

DAMPAK APLIKASI HERBISIDA IPA GLIFOSAT DALAM SISTEM TANPA OLAH TANAH (TOT) TERHADAP TANAH DAN TANAMAN PADI SAWAH

The Impact of IPA Glyphosate Herbicide Application on No Tillage System to Soil and Rice Plant

S. Dharma Kesuma^a, Hariyadi^b, Syaiful Anwar^c

^a Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 – kesuma.locust@gmail.com

^b Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

^c Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Abstract. Weed is one of the important constraints in rice production, and therefore its effective control measure should be considered that the production can be optimized. The application of no tillage by using herbicide is assumed more effective and efficient than conventional one. However, herbicide which is used as continuously can influence residue in soil, plant and rice. The objectives of the research were to analyze the effect of no tillage and its combination of IPA glyphosate herbicide concentration levels to rice productivity and to analyze IPA glyphosate herbicide residue in soil, straw and rice. The study was conducted in the field by using IPA glyphosate herbicide with five treatments, namely maximum tillage (Gm), no herbicide spraying (G0), glyphosate herbicide doses 1.5 l ha⁻¹(G1), 3 l ha⁻¹ (G2) and 4.5 l ha⁻¹(G3). The analysis of glyphosate residue was done in soil, straw and rice samples by using HPLC (high performance liquid chromatography) method. The research results showed that Gm and G1 treatments had highest with rice yield average were 938 g m⁻² and 728 g m⁻², respectively. Gm treatment more profitable with R/C ratio of 1.84 with a profit of Rp 13.714 million, but using more labor than G1 treatment. Thereby, no-tillage treatment (G1) could be done by using glyphosate herbicide in doses 1.5 l ha⁻¹, economically. Glyphosate contained in soil samples, straw, and rice proved that using of glyphosate intensively could have negative impacts on soil microbial activity, plant resistance to plant diseases and residue of glyphosate carried by plants. Glyphosate residue concentration was highest found on rice sample in treatments G3 was 0.272 mg kg⁻¹. These glyphosate residual values on rice was highest than maximum residue limit which was decided by Indonesia government (0.1 mg kg⁻¹). Glyphosate residues contained in food is not within safe limits if taken every day and can cause adverse effects to human health..

Keywords: glyphosate herbicide, maximum residue limits, paddy field, weed control

(Diterima: 17-03-2015; Disetujui: 21-04-2015)

1. Pendahuluan

Sawah merupakan salah satu bentuk penggunaan lahan yang sangat strategis karena lahan tersebut merupakan sumber daya utama untuk memproduksi padi/beras sebagai pangan pokok utama, sumber daya utama bagi pemantapan ketahanan pangan dan pertumbuhan ekonomi nasional bagi Indonesia (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat 2004). Kebutuhan bahan pangan terutama beras di Indonesia akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan peningkatan konsumsi perkapita akibat peningkatan pendapatan. Hingga saat ini dan beberapa tahun mendatang, beras tetap menjadi sumber utama gizi dan energi bagi lebih dari 90% penduduk Indonesia (Balitan 2005). Kecukupan pangan wajib terpenuhi dari produksi dalam negeri dan impor sebagai hak dan kelangsungan hidup bangsa (Kementan 2011). Namun dilain pihak, upaya peningkatan produksi beras saat ini terganjal oleh berbagai kendala, seperti konversi lahan sawah subur

yang masih terus berjalan, penyimpangan iklim (*Climate anomaly*), gejala kelelahan teknologi (*Technology fatigue*), penurunan kualitas sumberdaya lahan (*Land degradation*) yang berdampak terhadap penurunan produktivitas (Pramono *et al.* 2005).

Salah satu upaya meningkatkan produksi beras adalah intensifikasi. Intensifikasi pertanian dapat dilakukan dengan cara pemupukan yang baik, penggunaan benih unggul, pengendalian hama dan penyakit, dan pengendalian gulma. Pengaruh gangguan gulma terhadap penurunan produksi tanaman pangan sangat bervariasi tergantung keadaan yang mempengaruhinya. Pitoyo (2006) menyatakan bahwa penurunan produksi pangan khususnya padi yang diakibatkan oleh gulma masih tinggi yaitu 6 – 87 %. Secara nasional, penurunan produksi padi sawah mencapai 15 – 42 % dan padi gogo 47-87 %.

Balitan (2010) menyatakan teknologi tanpa olah tanah (TOT) merupakan salah satu cara pengolahan lahan yang prospektif dikembangkan untuk mengatasi beberapa kelemahan olah tanah sempurna (OTS).

Tanpa olah tanah dikenal sebagai teknologi olah tanah konservasi (*conservation tillage*) karena memiliki beberapa keuntungan, antara lain mencegah erosi, mempertahankan keanekaragaman biologi, menekan populasi beberapa jenis gulma dan hama invertebrata, memperbaiki efisiensi penggunaan pupuk, meningkatkan intensitas penanaman dan pendapatan (Effendi dan Utomo 1993; Lamid *et al.* 1996; Lamid 1998; Lamid 2011). Teknologi ini membuka peluang bagi penggunaan herbisida non selektif purna tumbuh yang bekerja secara sistemik atau secara kontak (Bangun 1995; Utomo 1995; Lamid 2011). Penggunaan herbisida dinilai jauh lebih efisien, murah, dan cepat karena hemat tenaga kerja yang diperlukan untuk penyiangan (Tjitrosoedirjo *et al.* 1984). Meskipun demikian, pengaplikasian herbisida pada lahan persawahan secara terus menerus dikhawatirkan dapat meninggalkan residu di dalam tanah, tanaman dan hasil panen.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan: (1) Menganalisis pengaruh TOT dan kombinasinya dengan herbisida IPA Glifosat terhadap produksi dan (2) Menganalisis konsentrasi residu herbisida IPA Glifosat di dalam tanah, jerami dan beras dan batas maksimum residu (BMR).

2. Metodologi

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Cijunjung, Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor selama 5 bulan, mulai bulan Agustus sampai dengan Desember 2013.

2.2. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor tunggal yaitu dosis herbisida berbahan aktif IPA Glifosat. Percobaan terdiri dari 5 perlakuan dengan masing-masing perlakuan terdiri dari 3 ulangan sehingga terdapat 15 petak percobaan. Volume semprot yang digunakan adalah 400 l/ha. Perlakuan yang diberikan untuk petak percobaan terdiri atas:

- Dosis perlakuan herbisida: 1.5 l ha⁻¹, 3 l ha⁻¹ dan 4.5 l ha⁻¹.
- OTS (Olah Tanah Sempurna) dilakukan menurut cara yang dilakukan di lokasi setempat.

Kontrol adalah perlakuan pembandingan tidak dilakukan pengolahan tanah, tanpa penyiangan dan penyemprotan herbisida.

