

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN MIKROORGANISME TANAH  
PADA MEDIA AGAR EKSTRAK TANAH YANG DIPENGARUHI  
HERBISIDA GLYFOSAT

**Agustian, Ari Prima Wahyudi, Oktanis Emalinda<sup>1)</sup>**

*Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Unand  
Kampus Limau Manis, Padang-25163*

Abstract

Soil microorganisms have significant role in plant nutrient cycles availability. Repeated glyphosate application and unwise use this herbicide may give an impact in soil microorganism population and create a shift in community structure in soil microcosm. The objectives of this study were to (1) analyze the effects of different glyphosate application rates on soil microorganism population and community structure. The research have done in two series *i.e.* in limed soil extract and unlimed soil extract media. Five treatments and 3 replications arranged in Completely Randomized Design were used in this experiment. The treatments assay were doses of glyphosat application *i.e.* : without glyphosat, 2 ml, 4 ml, 6 ml and 8 ml of glyphosate. Duncan's New Multiple Range Test were used to compare the results obtained in this experiment. Total population obtained in 2 ml application of glyphosate in soil extract agar medium are  $5.6 \times 10^8 \text{ g}^{-1}$  of soil or decreasing  $\pm 50\%$ . If doses of glyphosate increase to 8 ml the total of population diminished  $\pm 75\%$ . The glyphosate application have only influence to fungi population but not to the total population in limed soil extract agar. The diameter of bacteria and fungi colony observed in unlimed or limed soil extract agar media decrease by rising of doses glyphosate application and have the same as the population pattern.

*Key words* : Glyphosate, soil microorganism, Ultisol

Pendahuluan

Dalam strategi pembangunan pertanian di Indonesia, usaha pencapaian swasembada pangan dilakukan dengan penerapan teknologi pertanian yang intensif berupa pemakaian bibit unggul, pupuk buatan dan pestisida dalam pengendalian gulma, hama dan penyakit tanaman merupakan tindakan yang tidak dapat dihindari. Penggunaan pestisida (insektisida dan fungisida) dewasa ini di Indonesia tercatat paling banyak digunakan oleh petani sayuran dan palawija, sedangkan herbisida banyak digunakan pada budidaya tanaman perkebunan dan padi (sawah, gogo, dan rawa/ pasang surut).

Herbisida yang digunakan secara luas di Indonesia antara lain adalah herbisida yang mengandung bahan aktif *glyphosat* yaitu 65% dari total herbisida yang beredar (Lamid dan Azwir, 1997). Glyphosat merupakan herbisida

yang mempunyai spektrum pengendali yang luas dan bersifat tidak selektif. Glyphosat digunakan untuk mengendalikan gulma tahunan, berdaun lebar dan digunakan pada peringkat pra-tumbuh. Dosis yang digunakan berbeda-beda tergantung jenis gulma yang dikendalikan biasanya berkisar antara 6-11 liter ha<sup>-1</sup>. Senyawa ini diserap melalui daun dan diangkut ke dalam semua jaringan tumbuhan. Cara kerjanya mempengaruhi asam nukleat dan sintesis protein (Sastroutomo, 1992). Glyphosat ini angka di lapangan (field rate/ FR) yaitu 0,005 ppm tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan C-biomassa mikrobial dan aktivitas mikroba itu sendiri selama penelitian dilakukan. Tetapi saat dosis ditingkatkan sampai 10 FR menyebabkan adanya perubahan dan penurunan diperdagangkan dengan nama Roundup dan Polaris.

Moenandir (1993) menyatakan bahwa persistensi herbisida dalam tanah merupakan tanda-tanda yang penting bagi herbisida pra-tumbuh. Dekomposisi yang cepat bahan kimia yang fitotoksik tidak akan merusak biji yang dorman. Selanjutnya molekul herbisida dalam larutan tanah juga dapat diabsorpsi atau dimetabolisir oleh mikroorganisme, karena herbisida menyediakan sumber karbon bagi mikroorganisme itu sendiri. Hal ini akan bisa mempercepat proses dekomposisi herbisida yang dapat mengurangi persistensi herbisida dalam tanah itu sendiri. Tingginya persistensi bahan aktif yang dimiliki oleh herbisida akan memberikan efek terhadap populasi mikroorganisme dalam tanah. Moenandir (1990), mengemukakan bahwa dengan semakin banyaknya kandungan unsur-unsur toksik yang ada di dalam tanah akibat pemberian herbisida-herbisida yang relatif tahan terhadap biodegradasi akan sangat menghambat fungsi biodegradasi dari mikroorganisme dan bahkan dapat membunuh mikroorganisme yang ada di dalam tanah itu sendiri.

