

# Kandungan Bahan Aktif Fomesafen dalam Biji Kedelai dan Kacang Hijau dari Tanaman yang Ditumbuhkan pada Tanah Bekas Paparan Reflex

Murni Dwiati dan Iman Budisantoso

*Fakultas Biologi Unsoed, Karangwangkal, Purwokerto*

Diterima Mei 2004 disetujui untuk diterbitkan September 2004

## Abstract

*A research has been conducted to understand the responses of soybean and mungbean to the persistence of Reflex residuals in soils referring to its active substance contents, i.e. fomesafen, in the plants grown in Reflex-exposed soils. The study was carried out experimentally in glass house from June to November 2003 employing Completely Randomized Design (CRD) with treatments arranged factorial. Two factors were used, the first of which was plant species (soybean and mungbean) while the second was Reflex concentrations (0, 25, 50, 100, and 200 ppm). Each treatment combination was replicated three times. The parameters examined comprised of fomesafen contents in the seeds, number of seeds per pod, weight of 100 seeds, and weight of total seeds. To measure fomesafen contents in the seeds, Gas Liquid Chromatograph with ECD detector and column containing 10% OV-101 chromosorb WHF 80/100 mesh of 2m lengths and 3 mm diameter was applied. Fomesafen residuals in the soils of 5 month persistence had no harmful effect on both soybean and mungbean plants. As well, they had no significant effect on the production variables of both plants. Soybean seeds planted in the 5-month Reflex-exposed soils still contained fomesafen while the corresponding mungbean seeds did not.*

**Keywords:** *fomesafen; soybean seeds; mungbean seeds*

## Pendahuluan

Hasil utama yang diharapkan dari budidaya tanaman kedelai dan kacang hijau adalah biji. Hal ini karena biji kedua tanaman tersebut dapat dikonsumsi oleh manusia sebagai salah satu sumber protein nabati yang cukup penting. Dengan demikian, biji yang dihasilkan perlu diusahakan agar sedapat mungkin terbebas dari berbagai macam bahan berbahaya, termasuk residu herbisida. Pada residu semacam ini dapat terjadi akumulasi bahan kimia yang berasal dari herbisida yang bersangkutan, sehingga dapat menimbulkan efek toksik bagi tanaman dan bagi konsumen. Namun, hingga saat ini belum ada informasi mengenai batas aman kandungan residu fomesafen pada tanaman yang layak dikonsumsi oleh manusia maupun hewan.

Pada areal pertanaman kedelai dan kacang hijau umumnya dijumpai gulma daun lebar, yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman budidaya tersebut. Dalam skala budidaya yang relatif kecil, gulma semacam itu dapat disiangi secara manual menggunakan kored, yang biasanya dilakukan tiga hingga empat kali dalam satu periode penanaman. Akan tetapi, apabila skala budidaya yang digunakan relatif cukup besar, maka cara penanganan seperti itu menjadi tidak efisien lagi sehingga perlu dilakukan aplikasi herbisida. Prabowo & Ismail (1988) mengatakan bahwa herbisida Reflex, yang bersifat pasca tumbuh dapat direkomendasikan untuk mengendalikan gulma daun lebar pada pertanaman kedelai dan kacang hijau.

Dwiati *et al.* (2003) melaporkan Reflex dengan dosis 165 ppm yang diaplikasikan di tanah pada masa keberadaan lima bulan masih mengandung fomesafen sebesar 0,078 fg/g bobot tanah. Selanjutnya dikatakan bahwa herbisida Reflex yang diaplikasikan, baik di tanah maupun melalui seresah gulma *Synedrella nodiflora* dengan masa keberadaan lima bulan, masih mempengaruhi pembentukan biji *S. nodiflora* yang ditumbuhkan kemudian. Hasil analisis biji *S. nodiflora* yang terbentuk pada perlakuan 25 dan 50 ppm masih memperlihatkan adanya kandungan bahan aktif fomesafen di dalam biji, masing-masing sebesar 0,014 dan 0,026 fg/g bobot basah biji.