Model rancangan yang digunakan adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = Pengamatan pada perlakuan ke- i dan kelompok ke- j

μ = Rataan umum

τ_i = Pengaruh perlakuan ke- i

β_j = Pengaruh kelompok ke- j

ε_{ij} = Pengaruh acak pada perlakuan ke- i dan kelompok ke- j

Pengolahan data menggunakan metode analisis ragam (Anova) dengan program SAS 9.1. Jika perlakuan menunjukkan pengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut terhadap perbedaan nilai rata-rata pada taraf 5 % dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*).

Tabel 1. Jenis perlakuan dan dosis herbisida

Herbisida	Dosis formulasi
G-m (OTS)	
G-0 Kontrol	
G-1 IPA Glifosat	1.5 l ha ⁻¹
G-2 IPA Glifosat	3 l ha ⁻¹
G-3 IPA Glifosat	4.5 l ha ⁻¹

2.3. Penelitian Lapangan

a. Tanaman Padi

Pengolahan Tanah

Lahan yang akan digunakan dalam penelitian ini dilakukan pematangan dengan luas 3 m x 3 m sebanyak 5 petak perlakuan dengan 3 kali ulangan sehingga diperoleh petakan percobaan sebanyak 15 petak. Pengolahan tanah tidak dilakukan pada petak percobaan kecuali pada 3 petak dengan perlakuan Gm yang dilakukan pengolahan tanah secara sempurna (OTS) disesuaikan dengan kebiasaan petani di lapang. Masing-masing petakan diberi batas pematang antar perlakuan dengan satu titik pintu masuk air irigasi. Sistem irigasi di lokasi percobaan menggunakan sistem non teknis dengan pengairan yang cukup baik.

Aplikasi Herbisida

Penyemprotan herbisida glifosat dilakukan satu kali sebelum ditanam padi. Penyemprotan herbisida dilakukan masing-masing pada petak sampel perlakuan pada saat cuaca terang. Aplikasi herbisida disemprot pada petak perlakuan secara merata diluar petak kontrol dengan tepat dosis yang telah ditentukan. Gulma dan singgang padi mati 3 MSA maka dilakukan pemasukan air irigasi pada petak perlakuan untuk memudahkan dalam melakukan penanaman padi baik pada petak perlakuan dan kontrol.

Pesemaian dan Penanaman Bibit

Benih disemai di lahan sawah dengan menggunakan benih padi varietas Mekongga. Pesemaian disesuaikan dengan perlakuan yang dilakukan oleh petani. Bibit siap tanam berumur 25 Hari Setelah Sebar (HSS) dan ditanam di petak percobaan. Penanaman bibit dilakukan dengan cara ditugal pada petak perlakuan kontrol dan aplikasi herbisida yang tanpa olah tanah (TOT) dengan menggunakan batang kayu yang ujungnya telah diruncing untuk memudahkan penanaman di lahan sawah. Penanaman di petak olah tanah sempurna (OTS) dilakukan seperti biasa tanpa ditugal.

Pemeliharaan Tanaman

Pemupukan dengan menggunakan pupuk urea sebanyak 200 kg ha⁻¹, SP36 100 kg ha⁻¹ dan NPK Phonska 100 kg ha⁻¹ untuk 2 kali pemupukan. Pemupukan pupuk kimia dengan cara disebar secara merata pada pertanaman padi. Penyiangan dilakukan pada petak perlakuan Gm sebanyak 2 kali pada padi umur 30 dan 60 hari setelah tanam. Penyemprotan pestisida hanya dilakukan apabila tanaman terserang hama wabang sangat.

Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada umur ± 4 bulan dimana tanaman padi yang siap panen berwarna kuning dan malai padi merunduk, kurang lebih berumur 12 MST. Tanaman padi yang siap panen dengan ciri – ciri tanaman menguning dengan malai padi yang merunduk. Pemanenan dilakukan pada petak sampel yang diamati dengan melakukan pengubinan dengan ukuran 1 m x 1 m pada setiap petakan. Pemanenan pada petak sampel dilakukan dengan hati-hati. Sampel masing-masing perlakuan diambil gabah dan ditimbang. Sampel jerami dan tanah masing-masing perlakuan diambil dipetak yang telah diubin.

b. Analisis Laboratorium

Pengambilan Sampel Tanah, Jerami dan Hasil Panen (Beras) untuk Analisis Residu Herbisida IPA Glifosat

Pengujian residu herbisida dilakukan pada tiga jenis sampel yaitu pada tanah, jerami dan hasil panen (beras). Pengambilan sampel tanah, jerami dan hasil panen (beras) dilakukan di 5 titik sampel. Penentuan titik sampel ini berdasarkan 5 perlakuan. Tiap lokasi terdiri dari 3 titik ulangan kemudian dari masing-masing titik tersebut diambil satu komposit. Sampel tanah dari petak sawah diambil pada kedalaman 10-20 cm dengan menggunakan sekop, sampel tanah diambil sebanyak 500 gram, kemudian disimpan dalam plastik. Pengambilan sampel jerami dan hasil panen (beras) dilakukan pada lokasi. Sampel tanah dan beras dikeringanginkan lalu digerus hingga halus (Balingtan 2007).

Analisis Residu Glisofat

Tahap analisis residu adalah suatu cara yang harus dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang komposisi residu suatu pestisida dalam suatu contoh bahan, sehingga dapat digunakan untuk mengestimasi komposisi residu pestisida bahan tersebut. Cara tersebut meliputi tahap pembuatan larutan standar, tahap ekstraksi yang bertujuan untuk mendapatkan sampel yang homogen, tahap pembersihan (*clean up*) bertujuan untuk menghilangkan bahan-bahan lain yang dapat mengganggu proses analisis, tahap penetapan, dan tahap evaluasi data (Balingtan 2007 ; Komisi Pestisida 2006).

1. Tahap Pembuatan Larutan Standar

Larutan standar yang digunakan adalah larutan yang dibuat dari bahan aktif herbisida. Jenis bahan aktif herbisida yang digunakan adalah IPA glifosat 480 g l⁻¹ (setara dengan glifosat 356 g l⁻¹). Kemudian dibuat larutan stok standar dengan konsentrasi 100 ppm dan untuk larutan kerja digunakan konsentrasi sebesar 1 ppm. Larutan standar dibuat dengan melarutkan 480 g IPA glifosat dalam 10 ml metanol, kemudian diencerkan hingga volume larutan 100 ml sehingga diperoleh larutan standar 100 ppm.

2. Tahap Ekstraksi dan Pemurnian

Ekstraksi untuk sampel tanah dilakukan setelah sampel tanah dikeringanginkan selama kurang lebih satu hari. Ekstraksi untuk sampel jerami dilakukan dengan cara mencacah menjadi bagian-bagian kecil. Sedangkan untuk sampel beras dilakukan ekstraksi dengan menghaluskan beras. Masing-masing sampel tanah diambil sebanyak 25 g sedangkan sampel jerami masing-masing diambil sebanyak 25 g. Kemudian masing-masing sampel tersebut dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dan ditambahkan diklorometan : aseton dengan perbandingan 1:1 sebanyak 100 ml. Ekstrak tanah, jerami dan beras kemudian disaring dengan kertas saring ke dalam labu rotavapor, kemudian dilakukan penguapan dengan menggunakan alat rotavapor hingga tersisa ± 50 ml.

