993. (2) dampak kemarau panjang; (3) meningkatnya konsumsi pangan; dan (4) mulainya terjadi pelandaian produktivitas lahan.

Dengan demikian negara agraris yang melakukan loncatan pembangunan melalui industri tanpa memperkuat ketahanan pangan dan sektor pertanian lebih dahulu ternyata mudah terpuruk dan sulit pulih. Membuktikan bahwa sektor pertanian merupakan sektor yang dapat diandalkan sebagai penggerak perekonomian di masa depan. Diharapkan budidaya pertanian OTK yang sudah mempunyai banyak keuntungan dan keunggulan dapat memperkuat ketahanan pangan secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

1. Sistem OTK terbukti memberikan banyak keunggulan dibandingkan olah tanah intensif (OTT), baik dari segi konservasi tanah, sosial ekonomi maupun lingkungan global. Aplikasi herbisida di lahan pertanian baru melalui sistem tanpa olah tanah (*zero tillage*) dan tanpa penyiangan telah dilakukan, untuk mencari masukan teknologi dalam olah tanah konservasi (OTK) yang optimal.
2. Perlakuan glifosat secara umum meningkatkan bobot basah tanaman (setelah panen) dan biji kering kedelai. Dosis yang paling baik dari segi tingginya hasil kedelai adalah dosis 2,5 kg/ha. Peningkatan pertumbuhan kedelai tersebut tidak semata-mata disebabkan oleh perbaikan sifat tanahnya, tetapi juga akibat faktor pengendalian gulma pada dosis yang berbeda. Sukses gulma terjadi mulai minggu ke-7 dengan jenis gulma yang dominan adalah *Borreria alata*, selanjutnya disusul dengan tumbuhnya gulma *Digitaria adscendens* dan *Paspalum conjugatum*. Residu glifosat sampai minggu ke-6 pada lapisan 1 dan 2 mulai menurun.
3. Kenaikan produksi setiap perlakuan glifosat cukup memberikan harapan untuk pengembangan pangan di lahan pertanian baru apabila teknik OTK yang di terapkan dimodifikasi dengan cara penyiangan I dan II. Diharapkan

budidaya pertanian OTK yang sudah mempunyai banyak keuntungan dan keunggulan dapat memperkuat ketahanan pangan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, P. dan H. Pane. 1984. Pengantar penggunaan herbisida pada tanaman pangan. Buletin Teknik No. 7: 1-66
- Bui, T dan D. Hershberger, 1999. Glyphosate Graphical Pathway Map. Univ. of Minnesota. [serial online] http://www.labmed.umn.edu/um/bbd/gly/gly_map.html [9 Nov 1999].
- Hance, R. J. 1976. Adsorption of Glyphosate by Soils. Pestic. Sci. 7: 363-366.
- Knuutila, P. and H. Knuutila. 1985. Molecular and crystalline structure glyphosate. pp. 18-22. In: E. Grossbard and D. Atkinson. The Herbicide Glyphosate. Butterworths Co. London.
- Komisi Pestisida. 2000. Pestisida untuk pertanian dan kehutanan. Komisi Pestisida, Deptan. Jakarta.
- Le Grand, H. E. 1970. Movement of pesticides in the soil. pp 71-77. In: SSSA. Pesticides and their effects on soils and water. ASA Spec. Publ. No. 8. SSSA. Madison.
- Muktamar, Z., T. Adiprasetyo, S. N. Muin dan H. Koto. 1993. Tingkat erosi pada pertanaman kedelai dengan pengolahan tanah minimum dan tanpa olah tanah. Prosiding Seminar Nasional IV BDP-OTK: 33-36. Bandar Lampung, 4-5 Mei 1993.
- Nishimoto, 1981. Behaviour of herbicides in soils. Training course on Weed Science. Biotrop. 17 Maret-27 April 1981. Bogor.
- Rachman, L. I. 1987. Penerapan sistem budidaya pertanian tanpa olah tanah ditinjau dari sifat fisik tanah. Pros. Seminar Nasional I BDPTOT: 13-23. Bogor, 23 Des. 1987.
- Saragih, B. 2002. Kebijakan pemberdayaan lahan kering untuk mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan. Lokakarya Kurikulum Inti Fak. Pertanian se-Indonesia. Mataram, 26-28 Mei 2002.
- Sprankle, P., W. F. Meggitt and D. Penner. 1975a. Rapid inactivation of glyphosate in the soil. Weed Sci. 23: 224-228
- Suwardji. 2001. Penerapan Olah Tanah Konservasi dalam Mendukung Agribisnis. Makalah Seminar Nasional Sehari OTK. Faperta UPN "Veteran" Yogyakarta. 3 Juli 2001.
- Utomo, M., P. Andriadhi dan H. Buchari. 1993. Pencucian hara pada budidaya pertanian olah tanah konservasi. Prosiding Seminar Nasional IV BDP-OTK: 52-58. Bandar Lampung, 4-5 Mei 1993.

- Utomo, M. 2001. Olah Tanah Konservasi untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan dan Ketahanan Pangan. Makalah Seminar Nasional Sehari OTK. Faperta UPN "Veteran" Yogyakarta. 3 Juli 2001.
- Utomo, M. 2002. Pengelolaan Lahan Kering untuk Pertanian Berkelanjutan. Seminar Nasional IV Pengembangan Wilayah Lahan Kering dan Pertemuan Ilmiah HITI. Mataram, 26-28 Mei 2002.
- Wardoyo, S. S., O. Haridjaja dan Widiatmaka. 2001. Distribusi herbisida glifosat di dalam tanah dan pengaruhnya terhadap ciri tanah serta pertumbuhan kedelai. *J. Il. Pert. Indon.* 10(2): 12-17
- Wiroatmodjo, J. 1989. Dinamika populasi gulma pada olah tanah lestari dengan perlakuan herbisida. *Bul. Agr.* Vol. 18(3): 7-13.
- Wiroatmodjo, J. 1990. Pengolahan tanah minimum, sekarang dan masa depan. *Bul. Agr.* Vol. Ed. Khusus: 7-13.