Masih ditemukannya bahan aktif fomesafen di dalam biji *S. nodiflora* tersebut, mengindikasikan adanya kemungkinan bahwa residu yang sama akan didapatkan pula pada biji kedelai dan kacang hijau yang dihasilkan dari tanaman yang ditumbuhkan pada tanah bekas paparan Reflex. Hal ini berkaitan dengan sifat fisik fomesafen yang akan tetap berada di atas batas bajak sehingga sangat dimungkinkan untuk terserap oleh tanaman kedelai dan kacang hijau. Sementara itu dilaporkan oleh Cobucci *et al.* (1998) bahwa degradasi fomesafen di tanah dengan pH rendah lebih lambat apabila dibandingkan dengan degradasi fomesafen di tanah dengan pH netral atau pH tinggi.

Sementara itu, ICI Plant Protection Division (1982); Dwiati *et al.* (1997) melaporkan bahwa tanah yang telah terpapar oleh Reflex dengan masa keberadaan lima bulan dapat digunakan sebagai media pertumbuhan tanaman kedelai. Hasil penelitian ini semakin memperkuat asumsi bahwa biji kedelai, dan mungkin juga kacang hijau, dapat mengandung fomesafen apabila biji tersebut dihasilkan dari tanaman yang ditumbuhkan pada tanah bekas paparan herbisida Reflex.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon tanaman kedelai dan kacang hijau terhadap persistensi residu herbisida Reflex di dalam tanah, yang dilihat dari kandungan bahan aktif fomesafen di dalam biji yang dihasilkan dari tanaman yang ditumbuhkan pada tanah bekas paparan Reflex. Dengan mengetahui besarnya kandungan bahan aktif fomesafen di dalam biji kedelai dan kacang hijau yang dihasilkan dari tanaman yang ditumbuhkan pada tanah bekas paparan herbisida Reflex, akan dapat diperoleh informasi yang bermanfaat sebagai dasar dalam memberikan rekomendasi penggunaan biji tersebut untuk keperluan konsumsi, baik bagi manusia maupun hewan.

## Materi dan Metode

Bahan penelitian yang digunakan terdiri atas biji kedelai varietas Slamet, biji kacang hijau varietas Walet, dan tanah yang telah terpapar oleh herbisida Reflex selama lima bulan. Adapun peralatan yang digunakan antara lain pot percobaan, semprotan, seperangkat peralatan untuk ekstraksi, kromatografi gas cair dengan detektor ECD (*Electron Capture Detector*) dan kolom berisi 10% OV-101 *chromosorb WHF 80/100 mesh* dengan panjang 2 m dan diameter 3 mm

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan yang disusun faktorial. Dalam hal ini terdapat dua faktor, yaitu faktor I berupa jenis tanaman (kedelai dan kacang hijau) dan faktor II berupa konsentrasi herbisida Reflex (0, 25, 50, 100, dan 200 ppm). Tiap perlakuan diulang tiga kali.

Tanah diambil dari lapangan, digemburkan, dan diaduk hingga rata. Selanjutnya, tanah tersebut dimasukkan ke dalam pot yang berdiameter 25 cm, lalu disiram dengan air dan dibiarkan selama tiga hari.

Tanah yang telah dibasahi selama tiga hari tersebut disemprot dengan herbisida Reflex pada konsentrasi 0, 25, 50, 100, dan 200 ppm. Tanah yang telah terpapar oleh herbisida Reflex ini dibiarkan dalam kondisi kapasitas lapang selama lima bulan, yakni dipertahankan kelembabannya sebesar 51,59% (Budisantoso & Proklamasiningsih, 2003) dengan cara menambahkan air seperlunya agar kandungan herbisida di dalamnya tidak mengalami pengurangan yang signifikan.

Setelah lima bulan, tanah ditanami dengan biji kedelai atau kacang hijau. Lima hari setelah penanaman biji, tanaman dipupuk menggunakan urea sebanyak 0,12 g/pot, TSP 0,23 g/pot, dan KCl 0,23 g/pot. Pada umur 45 hari, tanaman dipupuk kembali dengan urea sebanyak 0,26 g/pot, TSP 0,23 g/pot, dan KCl 0,23 g/pot. Tanaman dipelihara hingga dapat dipanen biji-bijinya.