Perruci dan Scarponi (1996) dari hasil penelitiannya menjelaskan bahwa ketika suatu herbisida Rimsulfuron diaplikasikan pada tanah dengan dosis kandungan biomasa-C mikrobial dan begitu juga dengan aktivitas-aktivitas mikroba lainnya. Penurunan atau perubahan itu sangat drastis mulai dari angka 10 FR dan 100 FR. Dari sini dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan herbisida dengan pemakaian yang intensif dapat merugikan terhadap aktivitas-aktivitas mikroba tanah serta kandungan biomasanya, bahkan dramatisnya dapat menghambat dan membunuh pertumbuhan mikroba tanah sehingga peranannya dalam proses daur ulang unsur hara menjadi hilang. Hasil penelitian yang dilakukan Ka *et al.* (1995) juga menunjukkan terjadinya perubahan keragaman komunitas di dalam tanah bila herbisida 2,4 D digunakan dalam waktu yang lama.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan kajian terhadap sifat represif dari herbisida Polaris berbahan aktif Glyphosat terhadap pertumbuhan dan keragaman komunitas mikroorganisme tanah.

## BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Mei sampai bulan September 2001. Penelitian ini dilaksanakan bertempat di Laboratorium Biologi Tanah dan Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Unand, Universitas Andalas Padang.

Untuk melihat pengaruh herbisida terhadap mikroorganisme tanah maka penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahapan yaitu tahap pertama percobaan pada media kultur ekstrak tanah yang dikapur setara 1x Al-dd dan tidak dikapur dan tahap kedua dilakukan pada media tanah dikapur 1x Al-dd (contoh Ultisol) dalam bentuk percobaan pot di rumah kaca dengan menggunakan tanaman kedelai sebagai indikator. Masing-masing tahap percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. sehingga seluruhnya terdiri dari 15 satuan unit percobaan, penempatan perlakuan dilakukan secara acak lengkap. Dosis herbisida Polaris per liter air sebagai perlakuan adalah : tanpa herbisida, 2 cc per liter air, 4 cc per liter air, 6 cc per liter air, 8 cc per liter air. Herbisida yang telah dilarutkan dalam air tersebut, disemprotkan sebanyak 0,5 ml per petridish. Hasil pengamatan dianalisis secara statistika dengan sidik ragam, jika F hitung besar dari F table 5%, maka dilanjutkan dengan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf nyata 5%.

Pengamatan jumlah populasi dilakukan dengan bantuan haemocytometer pada mikroskop dengan lima tingkat pengenceran. Pengamatan terhadap populasi serta kecepatan tumbuh populasi dilakukan pada media agar selektif untuk jamur dan bakteri. Pada tahap kedua pengambilan sampel tanah untuk pengamatan populasi dilakukan setelah 4 hari penyemprotan herbisida. Penghitungan jumlah populasi dilakukan dengan menggunakan teknik MPN (Most Probable Number).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh takaran herbisida terhadap populasi mikroorganisme tanah

### I. Pengaruh herbisida pada media kultur

#### I.1 Media ekstrak tanah tanpa kapur

Hasil percobaan pada media menggunakan ekstrak tanah yang tidak dikapur menunjukkan bahwa peningkatan takaran herbisida sangat mempengaruhi jumlah populasi bakteri maupun jamur (Tabel 1). Peningkatan takaran herbisida berpengaruh nyata terhadap kemampuan tumbuh bakteri dan jamur. Pada pemakaian herbisida sesuai anjuran umum yaitu 2 cc per liter terlihat populasi bakteri menurun lebih dari 50% sedangkan jamur menurun sebesar  $\pm 30\%$  jika dihitung dari populasi total. Pada takaran herbisida tertinggi yaitu 8 cc per liter ditemukan jumlah populasi bakteri sebanyak  $2.1 \times 10^8 \text{ g}^{-1}$  tanah sedangkan populasi jamur adalah sebesar  $0.4 \times 10^6 \text{ g}^{-1}$  tanah atau dapat dikatakan populasi bakteri menjadi berkurang sebanyak  $\pm 70\%$  dan  $\pm 90\%$  untuk jamur bila dibandingkan tanpa herbisida. Takaran herbisida 8 cc per liter merupakan takaran herbisida yang biasa digunakan di lapangan yang setara dengan 7.2 l/ha.