Pada tahap pemurnian (*clean up*), hasil ekstrak tanah, jerami dan beras yang telah dilakukan penguapan kemudian disaring dengan menggunakan buret yang berisi Florisil dan Na₂SO₄ anhidrat. Sampel hasil pemurnian kemudian diuapkan kembali dengan menggunakan alat rotavapor hingga dihasilkan sisa larutan di dalam labu rotavapor ± 1 ml. Sisa larutan tersebut merupakan residu herbisida. Dinding labu dibilas dengan metanol 60%, dan disaring ke dalam tabung reaksi 10 ml menggunakan kertas saring, kemudian ditera hingga 10 ml dengan metanol 60%.

c. Penghitungan Konsentrasi Residu Herbisida dan Batas Maksimum Residu

Konsentrasi residu herbisida ditentukan berdasarkan hasil rekaman yang tercatat dalam kromatografi yaitu berupa kromatogram. Cara membaca kromatogram tersebut yaitu dengan membandingkan data retensi waktu dan area puncak (*peak area*) dari herbisida sampel yang dihasilkan dalam kromatogram dengan nilai yang mendekati data retensi waktu dan *peak area* herbisida standar. Penentuan konsentrasi residu herbisida dihitung menggunakan rumus sesuai dengan rumus dari Komisi Pestisida (2006) :

$$\text{Residu (R)} = \frac{Ac \times Ks \times FP}{As \times Bc}$$

Keterangan :

- R : Konsentrasi residu (ppm)
- Ac : Area contoh
- As : Area standar
- Ks : Konsentrasi standar (ppm)
- FP : Faktor Pengencer (ml)
- Bc : Bobot contoh (g)

Konsentrasi residu glifosat yang dihasilkan dari perhitungan di atas dibandingkan dengan nilai batas maksimum residu (BMR) yang ditetapkan oleh Badan Standar Nasional Indonesia yaitu 0.1 mg kg⁻¹ (BSN 2008).

d. Analisis Biaya Budidaya Padi

Pengambilan data untuk analisis ekonomi ini dilakukan antara lain melalui wawancara langsung dengan petani disekitar lahan penelitian, wawancara langsung dengan penjual alat dan sarana produksi pertanian, serta data produksi bobot gabah kering giling (GKG). Perbandingan analisis dilakukan dari masing-masing perlakuan yang diuji. Parameter yang akan dibandingkan secara ekonomi antara lain adalah: biaya benih, biaya pupuk, biaya herbisida, biaya tenaga kerja.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kelayakan (Soekartawi 2002) sebagai berikut:

$$a = R/C$$

Keterangan:

a = R/C ratio

R = penerimaan (*revenue*)

C = biaya (*cost*)

Kriteria keputusan: R/C >1, usahatani menguntungkan (tambahan manfaat/penerimaan lebih besar dari tambahan biaya) R/C < 1, usahatani rugi (tambahan biaya lebih besar dari tambahan penerimaan), R/C= 1, usahatani impas (tambahan penerimaan sama dengan tambahan biaya).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Produksi Pertanaman Padi

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap bobot gabah kering giling (GKG) ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil ubinan pada masing-masing petak perlakuan diperoleh rata-rata bobot gabah kering giling (GKG) total yang dipanen sebesar 6.608 ton ha⁻¹.

Tabel 2. Hasil analisis uji lanjut bobot Gabah Kering Giling (GKG)

Perlakuan	Bobot Gabah (ton ha ⁻¹)
Gm (OTS)	9.380 ^c
G0 (Kontrol)	3.920 ^a
G1 (Glifosat dosis 1,5 l/ha)	7.280 ^{bc}
G2 (Glifosat dosis 3 l/ha)	6.440 ^{ab}
G3 (Glifosat dosis 4,5 l/ha)	6.020 ^{ab}

Angka-angka sekolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji F.05.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan cara pengolahan tanah memberikan pengaruh yang nyata terhadap produksi gabah kering giling (GKG). Perlakuan tertinggi diperoleh pada perlakuan Gm dengan bobot gabah sebesar 9.380 ton ha⁻¹ sedangkan antara perlakuan G1, G2, dan G3 tidak berbeda nyata. Perlakuan

terendah ditemukan pada perlakuan G0 dengan bobot kering giling sebesar 3.920 ton ha⁻¹. Walaupun hasil produksi Gm lebih tinggi, namun secara statistik hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan G1. Tingginya produksi gabah perlakuan Gm dibanding perlakuan G1, G2, dan G3 diduga dipengaruhi oleh pengolahan tanah yang dilakukan olah tanah sempurna sehingga perakaran padi lebih berkembang dan lebih mudah menyerap unsur hara dibanding tanpa olah tanah. Menurut Taslim *et al.* (1989), keuntungan olah tanah sempurna yaitu mengendalikan gulma pada stadia awal pertumbuhan tanaman, memperbaiki erasi tanah, mencampur sisa gulma dan tanaman dengan tanah, membantu pembentukan tapak bajak, menyebarkan tingkat kesuburan tanah, meningkatkan ketersediaan hara, terutama fosfor (P), dan memudahkan tanam.

Selain itu, Lamid (2001) membuktikan sistem penerapan olah tanah sempurna menghasilkan pertanaman padi dengan pertumbuhan morfofisiologi perakaran vertikal, ramping dan panjang sehingga mampu menyerap unsur hara lebih efektif dibandingkan penerapan sistem tanpa olah tanah yang pertumbuhan akarnya horizontal dan pendek. Penerapan herbisida glifosat mampu mempercepat pelapukan gulma dan singgang tanaman padi. Materi lapuk tersebut tertinggal secara *in situ* dan menyumbang terhadap kandungan C-organik tanah. Pada tanpa olah tanah, nilai total hara N, P, dan K dalam tanah selalu lebih rendah dibanding olah tanah sempurna karena hara tersebut banyak terabsorpsi sehingga kontribusi terhadap pertumbuhan vegetatif dan reproduktif tanaman.

Akan tetapi, perlakuan G1 tanpa olah tanah diperoleh produksi gabah kering giling sebesar 7.280 ton ha⁻¹. Sejalan dengan Lamid (2001) yang membuktikan bahwa jumlah gabah, gabah bernas, dan bobot 1.000 butir gabah yang dihasilkan tanaman dengan penerapan tanpa olah tanah sebesar 8-22% lebih tinggi dibanding olah tanah sempurna. Hal ini menunjukkan bahwa gabah yang dihasilkan lebih banyak, lebih bernas, dan relatif lebih besar sehingga berkontribusi terhadap peningkatan hasil padi. Oleh karena itu, penerapan tanpa olah tanah dengan perlakuan glifosat dengan dosis 1.5 l ha⁻¹ dapat diterapkan di lapang.