Biji yang dihasilkan dari tanaman yang ditumbuhkan pada tanah bekas paparan Reflex tersebut dianalisis kandungan bahan aktifnya (fomesafen) menggunakan metode Dwiati (1994) dengan modifikasi sebagai berikut. Biji dikeringanginkan, ditimbang seberat 1 gram. Sampel ditumbuk dan diekstraksi dengan NaOH 0,1 N sebanyak 100 ml. Ekstrak dipanaskan dalam penangas air yang bersuhu 85°C selama 2,5 jam, kemudian

dinginkan. Setelah dingin, ekstrak disaring dan diberi n-heksan sebanyak 10 ml, dikocok sampai homogen, dan dibiarkan selama satu malam. Selanjutnya, fase heksan dibuang. Fase air yang tertinggal diasamkan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sampai dicapai pH kurang dari 2,0. Selanjutnya, ditambahkan NaCl jenuh sebanyak 5 ml, dikocok sampai homogen. Sampel diekstrak dengan 10 ml diklorometan dan dikocok sampai homogen. Fase diklorometan diambil dan dikeringanginkan sampai semua diklorometan habis menguap. Evaporan yang diperoleh ditambah dengan metanol asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5% dalam metanol) sebanyak 15 ml, kemudian *direflux* selama satu jam pada suhu 100°C. Setelah dingin dilakukan ekstraksi dengan petroleum benzin 10 ml. Fase petroleum benzin diuapkan sampai kering. Evaporan ditambah dengan n-heksan dan diinjeksikan ke *Gas Liquid Chromatograph* (GLC) dengan kondisi sebagai berikut. Temperatur kolom 225°C, temperatur injektor 275°C, temperatur detektor 275°C, jenis detektor ECD, laju gas N<sub>2</sub> 30 ml/menit, dan *attenuation* 10.

Parameter yang diamati meliputi kandungan bahan aktif fomesafen di dalam biji, jumlah biji yang terbentuk dalam setiap polong, bobot 100 biji, dan bobot biji total.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji F. Apabila ada beda nyata antar perlakuan, dilakukan pengujian lebih lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

## Hasil dan Pembahasan

Penelitian berlangsung dalam suasana musim penghujan dengan suhu berkisar antara 28°C dan 32°C, kelembaban udara antara 80% dan 96 %, serta iradiasi matahari antara 2.000 dan 15.500 lux. Kondisi semacam ini menyebabkan tanaman kacang hijau dan kedelai mengalami pertumbuhan yang tidak begitu baik. Meskipun tidak setiap hari turun hujan, iradiasi matahari yang kurang kuat mengakibatkan pertumbuhan kedua jenis tanaman tersebut tidak optimal.

Pada tanaman kedelai dan kacang hijau bahan aktif fomesafen di tanah dengan masa keberadaan lima bulan, baik pada dosis letal maupun subletal tidak menunjukkan efek fitotoksik. Skipsey (1997) melaporkan bahwa hilangnya efek fitotoksik dapat terjadi karena adanya detoksifikasi bahan aktif fomesafen yang ikut terserap masuk ke dalam tubuh tanaman atau dijerap oleh senyawa-senyawa yang terdapat di dalam tubuh tanaman. Namun, hasil yang berbeda dilaporkan oleh Dwiati (2003) pada gulma *S. nodiflora*. Dikatakan bahwa bahan aktif fomesafen pada konsentrasi 100 dan 165 ppm dengan masa keberadaan di tanah selama lima bulan masih bersifat toksik pada gulma *S. nodiflora*.

ICI Plant Protection Division (1982) melaporkan bahwa fomesafen memiliki mobilitas yang rendah dalam floem. Keadaan ini akan berpengaruh pada translokasinya di dalam floem dan juga terhadap pemuatan floem (*phloem loading*), yang selanjutnya akan menyebabkan kandungannya di dalam biji mengalami penurunan. Skipsey (1997) mengatakan bahwa mobilitas fomesafen relatif rendah karena bahan aktif ini akan bergabung dengan senyawa homoglutasi yang menyebabkan penambahan berat molekul. Akibatnya, pergerakan fomesafen menjadi lambat.

