

## ANALISIS KESETIMBANGAN MASSA PROFENOFOS DAN Klorpirifos DALAM UPAYA PENENTUAN POTENSI RESIDU DI AIR PERMUKAAN

### MASS BALANCE ANALYSIS OF CHLORPYRIFOS AND PROFENOFOS IN PADDY FIELD TO FIND THE AMOUNT OF THE RESIDUE IN SURFACE WATER

Anna Fadliah Rusydi<sup>1)</sup>, Priana Sudjono<sup>2)</sup>, dan Katharina Oginawati<sup>3)</sup>

Program Studi Teknik Lingkungan ITB, Jl. Ganesha No. 10 Bandung

Email: <sup>1)</sup>anna.rusydi@gmail.com; <sup>2)</sup>memteq@bdg.centrin.net.id; dan <sup>3)</sup>ogi@elga.net.id

**Abstrak:** Profenofos dan klorpirifos merupakan jenis insektisida yang umum digunakan di persawahan. Penelitian ini mengukur residu profenofos dan klorpirifos yang diaplikasikan di persawahan. Data residu ini digunakan untuk menganalisis pola residu profenofos dan klorpirifos di persawahan terhadap waktu dan kesetimbangan massa profenofos dan klorpirifos. Pengambilan sampel dilakukan pada hari aplikasi dan hari pertama, ketiga, kelima serta ketujuh setelah aplikasi. Pada persawahan dengan aplikasi profenofos, pada hari aplikasi didapatkan residu pada sampel limpasan, lumpur, dan batang-daun berturut-turut 0,1302; 0,1244; dan 2,638 ppm. Residu profenofos pada limpasan tidak terdeteksi lagi pada hari ketujuh setelah aplikasi, tetapi residu profenofos pada lumpur dan batang-daun masih terdeteksi pada hari ketujuh setelah aplikasi. Kesetimbangan massa profenofos saat diaplikasikan adalah sebesar 55,8 % masuk ke sistem persawahan dan sebesar 44,2 % keluar dari sistem persawahan. Pada persawahan dengan aplikasi klorpirifos, pada hari aplikasi ditemukan residu pada sampel limpasan, lumpur, dan batang-daun berturut-turut 0,2605; 0,0589; dan 1,3483 ppm. Residu klorpirifos pada limpasan dan lumpur hanya terdeteksi sampai hari kelima setelah aplikasi, sementara residu klorpirifos pada batang-daun masih terdeteksi sampai hari ketujuh setelah aplikasi. Kesetimbangan massa klorpirifos pada hari aplikasi adalah sebesar 58,4 % masuk ke sistem persawahan dan 41,6 % keluar dari sistem persawahan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa residu profenofos dan klorpirifos terus menurun sampai hari ketujuh setelah aplikasi dan dari hasil perhitungan kesetimbangan massa, profenofos dan klorpirifos yang diaplikasikan cukup banyak keluar dari sistem persawahan.

**Kata kunci:** profenofos, klorpirifos, persawahan, kesetimbangan massa.

**Abstract:** Profenofos and chlorpyrifos are commonly used insecticides in paddy fields. The research was carried out by measuring the residues of profenofos and chlorpyrifos in paddy fields. The residues were analyzed to find the decreasing pattern over time and the mass balance. Samples consist of water, mud, and stalk of paddy. The samples were collected at the applied day and the first, third, fifth, and seventh day after applied. In the profenofos applied-field at the applied day, the residues in water, mud, and stalks of paddy were 0.1302, 0.4974, and 2.6938 ppm respectively. The residue in the water was not detected at seventh day after the application, while the residues in the mud and the stalk of paddy still detected at seventh day after the application. Based on mass balance at applied day, profenofos in paddy field system was 55.8%, while the rest, of about 44.2%, was discarded to the environment. Meanwhile, in chlorpyrifos applied-field at the applied day, the residues in water, mud, and stalks of paddy were 0.2605, 0.0416, and 1,3483 ppm respectively. The residues in the water and the mud only detected until fifth day after the application, while in the stalk of paddy it was still detected until seventh day after the application. Based on mass balance at applied day, chlorpyrifos in the paddy field system was 58.4%, while the rest, of about 41.6%, was discarded to the environment. The research conclude that the residues reduced significantly during seventh day after the application and from the mass balance, profenofos and chlorpyrifos, were largely leave the rice fields system.

**Keywords:** profenofos, chlorpyrifos, paddy fields, mass balance.

## PENDAHULUAN

Pemakaian insektisida merupakan salah satu cara pengendalian hama pertanian yang oleh petani dinilai ampuh karena memberikan dampak yang nyata, cepat, dan mudah didapat. Di balik keuntungan ini, insektisida ternyata membawa masalah pada lingkungan. Aplikasi insektisida akan meninggalkan residu pada udara, air, tanah, dan tanaman pertanian. Tidak semua insektisida yang diaplikasikan tepat mengenai target, berdasarkan penelitian yang dilakukan Food and Fertilizer Technology Center (2005) didapatkan kesetimbangan massa insektisida setelah diaplikasikan adalah sebagai berikut: dengan aplikasi 100% hanya sekitar 15% dari dosis yang diberikan tepat mengenai target, sedangkan sisanya, 85%, terdistribusi ke alam.