Penggunaan herbisida tidak dapat dipisahkan dalam penyiapan lahan sistem TOT. Gulma yang tumbuh di atas permukaan tanah yang biasanya dikendalikan dengan cangkul, traktor atau alat mekanisasi lainnya digantikan dengan penyemprotan herbisida untuk mematikan gulma maupun sisa tanaman yang masih hidup, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai mulsa dan bahan organik (Sebayang *et al.* 2002). Sistem tanpa olah tanah berkaitan erat dengan penggunaan herbisida glifosat. Glifosat lebih banyak digunakan karena membunuh gulma secara menyeluruh. Penggunaan glifosat secara intensif dapat menimbulkan dampak negatif terhadap tanah, tanaman dan meningkatkan serangan penyakit pada tanaman.

Di dalam tanah, glifosat tidak mudah terdegradasi dan terakumulasi dengan mengikat kation tanah. Persistensi dan akumulasi glifosat di dalam tanah tergantung pada komposisi tanah, kondisi iklim dan aktivitas

mikroba. Proses tersebut terjadi pada meristem akar di dalam tanah terbukti secara signifikan mengurangi pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman dalam menyerap nutrisi. Gangguan terhadap serapan nutrisi pada akar, juga mempengaruhi kemampuan alami tanaman dalam mengimbangi kekurangan nutrisi dalam jumlah sedikit. Glifosat dapat mengurangi serapan unsur hara melalui toksisitasnya terhadap mikroorganisme tanah yang berperan penting dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi melalui proses mineralisasi dan simbiosis. Glifosat berfungsi sebagai pengikat mineral-mineral logam yang berspektrum luas dan menghentikan kofaktor mineral logam tertentu (Cu, Fe, Mn, Ni, Zn) yang diperlukan untuk aktivitas enzim (Huber 2010a; Huber 2010b; Helander *et al.* 2012).

Glifosat merangsang mikroba tanah secara oksidatif yang bersifat patogenik terhadap tanaman melalui eksudat akar di dalam tanah. Glifosat mengurangi ketersediaan unsur hara dengan menurunkan kelarutannya untuk penyerapan unsur hara bagi tanaman dan menghentikan proses tersebut dengan aktivitas patogenik. Patogen tanaman dirangsang oleh glifosat, yaitu bakteri dan jamur yang terdapat di dalam tanah menyerang pada akar, batang, dan tajuk tanaman. Bakteri dan jamur menyerang dengan menghambat transportasi nutrisi yang menyebabkan layu, mati ujung dan akar bengkak. Bakteri dan jamur yang berinteraksi dengan glifosat antara lain, yaitu *Botryosphaera dothidea*, *Gaeumannomyces graminis*, *Corynespora cassicola*, *Magnaporthe grisea*, *Fusarium species*, *Marasmius spp.*, *F. avenaceum*, *Monosporium cannonbalus*, *F. graminearum*, *Myrothecium verucaria*, *F. oxysporum f.sp.cubense*, *Phaeoconiella chlamydospora*, *F. oxysporum f.sp. (canola)*, *Phytophthora spp.*, *F. oxysporum f.sp. glycines*, *Pythium spp.*, *F. oxysporum f.sp. vasinfectum*, *Rhizoctonia solani*, *F. solani f.sp. glycines*, *Septoria nodorum*, *F. solani f.sp. phaseoli*, *Thielaviopsis bassicola*, *F. solani f.sp. pisi*, *Xylella fastidiosa*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensis* (Goss' wilt) (Huber 2010b).

rascus cannonbalus, *F. graminearum*, *Myrothecium verucaria*, *F. oxysporum f.sp.cubense*, *Phaeoconiella chlamydospora*, *F. oxysporum f.sp. (canola)*, *Phytophthora spp.*, *F. oxysporum f.sp. glycines*, *Pythium spp.*, *F. oxysporum f.sp. vasinfectum*, *Rhizoctonia solani*, *F. solani f.sp. glycines*, *Septoria nodorum*, *F. solani f.sp. phaseoli*, *Thielaviopsis bassicola*, *F. solani f.sp. pisi*, *Xylella fastidiosa*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensis* (Goss' wilt) (Huber 2010b).

3.2. Analisis Biaya Budidaya Padi Tanpa Olah Tanah

Budidaya padi akan memberikan hasil optimal bila pengelolaan sumberdaya yang ada dilakukan suatu analisis biaya agar petani dapat mengetahui usaha budidaya yang dilakukannya menguntungkan, efektif dan efisien untuk memperoleh keuntungan yang tinggi pada waktu tertentu. Analisis usaha tani yang dilakukan menunjukkan bahwa perhitungan R/C Ratio dihitung dengan membandingkan antara jumlah penerimaan dan biaya. Berdasarkan hasil analisis ragam data rata-rata bobot gabah kering giling (GKG) pada tiap perlakuan kemudian dilakukan perbandingan masing-masing analisis ekonomi budidaya padi sawah pada tiap perlakuan. Perbandingan tersebut dilakukan dengan melihat analisis ekonomi budidaya padi sawah manakah yang lebih efektif dan memberikan keuntungan paling tinggi. Perbandingan analisis biaya dari masing-masing perlakuan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan analisis biaya pada setiap perlakuan

Komponen	Perlakuan				
	Gm	G0	1.5 l ha ⁻¹	3 l ha ⁻¹	4.5 l ha ⁻¹
Pendapatan	30.016.000	12.544.000	23.296.000	20.608.000	19.264.000
Pengeluaran	16.302.000	10.747.000	14.404.500	14.487.000	14.569.500
Keuntungan	13.714.000	1.797.000	8.891.500	6.121.000	4.694.500
R/C Ratio	1.84	1.17	1.62	1.42	1.32

Berdasarkan perbandingan analisis biaya pada setiap perlakuan, bahwa perlakuan Gm memiliki nilai R/C Ratio sebesar 1.84 dan keuntungan yang tertinggi sebesar Rp 13.714.000. Hal ini menunjukkan perlakuan Gm sangat menguntungkan petani dalam melakukan budidaya padi sawah. Perlakuan glifosat 1.5 l ha⁻¹ lebih menguntungkan dibanding perlakuan glifosat 3 l ha⁻¹ dan 4.5 l ha⁻¹. Perlakuan glifosat 1.5 l ha⁻¹ memiliki R/C Ratio sebesar 1.62 dan keuntungan maksimal sebesar Rp 8.891.500. Perlakuan tersebut dinilai lebih menguntungkan secara ekonomi dan lebih menunjukkan keefektifan dari segi komponen tenaga kerja dan biaya yang dikeluarkan dalam budidaya padi tanpa olah tanah (TOT) dibandingkan budidaya padi sawah dengan perlakuan Gm (Tabel 3).