Dwiati *et al.* (2003) menduga adanya kemungkinan bahwa bahan aktif fomesafen yang terdapat di tanah akan terserap oleh tanaman kedelai sehubungan dengan persistensi herbisida Reflex selama lima bulan. Oleh karena itu, direkomendasikan agar dilakukan penundaan masa penanaman kedelai berkaitan dengan adanya sifat fomesafen yang tetap berada di atas batas bajak. Menurut Hayati (2003) bahan aktif fomesafen dapat mengganggu pertumbuhan tanaman kedelai dan kacang hijau. Anderson (1996) menambahkan bahwa keberadaan residu herbisida di tanah sangat tidak diinginkan karena dapat mengakibatkan pelukaan tanaman sensitif dalam sistem rotasi tanaman; dapat diabsorpsi oleh tanaman budidaya dan terakumulasi di dalam bagian tanaman yang dikonsumsi oleh manusia seperti sayuran, buah-buahan, dan biji-bijian; serta dapat terakumulasi dalam jumlah yang tidak terbatas di dalam air tanah.

Hasil analisis ragam pengaruh residu fomesafen terhadap jumlah biji per polong menunjukkan bahwa konsentrasi herbisida Reflex dan interaksi konsentrasi herbisida

dengan jenis tanaman tidak memberikan perbedaan yang nyata. Akan tetapi, pengaruh jenis tanaman sendiri memberikan perbedaan sangat nyata. Kacang hijau varietas Walet mempunyai 13,13 biji dalam setiap polong, sedang pada kedelai varietas Slamet terdapat 2,13 biji per polong.

Hasil analisis ragam pengaruh residu fomesafen terhadap bobot 100 biji memperlihatkan bahwa konsentrasi herbisida dan interaksi jenis tanaman dengan konsentrasi herbisida tidak memberikan pengaruh nyata sementara faktor jenis tanaman berpengaruh sangat nyata. Bobot 100 biji tanaman kedelai adalah 9,05 gram sedang bobot 100 biji kacang hijau 5,12 gram. Hasil ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan kedelai dan kacang hijau yang ditanam pada media yang tidak mengandung fomesafen. Soenarto & Suprayogi (2002) melaporkan bahwa bobot 100 biji kedelai Slamet yang ditanam tanpa ada fomesafen adalah 12,5 gram. Dengan demikian, bobot 100 biji kedelai Slamet mengalami penurunan sebesar 27,60% akibat pengaruh residu fomesafen. Sementara itu, Kasim & Djunainah (1993) melaporkan bahwa bobot 100 biji kacang hijau Walet yang ditanam tanpa ada fomesafen adalah 6,30 gram. Dengan demikian, bobot 100 biji kacang hijau Walet mengalami penurunan sebesar 18,73% akibat pengaruh residu fomesafen.

Bahan aktif fomesafen yang ikut terserap oleh tanaman kedelai dan kacang hijau walaupun tidak mempengaruhi pertumbuhan (Hayati, 2003) ternyata dapat menekan hasil tanaman kedelai dan kacang hijau. Hal ini menunjukkan bahwa detoksifikasi bahan aktif fomesafen di dalam tanaman kedelai dan kacang hijau memerlukan energi. Menurut Kaufman *et al.* (1976) proses detoksifikasi bahan aktif dapat terjadi dengan cara (1) bereaksi dengan zat-zat yang ada dalam tubuh tumbuhan sehingga terbentuk metabolit yang tidak berbahaya; (2) dijerap oleh zat yang terdapat pada tubuh tumbuhan, misalnya protein, karbohidrat, sehingga berat molekulnya menjadi besar dan akan mempengaruhi pergerakannya; (3) dimasukkan ke dalam vakuola seperti halnya mineral yang berlebih; (4) ditimbun dalam parenkim penimbun dalam jaringan tumbuhan.

Hasil analisis ragam pengaruh residu fomesafen terhadap bobot biji total memperlihatkan bahwa baik konsentrasi herbisida, jenis tanaman, maupun interaksi antara konsentrasi herbisida dan jenis tanaman tidak memberikan beda nyata. Produksi biji kacang hijau lebih banyak apabila dibandingkan dengan produksi biji kedelai.

Hayati (2002) melaporkan bahwa residu Reflex yang terdapat di dalam tanah dengan masa keberadaan lima bulan tidak berpengaruh terhadap variabel pertumbuhan yang dilihat dari parameter jumlah daun, bobot basah dan bobot kering tanaman. Hal serupa dikemukakan oleh Moenandir (1996) bahwa residu herbisida tidak berpengaruh terhadap fase pertumbuhan tanaman budidaya tetapi mungkin berpengaruh terhadap pembentukan atau perkembangan biji sehingga kemampuan biji untuk berkecambah menjadi tidak sempurna. Selanjutnya Hayati (2002) melaporkan bahwa residu Reflex dengan masa keberadaan lima bulan dapat menekan jumlah polong dan jumlah polong berisi pada tanaman kedelai dan kacang hijau tetapi tidak berpengaruh terhadap bobot kering biji kedua tanaman tersebut.