Peningkatan takaran pemakaian herbisida yang digunakan juga memperlihatkan pengaruh yang nyata terhadap ukuran besar koloni dari isolat yang diamati. Tiga isolat yang dominan muncul dari setiap ekstrak tanah untuk bakteri dan jamur yang dikulturkan pada media diamati perkembangan ukuran koloninya (Tabel 2 dan 3.). Tiga isolat bakteri diberi nama btu1, btu2 dan btu3 dan tiga isolat jamur yaitu Jtu1, Jtu2 dan Jtu3.

Dari Tabel 2. dapat dilihat bahwa ketiga isolat memberikan reaksi yang berbeda terhadap peningkatan takaran herbisida. Di antara ketiga isolat yang diamati isolat btu1 menunjukkan tingkat toleransi yang paling rendah dibandingkan isolat btu2 dan btu3. Isolat btu2 sampai pada takaran 4 cc masih memiliki ukuran koloni yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa herbisida. Peningkatan takaran ke 6 cc justru meningkatkan ukuran koloni tetapi peningkatan lebih lanjut ke takaran 8 cc

menekan ukuran koloni menjadi hanya 0.8 mm setelah 7 hari inkubasi yang merupakan ukuran terkecil di antara ukuran koloni isolat btu2 akibat pemberian herbisida.

Peningkatan takaran herbisida yang digunakan juga mempengaruhi ukuran koloni dari isolat yang diamati seperti terlihat pada Tabel 3. Ketiga isolat yang diamati sangat tidak toleran dengan keberadaan glyfosat dalam media tumbuhnya. Dari ketiga isolat, ukuran koloni terkecil selalu ditemukan pada takaran 8 cc per liter yaitu hanya 2.2 mm untuk isolat Jtu1, 1,3 mm untuk isolat Jtu2 dan 0.3 mm untuk isolat Jtu3.

#### I.2. Media ekstrak tanah dikapur 1x Al-dd

Pada media ekstrak tanah yang dikapur 1x Al-dd penurunan populasi bakteri telah nampak pada perlakuan 2 cc per liter dan terendah ditemukan pada perlakuan 4 cc per liter yaitu sebesar  $0.9 \times 10^8 \text{ g}^{-1}$  tanah tetapi populasi kembali menaik pada perlakuan 6 cc dan tertinggi ditemukan pada perlakuan 8 cc per liter. Namun demikian dari hasil uji statistik hasil yang ditemukan tidak berbeda nyata.

Berbeda halnya dengan populasi bakteri, penggunaan herbisida 2 cc per liter memperlihatkan kenaikan populasi jamur sebesar  $\pm 15\%$  tetapi menurun kembali dengan peningkatan takaran herbisida. Pada takaran 8 cc per liter penurunan populasi adalah sebesar  $\pm 30\%$ . Namun demikian uji statistik terhadap populasi total tidak berpengaruh nyata dengan peningkatan takaran herbisida.

Terhadap ukuran koloni bakteri terlihat bahwa peningkatan takaran herbisida pada media ekstrak tanah dikapur 1x Al-dd mendapatkan respon yang berbeda dari tiga isolat bakteri yang dominan ditemukan. Ukuran diameter koloni isolat btu1 menurun dengan peningkatan herbisida, pada takaran 8 cc per liter ditemukan sebesar 0.7 mm yang merupakan ukuran terkecil diantara perlakuan yang dicobakan sementara diameter koloni bakteri pada perlakuan tanpa herbisida masih bisa

Tabel 1. Pengaruh takaran herbisida terhadap populasi mikroorganisme tanah pada media kultur ekstrak tanah tanpa kapur

Perlakuan <b>Herbisida Polaris</b> (cc per liter)	<b>Populasi</b>		
	Bakteri (x10 <sup>8</sup> g <sup>-1</sup> tanah)	Jamur (x10 <sup>6</sup> g <sup>-1</sup> tanah)	Total (x 10 <sup>6</sup> g <sup>-1</sup> tanah)
0 cc	7.2 a	3.1 a	10.4 a
2 cc	3.2 a b	2.3 b	5.6 b
4 cc	3.1 b	1.0 c	4.1 b
6 cc	2.3 b	0.7cd	2.9 b
8 cc	2.1 b	0.4 d	2.4 b

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

Tabel 2. : Ukuran diameter koloni isolat bakteri (mm) pada media kultur ekstrak tanah tanpa kapur umur 7 hari akibat pengaruh herbisida.