Perlakuan glifosat 1.5 l ha⁻¹ lebih hemat dalam penggunaan herbisida karena dilakukan satu kali aplikasi pada gulma sebelum tanam pada lahan tanpa olah tanah, karena penggunaan glifosat dengan dosis rendah diharapkan dampak residu yang ditimbulkan

terhadap lingkungan juga rendah. Biaya tenaga kerja dan herbisida yang dibutuhkan juga lebih rendah karena pengaplikasian herbisida dilakukan satu kali sebelum tanam. Sedangkan pada budidaya padi sawah dengan perlakuan Gm, tenaga kerja yang dibutuhkan lebih banyak terutama untuk penyiangan gulma karena tidak menggunakan herbisida. Penerapan teknologi tanpa olah tanah kurang berkembang pada agroekosistem lahan sawah dibanding lahan kering. Hal ini disebabkan oleh budaya petani yang masih terbiasa dengan olah tanah sempurna, belum menyenutuh pengguna karena kurangnya sosialisasi dan promosi teknologi tanpa olah tanah, dan berkembangnya unit pelayanan jasa alsintan (Utomo 1995).

Kesimpulan menggambarkan atau memberi jawaban atas permasalahan atau tujuan penelitian, dan bukan sebagai rangkuman hasil penelitian. Kesimpulan dibuat singkat, jelas, bersifat kualitatif dan umum, dan ditulis dalam paragraf.

3.3. Residu Herbisida di Tanah, Jerami dan Hasil Panen (Beras)

Dari hasil analisis residu menunjukkan bahwa glifosat terdeteksi pada seluruh sampel perlakuan pada tanah, jerami dan beras dengan konsentrasi yang ber-

beda-beda. Glifosat dapat terdeteksi pada semua perlakuan dengan waktu retensi yang diperlukan relatif sama antara 9.22 menit - 9.28 menit dengan peak berkisar antara 5 – 9 dan area berkisar antara 75350 – 20770666 (Tabel 4).

Tabel 4. Deteksi glifosat pada perlakuan sampel dengan metode kromatografi

No	Perlakuan Sampel	Peak	Waktu Retensi (menit)	Area	Tinggi (uV)	Area (%)	Tinggi (%)	Residu Glifosat (mg kg ⁻¹)
1.	Standar	1	9.264	9777465	61563	100.00	100.00	
2.	Gm_Tanah	6	9.261	1463929	62337	51.217	54.791	0.019
3.	G0_Tanah	5	9.246	75350	4716	18.208	36.546	0.001
4.	G1_Tanah	6	9.278	716041	43179	55.343	72.403	0.009
5.	G2_Tanah	5	9.272	3692116	232652	81.100	92.871	0.048
6.	G3_Tanah	6	9.243	2732885	168577	50.932	72.066	0.036
7.	Gm_Jerami	7	9.268	1685386	80330	20.166	35.910	0.022
8.	G0_Jerami	9	9.247	329335	15851	16.683	22.011	0.004
9.	G1_Jerami	5	9.281	1805721	58240	48.565	49.521	0.024
10.	G2_Jerami	6	9.261	8116118	393367	79.117	86.173	0.106
11.	G3_Jerami	5	9.253	11228716	504217	81.999	87.008	0.147
12.	Gm_Beras	6	9.274	910740	52779	23.320	30.791	0.012
13.	G0_Beras	5	9.231	706839	44922	65.244	74.240	0.009
14.	G1_Beras	5	9.256	4921219	319220	88.479	92.798	0.064
15.	G2_Beras	6	9.253	7081499	432273	81.950	89.254	0.093
16.	G3_Beras	6	9.221	20770666	1295448	90.097	94.915	0.272

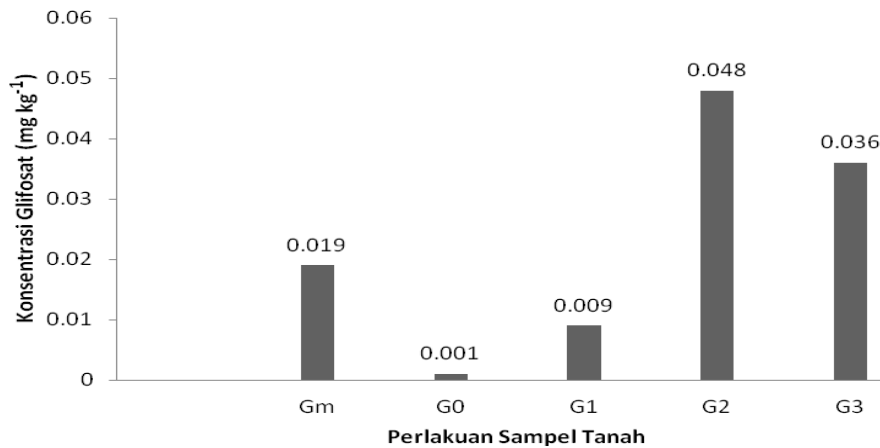
Berdasarkan SNI 7313- 2008 batas residu maksimum glifosat yang ditetapkan pada komoditas beras adalah sebesar 0.1 mg kg⁻¹ (BSN 2008). Akan tetapi, batas standar maksimum untuk jerami dan tanah belum ditetapkan. Jerami padi merupakan salah satu sumber pakan ternak sapi yang banyak dikembangkan oleh masyarakat (Makarim *et al.* 2007). Tercemarnya jerami pada padi akan berakibat residu herbisida glifosat terbawa ke dalam tubuh hewan ternak. Hal tersebut berbeda dengan komoditas jerami jagung segar dan jerami serealialia segar sebagai pakan ternak yang telah ditetapkan batas maksimum residu (BMR) glifosat sebesar 1 mg kg⁻¹ dan 100 mg kg⁻¹.

Hasil analisis laboratorium memperlihatkan bahwa konsentrasi residu glifosat terdapat pada semua perlakuan (Tabel 4). Konsentrasi glifosat tertinggi terdapat pada sampel beras dibandingkan dengan sampel tanah dan jerami. Tingginya konsentrasi glifosat di dalam beras diduga bahan aktif glifosat ikut pada saat terjadinya translokasi hara yang dibutuhkan selama fase generatif tanaman. Pada perlakuan kontrol juga ditemukan residu glifosat di dalam beras namun dalam jumlah relatif lebih kecil (0.009 mg kg⁻¹). Tercemarnya glifosat di pertanaman padi pada perlakuan kontrol diduga akibat aplikasi herbisida glifosat sebelum penelitian ini dilakukan oleh petani atau cemaran yang ada dalam air irigasi. Residu herbisida glifosat diketahui dapat bertahan di dalam tanah selama 6 bulan, dan jangka waktunya dipengaruhi oleh dosis yang