Hasil analisis ragam pengaruh residu terhadap kandungan fomesafen dalam biji kedelai dan kacang hijau memperlihatkan bahwa baik konsentrasi herbisida, jenis tanaman, maupun interaksi konsentrasi herbisida dengan jenis tanaman memberikan perbedaan yang nyata.

Dari hasil uji lanjut (tabel 1) dapat diketahui bahwa residu fomesafen dalam biji kacang hijau yang telah dipanen sudah tidak dapat dideteksi lagi. Dengan perkataan lain, residu fomesafen sudah tidak dijumpai di dalam biji kacang hijau. Hal ini berarti bahwa tanaman kacang hijau mampu mendetoksifikasi fomesafen dengan baik. Ada kemungkinan tanaman kacang hijau dapat melokalisasi bahan aktif fomesafen dalam jaringan tubuh lainnya, sehingga biji kacang hijau yang terbentuk menjadi bebas dari adanya residu fomesafen.

Keadaan yang berbeda terlihat pada tanaman kedelai. Walaupun tanaman kedelai telah melakukan upaya detoksifikasi dalam jaringan tubuhnya melalui konjugasi hGSH sehingga fomesafen berubah menjadi tidak toksik (Skipsey, 1997), dari hasil analisis

kromatografi gas cair ternyata diketahui bahwa fomesafen masih dapat terdeteksi sebesar 0,059 fg/g bobot biji pada dosis 200 ppm. Fomesafen disimpan di dalam jaringan penimbun seperti endosperm. Bahan aktif ini seharusnya lebih dieleminasi lagi agar tidak terdeteksi dengan cara menunda masa tanam kedelai lebih dari lima bulan setelah masa keberadaannya dalam tanah. Penanganan ini perlu dilakukan mengingat biji kedelai relatif lebih banyak dibutuhkan dalam jumlah yang besar apabila dibandingkan dengan biji kacang hijau. Biji kedelai dapat diolah menjadi tahu, susu kedelai, dan minyak kedelai, yang semuanya tidak membutuhkan proses fermentasi. Apabila di dalam bijinya terkandung fomesafen, maka bahan aktif ini akan langsung terambil dan dikonsumsi oleh manusia. Namun, jika biji kedelai diolah dan difermentasikan terlebih dahulu seperti dalam pembuatan kecap, tempe, dan tauco, bahan aktif fomesafen yang ada dalam biji kedelai ikut digunakan dalam metabolisme oleh ragi dan kapang sehingga ada kemungkinan kandungan fomesafennya berkurang.

Tabel 1. Kandungan Fomesafen dalam Biji Kedelai dan Kacang Hijau (fg/g bobot biji)  
Table 1. Fomesafen content in soybean and mung bean seeds (fg/g fresh weight)

| Sumber ragam | Kontrol     | Reflex 25 ppm  | Reflex 50 ppm  | Reflex 100 ppm | Reflex 200 ppm  |
|--------------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Kedelai      | 0,00 a<br>p | 0,00048 a<br>p | 0,00081 a<br>p | 0,02200 b<br>q | 0,05900 b<br>qr |
| Kacang Hijau | 0,00 a<br>p | 0,00 a<br>p    | 0,00 a<br>p    | 0,00 a<br>p    | 0,00 a<br>p     |

**Keterangan:** Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf uji 0,05. Huruf a dan b merupakan tanda beda antar perlakuan secara vertikal, sedangkan huruf p, q dan r merupakan tanda beda antar perlakuan secara horizontal.

Dugaan mengenai persistensi fomesafen di dalam biji kedelai Dwiati *et al.* (2003) ternyata terbukti dengan terdeteksinya residu fomesafen di dalam biji kedelai hasil penanaman pada tanah bekas terpapar oleh Reflex dengan masa keberadaan lima bulan. Hal yang menarik untuk dikaji lebih lanjut adalah proses fisiologi yang dapat menjelaskan fenomena bahwa tanaman kedelai yang relatif tidak terpengaruh pertumbuhannya ternyata masih menyimpan fomesafen di dalam bijinya.