Perlakuan <b>Herbisida Polaris</b> (cc per liter)	<b>Bakteri</b>		
	Isolat btu1	Isolat btu2	Isolat btu3
0 cc	3.8 a	7.2 ab	4.5 a
2 cc	1.4 b	8.5 ab	2.2 ab
4 cc	1.3 b	8.3 ab	3.5 ab
6 cc	0.6 b	14.2 a	1.7 b
8 cc	1.3 b	0.8 b	2.2 ab

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

Tabel 3. : Ukuran diameter koloni isolat bakteri (mm) pada media kultur ekstrak tanah tanpa kapur umur 7 hari akibat pengaruh herbisida.

Perlakuan <b>Herbisida Polaris</b> (cc per liter)	<b>Jamur</b>		
	Isolat Jtu1	Isolat Jtu2	Isolat Jtu3
0 cc	6.3 a	4.3 a	5.7 a
2 cc	4.3 b	2.8 b	3.7 b
4 cc	3.2 c	2.3 c	1.7 c
6 cc	2.3 c	1.7 d	1.5 c
8 cc	2.2 c	1.3 d	0.3 d

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

mencapai ukuran 3 mm. Isolat btu2 ukuran koloninya hanya terhambat pada takaran 2 cc per liter yaitu ukuran koloninya hanya sebesar 2.3 mm sedangkan pada perlakuan tanpa herbisida dapat mencapai ukuran 8.5 mm, tetapi pada takaran herbisida berikutnya ukuran koloni kembali menaik dan tidak berbeda nyata dengan tanpa herbisida.

Untuk isolat btu3 terlihat juga menurun ukuran diameter koloninya seiring dengan peningkatan takaran herbisida namun kembali menaik dimulai pada takaran 6 cc per liter. Namun demikian uji statistik yang dilakukan terhadap peningkatan takaran herbisida Polaris tidak berpengaruh nyata terhadap isolat btu3.

Peningkatan takaran herbisida terhadap diameter koloni jamur terlihat pada Tabel 6. Dari ketiga isolat jamur yang dominan ditemukan dalam setiap percobaan terlihat bahwa peningkatan takaran herbisida menekan secara nyata kecepatan tumbuh koloni dalam media kultur. Isolat Jtu2 merupakan isolat yang paling lambat pertumbuhannya dibandingkan dengan dua isolat lainnya. Setelah 7 hari inkubasi pada takaran herbisida 8 cc per liter isolat Jtu2 memiliki diameter koloni sebesar 0.8 mm diikuti oleh isolat Jtu3 1.5 mm dan Jtu1 3.3 mm.

Dari hasil percobaan pada tahap pertama pada media kultur yang diberi herbisida dapat diamati bahwa herbisida Polaris ternyata mempengaruhi jumlah populasi mikroorganisme (jamur maupun bakteri) yang sudah dapat dilihat mulai dari tingkat takaran yang rendah (Tabel 1.).

Pengaruh ini terlihat lebih tinggi bila tanah tidak dikapur. Jika media yang digunakan mengandung ekstrak tanah dikapur 1x Al-dd penurunan populasi terlihat hanya pada kelompok jamur tetapi tidak mempengaruhi populasi total (Tabel 4.) Hasil yang didapatkan ini jelas menunjukkan bahwa herbisida Polaris tidak hanya dapat membunuh gulma sasaran tetapi juga mempengaruhi populasi mikroorganisme dalam tanah. Pengamatan terhadap ukuran diameter koloni pada media kultur baik dikapur maupun tidak dikapur menunjukkan adanya perbedaan respons antara komunitas dalam kelompok bakteri maupun jamur (Tabel 2,3, 5 dan 6). Hal ini menunjukkan adanya spesies bakteri yang tidak hanya dapat dikatakan toleran tetapi dapat juga dikategorikan sebagai pendegradasi glyfosat (isolat btu2 tabel 2 dan 5). Sementara itu pada kelompok jamur isolat Jtu1 merupakan isolat yang relatif mempunyai toleransi dibanding isolat jamur lainnya.