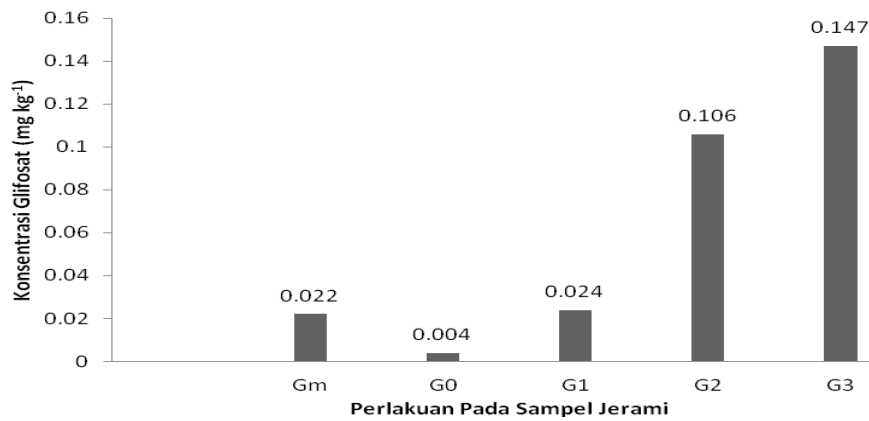
digunakan, faktor iklim dan jenis tanah (NPIC 2010). Meskipun tidak menunjukkan kecenderungan yang jelas, dosis herbisida yang lebih rendah dalam penelitian ini juga menunjukkan residu yang lebih rendah (Gambar 1).

Aplikasi glifosat dilakukan 3 minggu sebelum tanam pada perlakuan G1, G2, dan G3. Berdasarkan hasil analisis laboratorium membuktikan perlakuan glifosat pada G2 dan G3 pada sampel tanah menunjukkan konsentrasi residu paling tinggi. Hal ini disebabkan oleh persistensi dan akumulasi glifosat yang pada dosis 3 l ha⁻¹ (G2) sebesar 0.048 mg kg⁻¹ dan 4.5 l ha⁻¹ (G3) sebesar 0.036 mg kg⁻¹. Watts (2009) menyatakan glifosat relatif persisten dengan residu yang dapat bertahan sampai 3 tahun di dalam tanah. Hal tersebut membuktikan bahwa dosis di atas 3 l ha⁻¹ mengakibatkan residu lebih besar di dalam tanah. Sejalan dengan penelitian Bergstrom *et al.* (2011) membuktikan bahwa 59% glifosat yang diaplikasikan tetap bertahan selama 2 tahun di tanah liat, residu glifosat dan AMPA terbatas pada 12 inci bagian atas tanah (top soil).

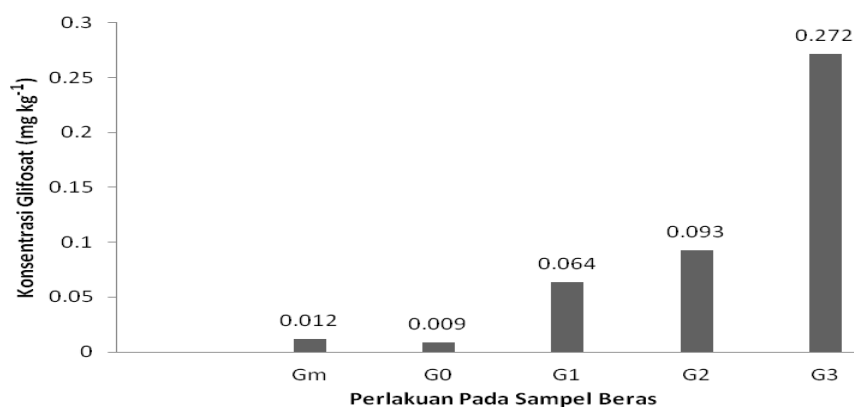
Perlakuan glifosat G2 dan G3 pada sampel jerami memperlihatkan konsentrasi residu tertinggi yaitu masing- masing sebesar 0.106 mg kg⁻¹ dan 0.147 mg kg⁻¹ sedangkan perlakuan G0 dan Gm memperlihatkan kandungan residu terendah yaitu masing-masing sebesar 0.004 mg kg⁻¹ dan 0.022 mg kg⁻¹ (Gambar 2).



Gambar 1. Kandungan residu glifosat dalam sampel tanah pada tiap perlakuan



Gambar 2. Kandungan residu glifosat dalam sampel jerami pada tiap perlakuan



Gambar 3. Kandungan residu glifosat dalam sampel beras pada tiap perlakuan

Kandungan residu glifosat pada perlakuan G3 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain. Konsentrasi residu glifosat perlakuan G3 sebesar 0.272 mg kg⁻¹ (Gambar 3). Kandungan residu glifosat yang terdapat pada perlakuan G3 di atas ambang batas yang telah ditetapkan dapat berakibat terhadap kesehatan manusia apabila dikonsumsi secara terus menerus. Dengan demikian, berdasarkan pertimbangan tersebut

maka penggunaan dosis herbisida di atas 4.5 l ha⁻¹ sebaiknya dihindari. Penggunaan herbisida dalam pengendalian gulma pada tanaman padi dapat dilakukan jika penggunaannya sesuai dengan dosis anjuran yang telah direkomendasikan oleh produsen herbisida yaitu sebesar 1.5 sampai 3 l ha⁻¹.

3.4. Batas Maksimum Residu Glisofat

Tingkat bahaya residu pestisida pada suatu bahan tanaman dapat diketahui dengan melihat batas maksimum residu (BMR). Batas maksimum residu ditentukan oleh pemerintah yang secara hukum diizinkan atau diketahui sebagai acuan dalam menentukan batas ambang konsentrasi senyawa residu yang dapat diterima pada hasil pertanian yang dinyatakan dalam satuan miligram residu pestisida per kilogram hasil pertanian (BSN 2008). Berdasarkan hasil analisis residu herbisida yang dilakukan di laboratorium menunjukkan kandungan residu glifosat pada beberapa sampel yang diuji sebagai berikut: pada sampel tanah kandungan residu berkisar 0.001-0.048 mg kg⁻¹, sampel jerami berkisar 0.004-0.147 mg kg⁻¹ dan sampel beras berkisar 0.009-0.272 mg kg⁻¹.

Berdasarkan batas maksimum residu pada tiga perlakuan yang melewati ambang batas maksimum residu adalah sampel beras. Hal ini berarti bahwa residu glifosat yang terkandung di dalam beras tidak dalam batas aman untuk dikonsumsi dan dapat menimbulkan efek akut terhadap manusia apabila dikonsumsi setiap hari. Untuk mencegah kemungkinan terjadinya gangguan kesehatan pada manusia, residu yang terkandung dalam produk pangan dan pakan tidak boleh melebihi batas yang diijinkan (Djojosumarto 2008).