Beberapa alternatif upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kandungan bahan aktif fomesafen pada biji kedelai yang ditanam pada tanah bekas paparan Reflex, antara lain :

1. Masa penanaman kedelai ditunda sampai batas waktu yang aman.
2. Tanah yang terpapar Reflex diberi tambahan bahan organik sisa tumbuhan lain. Hal ini dimaksudkan agar bahan aktif fomesafen dapat dijerap oleh bahan organik.
3. Tanah digenangi sedikit di atas kapasitas lapang agar tercipta kondisi anaerob. Dalam suasana anaerob ini akan banyak mikroorganisme yang dapat tumbuh dan mampu mendegradasi fomesafen.

## Kesimpulan

Residu fomesafen di tanah dengan masa keberadaan lima bulan tidak melukai (*injure*) tanaman kedelai dan kacang hijau serta tidak mempengaruhi variabel produksi kedelai dan kacang hijau. Biji kedelai yang ditanam pada tanah yang terpapar herbisida Reflex selama lima bulan masih mengandung fomesafen. Sementara itu, biji kacang hijau yang ditanam pada tanah yang terpapar herbisida Reflex selama lima bulan sudah tidak mengandung fomesafen lagi, sehingga sudah aman untuk dikonsumsi.

## Daftar Pustaka

- Anderson, L. 1996. Characteristics of seed and seedlings from weeds treated with sublethal herbicide doses. *Weed Research Abstracts* 36(1):55-64.
- Budisantoso, I. dan E. Proklamasiningsih. 2003. Studi berbagai lengas tanah dan teknologi sonic bloom dalam upaya meningkatkan pertumbuhan serta hasil tanaman kedelai. *J. Pembangunan Pedesaan*. 3(2):91-99.
- Dwiati, M., 1994. Detoksifikasi dan distribusi herbisida fusilade dan Reflex pada *Axonopus compressus* (Swartz.) Beauv. dan *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn. Tesis. Fakultas Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Dwiati, M., Rochmatino, dan Kamsinah. 1997. Perubahan herbisida Reflex dan residunya baik di dalam tanah maupun seresah *Synedrella nodiflora*. *Majalah Ilmiah Unsoed* 29230 : 42-50.
- Dwiati, M., Rochmatino, dan A. R. Maharning. 2000. Toksisitas herbisida Reflex dilihat dari kandungan bahan aktif fomesafen dalam tanah dan tubuh gulma *Synedrella nodiflora*. *Biosfera* 17 :1-7.
- \_\_\_\_\_. 2003. Persistensi herbisida reflex dalam tanah dan uji resistensinya pada gulma *Synedrella nodiflora*. Seminar Nasional HIGI ke XVI.
- Hayati, R. 2002. Pengaruh residu herbisida Reflex terhadap pertumbuhan kedelai dan kacang hijau. Skripsi. Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto.
- ICI Plant Protection Division. 1982. Fomesafen Technical Data Sheet.
- Kasim H, dan Djunainah. 1993. Deskripsi Varietas Unggul Palawija. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Departemen Pertanian. Bogor.
- Kaufman, D. D., G. G. Still, G. D. Paulson, and S. K. Bandal. 1976. Bound and conjugated pesticide residues. ACS Symposium Series 29. American Chemical Soc., Washington DC.
- Moenandir, J. 1996. Fisiologi Herbisida. Rajawali Press, Jakarta.
- Pilmoor, J. B. & J. K. Gaunt. 1981. The Behavior and Mode of Action of the Phenoxy Acetic Acid in Plants. In. D.H. Houston & P. R. Roberts (eds.). *Progress in Pesticides Biochemistry*. Vol I. John Wiley & Sons. Inc., New York.
- Prabowo, D. dan T. Ismail. 1988. Fomesafen, herbisida baru untuk mengendalikan gulma berdaun lebar pada kacang penutup tanah dan pertanaman kedelai. *Prosiding Konferensi HIGI 2*: 433-436.
- Skipsey, M., C.J. Andrews, Townson, J. K., Jepson, I., and R. Edwards. 1997. Substrate and thiol specificity of a stress-inducible glutathione transferase from soybean. *FEBS Letters* 409: 370-374.
- Sunarto & Suprayogi. 2002. Kedelai Varietas Unggul Slamet dan Sindoro. Soybean Research and Development Center Unsoed, Purwokerto.