Penggunaan herbisida polaris agaknya bila dipergunakan terus menerus pada setiap musim tanam dalam waktu yang panjang akan merubah keragaman dan menciptakan terbentuknya komunitas mikroorganisme baru dalam tanah. Dari percobaan yang dilakukan Rueppel *et.al* (19 ) menunjukkan bahwa degradasi glyfosat yang berlangsung secara kimia sangat sedikit sekali. Penelitian yang dilakukan Sprinkle, Meggitt and Penner (1975), Quilty and Geoghegan (1976 menunjukkan bahwa degradasi glyfosat terutama dilakukan oleh mikroflora. Proses dominan yang terjadi menurut Sprinkle,)

Tabel 4. : Pengaruh takaran herbisida terhadap populasi mikroorganisme tanah pada media kultur ekstrak tanah dikapur 1x Al-dd.

Perlakuan	Populasi		
	Bakteri (10 <sup>8</sup> g <sup>-1</sup> tanah)	Jamur (x 10 <sup>6</sup> g <sup>-1</sup> tanah)	Total (x.10 <sup>8</sup> g <sup>-1</sup> tanah)
<b>Herbisida Polaris</b> (cc per liter)			
0 cc	2.5 a	3.1 a	4.3 a
2 cc	1.9 a	2.3 ab	4.0 a
4 cc	0.9 a	1.0 b	2.5 a
6 cc	1.4 a	0.7 b	2.5 a
8 cc	2.9 a	0.4 b	4.1 a

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

Tabel 5. : Ukuran diameter koloni isolat bakteri (mm) pada media kultur ekstrak tanah dikapur 1x Al-dd umur 7 hari akibat pengaruh herbisida.

Perlakuan	Bakteri		
	Isolat btu1	Isolat btu2	Isolat btu3
<b>Herbisida Polaris</b> (cc per liter)			
0 cc	3.0 a	8.5 a	5.5 a
2 cc	1.2 ab	2.3 b	2.2 a
4 cc	1.3 ab	3.2 ab	2.7 a
6 cc	2.8 ab	4.8 ab	4.3 a
8 cc	0.7 b	5.2 ab	5.3 a

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

Tabel 6. : Ukuran diameter koloni isolat jamur (mm) pada media kultur ekstrak tanah dikapur 1x Al-dd umur 7 hari akibat pengaruh herbisida.

Perlakuan	Jamur		
	Isolat Jtu1	Isolat Jtu2	Isolat Jtu3
<b>Herbisida Polaris</b> (cc per liter)			
0 cc	5.3 a	6.0 a	5.0 a
2 cc	4.2 ab	2.8 b	1.8 ab
4 cc	2.3 ab	1.0 b	1.5 b
6 cc	1.3 b	1.3 b	1.2 b
8 cc	3.3 b	0.8 b	1.5 b

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

Meggitt and Penner (1975), Nomura dan Hilton (1977) adalah proses co-metabolisme yaitu mikroorganisme tidak menggunakan glyfosat untuk pertumbuhannya sehingga kecepatan dekomposisi ditentukan oleh produksi enzim untuk dekomposisi. Penambahan glukosa, sarcosine, glycine atau lucerne (*Medicago sativa*) yang dilakukan Moshier and Penner (1978) walaupun meningkatkan aktivitas mikrobia tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap degradasi glyfosat. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini (Tabel ) mengindikasikan.

Percobaan yang dilakukan oleh Ka *et al.* (1995) dengan menggunakan teknik biomolekuler pada lahan pertanian yang menggunakan herbisida 2.4 D selama 4 tahun menunjukkan hal itu. Kondisi ini perlu sebesar ± 75%.