Standar keamanan pangan yang digunakan yaitu *Acceptable Daily Intake* (ADI). EFSA (2014) menyatakan bahwa *Acceptable Daily Intake* (ADI) adalah perkiraan jumlah zat dalam makanan yang dapat dicerna setiap hari selama seumur hidup tanpa risiko jangka panjang kronis yang cukup untuk setiap konsumen dinyatakan dalam mg/kg secara berat badan. Nilai *Acceptable Daily Intake* (ADI) untuk glifosat yaitu 0.3 mg kg⁻¹ (EC 2002). Dimana nilai ADI glifosat dibagi dengan faktor keselamatan sebesar 100 maka hasilnya 0.003 mg kg⁻¹ berat badan, artinya seseorang (diharapkan) tidak menampakkan gejala gangguan kesehatan jika mengkonsumsi glifosat sebanyak 0.003 mg kg⁻¹ berat badannya. Untuk mengetahui jumlah pestisida yang boleh dikonsumsi per hari dinyatakan dalam *maximum permissible level* (MPL) atau *maximum permissible intake* (MPI) yang dinyatakan dalam mg orang⁻¹ hari⁻¹. Nilai MPL atau MPI adalah ADI dikalikan berat badan orang bersangkutan dimana nilai 0.003 mg kg⁻¹ dikalikan 60 (berat badan rata-rata orang Indonesia dewasa) sama dengan 0.018 mg. Angka MPL sebesar 0.018 mg ini menunjukkan bahwa orang Indonesia dewasa dengan berat badan 60 kg tidak akan menunjukkan gejala keracunan atau menderita gangguan kesehatan jika mengkonsumsi 0.018 mg glifosat per hari.

Salah satu penyakit yang diakibatkan oleh residu glifosat dalam makanan yaitu penyakit Celiac. Penyakit Celiac atau intoleransi gluten adalah masalah yang berkembang di seluruh dunia, terutama di Amerika Utara dan Eropa, di mana sekitar 5% dari populasi sekarang menderita penyakit ini. Penyakit ini mengganggu saluran pencernaan sehingga tak bisa menyerap nutrisi secara baik. Penderita tak bisa mengkonsumsi segala bentuk protein yang berasal dari

gluten, yang banyak di temukan dalam gandum, roti, dan tepung. Gejala termasuk mual, diare, ruam kulit, anemia makrositik dan depresi. Ini adalah penyakit multifaktorial yang berhubungan dengan berbagai kekurangan gizi serta masalah reproduksi dan peningkatan risiko penyakit tiroid, gagal ginjal dan kanker. Penyakit celiac berhubungan dengan ketidakseimbangan bakteri di dalam usus yang disebabkan oleh pengaruh glifosat pada bakteri usus. Karakteristik penyakit celiac terjadinya penurunan banyak enzim sitokrom P450, dimana enzim ini berperan penting dalam detoksifikasi toksin lingkungan, mengaktifkan vitamin D3, mengkatabolis vitamin A, dan mempertahankan produksi asam empedu dan sulfat di dalam usus. Glifosat diketahui menghambat enzim sitokrom P450. Kekurangan zat besi, kobalt, molibdenum, tembaga dan mineral logam lainnya yang berhubungan erat dengan penyakit celiac dapat dikaitkan dengan kemampuan yang kuat glifosat untuk mengikat elemen-elemen tersebut. Kekurangan triptofan, tirosin, metionin dan selenomethionine terkait dengan penyakit celiac dimana terjadinya penurunan asam amino yang disebabkan oleh glifosat (Samsel dan Seneff 2013).

Akan tetapi, menurut Marsidi dan Said (2005) menyatakan bahwa pengandaian terhadap satu nilai ambang batas konsentrasi terhadap tiap individu di dalam jumlah penduduk yang besar merupakan suatu bentuk penyederhanaan. Penduduk secara genetik adalah heterogen dengan sejarah paparan, kondisi penyakit sebelumnya, kondisi nutrisi dan kondisi lainnya yang berbeda. Oleh karena itu, setiap individu mempunyai nilai ambang yang unik. Untuk individu tertentu dalam suatu populasi mungkin mempunyai risiko yang tinggi dan individu lainnya mempunyai kemungkinan mendapatkan risiko yang rendah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: perlakuan Gm dan G1 menghasilkan produksi gabah yang paling tinggi dengan rerata produksi gabah kering giling masing-masing sebesar 938 g m⁻¹ dan 728 g m⁻¹. Perlakuan Gm lebih menguntungkan dengan R/C *Ratio* sebesar 1.84 dengan keuntungan Rp 13.714.000, tetapi penggunaan tenaga kerja lebih banyak dibanding perlakuan G1. Dengan demikian, secara ekonomis perlakuan tanpa olah tanah dapat dilakukan dengan menggunakan glifosat dengan dosis 1.5 l ha⁻¹. Glifosat yang terkandung pada sampel tanah, jerami dan beras membuktikan bahwa penggunaan glifosat secara intensif dapat menimbulkan dampak negatif terhadap aktivitas mikroba tanah, ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit dan residu yang terbawa di dalam tanaman. Kandungan residu glifosat paling tinggi ditemukan pada sampel beras perlakuan G3 (4.5 l ha⁻¹) sebesar 0.272 mg kg⁻¹, nilai tersebut di atas ambang batas maksimum residu yang telah ditetapkan oleh pemerintah yakni sebesar 0.1 mg kg⁻¹. Residu glifosat yang terdapat di dalam makanan tidak dalam

batas aman apabila dikonsumsi setiap hari dan dapat menimbulkan pengaruh buruk bagi kesehatan manusia.