2. Jika digunakan ekstrak tanah yang dikapur 1x Al-dd, pemakaian herbisida hanya mempengaruhi populasi jamur tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap populasi total. Namun demikian terhadap ukuran koloni pada media

diwaspadai mengingat mikroorganisme dalam tanah sangat besar peranannya dalam siklus hara dan ketersediaan hara bagi tanaman. Keragaman komunitas mikroorganisme dalam tanah akan dapat berpengaruh dalam pengendalian penyakit akar tanaman.

#### KESIMPULAN

1. Hasil penelitian pada media kultur dengan ekstrak tanah tanpa kapur menunjukkan populasi total pada pemakaian herbisida 2 cc per liter adalah sebanyak  $5.6 \times 10^8 \text{ g}^{-1}$  tanah atau telah menurunkan populasi total sebesar ± 50% dan jika takaran dinaikkan menjadi 8 cc per liter, populasi total berkurang Graham, J.H. and D.J. Mitchell. 1998. Biological Control of Soilborne Plant Pathogens and Nematodes. *In*. Principles and Applications of Soil Microbiology (Eds). Sylvia, D., J.J Fuhrmann, P.G. Hartel, dan D.A. Zuberer pp. 427-446.

kultur dikapur atau tidak dikapur tetap menunjukkan pola penurunan yang sama dengan jumlah populasi.

#### SARAN

Dari penelitian pada media kultur ini telah diketahui bahwa terdapat pengaruh yang nyata herbisida Polaris terhadap total populasi mikroorganisme tanah maka dari hasil penelitian dapat disarankan: 1) perlu dilakukan penelitian lanjutan yang lebih seksama untuk melihat pengaruh herbisida yang disemprotkan pada tanah terhadap fisiologis mikroorganisme tanah 2) lebih lanjut juga perlu dilakukan percobaan yang sama dengan menggunakan tanaman indikator.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bichat, F., G.K. Sims, and R.L. Mulvaney. 1999. Microbial utilization of heterocyclic nitrogen from atrazine. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63: 100-110
- Boyle, J.J., and J.R. Shann. 1995. Biodegradation of phenol 2,4-DCP, 2,4-D, and 2,4,5-T in field-collected rhizosphere and nonrhizosphere soils. *J. Env. Qual.*24: 782-785
- Christopher, S.V., and K.T Bird. 1992. The effects of herbicides on development of *Myriophyllum spicatum* L. cultured in vitro. *J. Env. Qual.*21: 203-207
- Davis, M.A., D.J. Jardine, and T.C. Todd. 1994. Selected pre-emergent herbicides and soil pH effect on seedling blight of grain sorghum. *J. Prod. Agric.* 7 : 269-276.
- Glass, R.L. 1987. Adsorption of glyphosate by soils and clay minerals. *J. Agric. Food Chem.* 35: 497-500
- Ka, J.O., P. Burauel, J.A. Bronson, W.E. Holben, and J.M. Tiedje. 1995. DNA Probe Analysis of Microbial Community Selected in Field by Long-Term 2,4-D Application. *Soil. Sci. Am J.* 59: 1581-1587.
- Lamid, Z. 1996. Perkembangan Pengelolaan Gulma Dewasa ini di Indonesia. *Prosiding HIGI XIII.*
- Lamid, Z dan Azwir. 1997. Tingkat Penggunaan Herbisida Dewasa ini dan Dampaknya terhadap Sumberdaya Lingkungan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sukarami. Solok
- McConnell, J.S., and L.R. Hossner. 1985. pH dependent adsorption Isotherms of glyphosate. *J. Agric. Food Chem.* 33: 1075-1078
- Mortland, M.M., and K.V. Raman. 1967. Catalytic Hydrolysis of some organic phosphate pesticides by copper (II). *J. Agric. Food Chem.* 15: 163-167
- Moenandir, J. 1990. *Fisiologi Herbisida.* Rajawali Press. Jakarta.
- Moenandir, J. 1993. *Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma.* Rajawali Press. Jakarta.
- Perruci, P and Scarponi, L. 1996. Organic chemicals in the environment. *J. of Env. Quality.* Vol. 25/3.
- Sastroutomo. S. Soetikno 1992. *Pestisida, dasar-dasar dan dampak penggunaannya.* Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Smith, A.E., and A.J. Aubin. 1991. Effects of long-term 2,4-D and MCPA field applications on the soil breakdown of 2,2-D, MCPA, mecoprop, and 2,4,5-T. *J. Env. Qual.*20: 436-438