Daftar Pustaka

- [1] [Balingtan] Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, 2007. Petunjuk teknis analisis residu pestisida. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Departemen Pertanian, Pati.
- [2] [Balitan] Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2005. Prospek dan arah pengembangan agribisnis padi [Internet]. Departemen Pertanian. 22 hal. <http://www.pustaka.litbang.deptan.go.id/bppilengkap/bpp05003.pdf> [1 Agustus 2013].
- [3] [Balitan] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2010. Road Map Strategi Sektor Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- [4] [BSN] Badan Standarisasi Nasional, 2008. Batas maksimum residu pestisida pada hasil pertanian. SNI 7313-2008. Jakarta.
- [5] Bangun, P., 1995. Budidaya padi sawah dengan sistem tanpa olah tanah. hlm. 301-305. Dalam M. Utomo, F.X. Susilo, R.J. Dad, Sembodo, Sugianto, H. Susanto, dan A. Setiawan (Ed.). Prosiding Seminar Nasional V Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi, Universitas Lampung-Himpunan Ilmu Gulma Indonesia-Himpunan Ilmu Tanah Indonesia-Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bandar Lampung.
- [6] Bergström, L., E. Börjesson, J. Stenströmet, 2011. Laboratory and lysimeter studies of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in a sand and a clay soil. *J. Environ. Qual.* 40, pp. 98-108. <http://www.soils.orgpublications/jeqpdfs40...9...> [13 Februari 2015].
- [7] Dirjen Bina Produksi Tanaman Pangan Departemen Pertanian, 2001. Kebijakan Pembangunan Pertanian Nasional. Makalah disampaikan pada Konferensi HIGI XV. Surakarta. 17-19 Juli 2001.
- [8] Djojusumarto, P., 2008. Pestisida dan Aplikasinya. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- [9] Effendi I, M. Utomo, 1993. Analisis perbandingan tenaga kerja, produksi dan pendapatan usaha tani kedelai pada sistem tanpa dan olah tanah biasa di Rawa Sragi, Lampung. pp. 247-253. Dalam M. Utomo, I.H. Utomo, dan F.X. Susilo (Ed.). Prosiding Seminar Nasional IV Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi, Universitas Lampung-Himpunan Ilmu Gulma Indonesia-Himpunan Ilmu Tanah Indonesia-Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bandar Lampung.
- [10] [EC] European Commission, 2002. Glyphosate. Health & Consumer Protection Directorate-General. Food Safety: plant health, animal health and welfare. http://ec.europa.eu/food/plant...list1_glyphosate_en.pdf... [13 Mei 2013].
- [11] [EFSA] European Food Safety Authority, 2014. Scientific support for preparing an EU position in the 46th Session of the Codex Committee on Pesticide Residues (CCPR). *EFSA Journal* 12 (7), pp. 3737.
- [12] Helander, M., I. Saloniemi, K. Saikkonen, 2012. Glyphosate in northern ecosystems. *Trends in Plant Science*, pp. 1-6. <http://www.charcoalfinland.fi/Helander%20et%20al.%2> [13 Februari 2015].
- [13] Huber, D., 2010a. What's new in ag chemical and crop nutrient interactions. *Fluid Journal (Official Journal of the Fluid Fertilizer Foundation)* 18 (3), Issue #69. <http://biodynamics2024.com.au...Glyphosate-101.pdf> [13 Februari 2015].
- [14] Huber, D., 2010b. What's new in ag chemical and crop nutrient interactions- Current update. *Proceedings Fluid Fertilizer Forum, Scottsdale, AZ February 14-16, 27. Fluid Fertilizer Foundation, Manhattan, KS.* http://www.soilcoursebuster.com/Huber_at_Fluid_Fert.... [13 Februari 2015].
- [15] [Kementan] Kementerian Pertanian, 2011. Roadmap P2BN Kementerian Pertanian. http://tanaman.pangan.deptan.go.id/doc_upload/44_BAB%20I%20dan%20II.pdf [1 Agustus 2013]
- [16] Komisi Pestisida, 2006. Metode pengujian residu pestisida dalam hasil pertanian. Departemen Pertanian, Jakarta.
- [17] Lamid, Z., G. Adlis, W. Hermawan, 1996. Efikasi herbisida glifosat untuk mengendalikan gulma padi sawah pasang surut tanpa olah tanah. *Prosiding Konferensi Himpunan Ilmu Gulma Indonesia* 13 (2): pp. 657-666.
- [18] Lamid, Z., 1998. Kelayakan teknologi tanpa olah tanah (TOT) pada padi sawah. Makalah disampaikan pada Seminar Sehari PPS Setdal Bimas, Departemen Pertanian, Jakarta, 6 Agustus 1998.
- [19] Lamid, Z., 2001. Laporan Kemajuan Penggunaan Herbisida Polaris 240 AS/Polado 240/105 AS dengan Sistem Tanpa Olah Tanah Jangka Panjang pada Padi Sawah. Kerja Sama Monagro Kimia dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sukarame, Solok.
- [20] Lamid, Z., 2011. Integrasi pengendalian gulma dan teknologi tanpa olah tanah pada usaha tani padi sawah menghadapi perubahan iklim. *Pusat Informasi Pertanian* 4 (1), pp. 24-28.
- [21] Makarim, A. K., Sumarno, Suyamto, 2007. Jerami padi: pengelolaan dan pemanfaatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- [22] Marsidi, R., N. I. Said, 2005. Masalah polutan mikro di dalam air minum dan cara penanggulangannya. *Jurnal Air Indonesia* 1 (2), pp. 123-131. <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JAI/article/view/34> [1 Agustus 2013]
- [23] [NPIC] National Pesticide Information Centre, 2010. Glyphosate: General fact sheet. NPIC is a cooperative agreement between Oregon State University and the U.S. Environmental Protection Agency. <http://www.npic.orst.edu/factsheets/glyphogen.pdf> [13 Mei 2013].
- [24] Pitoyo, J., 2006. Mesin penyiang gulma padi sawah bermotor. *Sinar Tani* 7, pp. 5-11.
- [25] Pramono, J., S. Basuki, Widarto, 2005. Upaya peningkatan produktivitas padi sawah melalui pendekatan pengelolaan Tanaman dan Sumberdaya Terpadu. *Agrosains* 7 (1), pp. 1-6. <http://pertanian.uns.ac.id.../Upaya%20Peningkatan%20Produktivitas%20Padi> [13 Mei 2013].
- [26] Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, 2004. Tanah sawah dan teknologi pengelolaannya. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian, Jakarta.
- [27] Samsel, A., S. Seneff, 2013. Glyphosate, pathways to modern diseases II : Celiac sprue and gluten intolerance. *Interdiscip Toxicol* 6 (4), pp. 159-184. http://people.csail.mit.edu...ITX_2013_06_04_Seneff... [13 Februari 2015].
- [28] Sebayang, H. T., S. Y. Tyasmoro, D. E. Pujyanti, 2002. Pengaruh waktu aplikasi herbisida glifosat dan pengendalian gulma terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (zea mays) sistem tanpa olah tanah. Dalam: S. Hardiastuti, E. K., E. M. Nirmala, Lagiman, D. Kastono, S. Virgawati & A. W. Rizain (eds.) *Prosiding Seminar Nasional Budidaya Olah Tanah Konservasi*. Yogyakarta, 30 Juli 2002, pp. 1-15.
- [29] Soekartawi, 1995. Analisis Usaha Tani. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- [30] Taslim, H., S. Partoharjono, Djunainah, 1989. Bercocok tanam padi sawah. Dalam M. Ismunadji, M. Syam, dan Yuswadi (Ed.). *Padi*, Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- [31] Tjitrosoedirjo, S., I. H. Utomo, J. Wiroatmodjo, 1984. *Pengelolaan Gulma di Perkebunan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [32] Utomo, M., 1995. Reorientasi kebijakan pengolahan tanah. Dalam M. Utomo, F.X. Susilo, Sembodo, R.J. Dad, Sugiatno, H. Susanto, dan A. Setiawan (Ed.). *Prosiding Seminar Nasional V Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi*, Uni-

universitas Lampung-Himpunan Ilmu Gulma Indonesia-
Himpunan Ilmu Tanah Indonesia- Fakultas Pertanian Institut
Pertanian Bogor, Bandar Lampung.

- [33] Watts, M., 2009. Glyphosate. Pesticide action network Asia
and Pacific. 50p.
[http://www.panap.netsites ...monograph_glyphosate.p](http://www.panap.netsites...monograph_glyphosate.p) [13
Mei 2013].