Persawahan dianggap sebagai salah satu kegiatan yang memberikan kontribusi terhadap pencemaran lingkungan oleh insektisida. Sistem irigasi pada persawahan bisa menyebabkan residu insektisida terbawa ke sungai dan selanjutnya masuk ke laut. Residu insektisida yang terbawa air juga dapat masuk ke flora dan fauna non-target, mengendap di sedimen, atau lepas ke dalam tanah dan mencemari air tanah.

Profenofos dan klorpirifos merupakan jenis insektisida yang digunakan dalam mengendalikan hama pertanian. Meskipun profenofos dan klorpirifos termasuk insektisida yang tidak persisten tetapi merupakan bahan beracun terhadap lingkungan yang termasuk kedalam kelas toksisitas tingkat ke dua atau *moderately toxic* (<http://ace.ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/>).

Desa Neglasari yang terletak di Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu adalah daerah pertanian yang sebagian besar merupakan persawahan. Penggunaan insektisida selalu dilakukan di persawahan daerah ini. Belum pernah ada penelitian untuk menghitung kesetimbangan massa profenofos dan klorpirifos di persawahan ini sebelumnya. Sedangkan penelitian tentang kesetimbangan massa ini penting untuk mengetahui besarnya persentase profenofos dan klorpirifos yang masuk ke sistem dan keluar dari sistem persawahan.

Pada penelitian ini, perhitungan kesetimbangan massa diawali dengan pengukuran residu profenofos dan klorpirifos pada sistem persawahan. Pengukuran residu dilakukan pada sampel limpasan, lumpur, dan batang-daun tanaman padi. Pengukuran residu profenofos dan klorpirifos pada sistem persawahan ini dilakukan pada hari aplikasi dan hari pertama, ketiga, kelima, serta ketujuh setelah aplikasi. Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui kesetimbangan massa profenofos dan klorpirifos di persawahan ini. Sehingga dapat diperkirakan potensi pencemaran profenofos dan klorpirifos yang dapat terjadi.

## METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di dua persawahan DAS Citarum Hulu, Desa Neglasari, Bandung. Persawahan pertama mengaplikasikan profenofos dan persawahan kedua mengaplikasikan klorpirifos sebagai insektisida.

Dalam penelitian ini dianggap target aplikasi insektisida adalah sistem persawahan, sehingga sampel yang diteliti di sini adalah sampel limpasan, lumpur, dan batang-daun padi. Kesetimbangan massa profenofos dan klorpirifos hanya dihitung pada hari aplikasi, hal ini dilakukan karena kesetimbangan massa profenofos dan klorpirifos di persawahan tidak bersifat konstan.

### a. Metoda dan Waktu Pengambilan Sampel

Sampel lumpur dan batang-daun tanaman padi diambil dari keempat sudut lahan sawah dan dari pertengahan sawah, kemudian sampel sejenis dari satu sawah di kelima titik pengambilan digabung menjadi satu. Metoda pengambilan sampel air limpasan berbeda dengan metoda pengambilan lumpur dan batang-daun. Sampel air limpasan persawahan diambil dari inlet dan outlet pengairan sawah

Sampel dari masing-masing persawahan di ambil setiap hari ke-0, ke-1, ke-3, ke-5, dan ke-7 setelah aplikasi insektisida.

#### **b. Pemeriksaan residu sampel**

Residu dideteksi dengan alat Kromatografi Gas (GC). Sebelum diinjeksikan ke GC, sampel diekstraksi terlebih dahulu dengan metoda Shaker (Komisi Pestisida, 1997). Ekstraksi sampel ini bertujuan untuk mengikat insektisida dalam sampel kedalam pelarut Heksan.

#### **c. Perhitungan Keseimbangan Massa**

Tahap awal untuk menghitung keseimbangan massa profenofos dan klorpirifos pada persawahan adalah menghitung massa profenofos dan klorpirifos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun padi serta massa profenofos dan klorpirifos yang masuk ke persawahan pada hari aplikasi. Selanjutnya, dihitung perbandingan massa profenofos dan klorpirifos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun terhadap massa profenofos dan klorpirifos yang masuk ke sawah penelitian.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sebagian besar insektisida akan tersebar ke lingkungan non sistem. Sebagian kecil lainnya masuk ke lingkungan sistem yaitu persawahan. Sebagian kecil yang masuk ke sistem persawahan ini akan tertinggal di air limpasan persawahan, lumpur persawahan, ataupun batang-daun tanaman padi.

#### **a. Residu Profenofos**

Residu profenofos ditampilkan dalam Tabel 1. Secara garis besar terlihat bahwa residu profenofos tertinggi untuk setiap kali pengamatan terdapat pada batang-daun tanaman padi. Residu profenofos pada sampel ini cenderung menurun hari-hari berikutnya, bahkan di hari ketujuh tinggal 0,2727 ppm. Sedangkan residu profenofos pada air limpasan paling kecil diantara residu profenofos pada dua jenis sampel yang lain, bahkan tidak terdeteksi lagi di hari ketujuh (Tabel 1).

**Tabel 1.** Residu Profenofos Setelah Aplikasi.

Hari ke	Residu Profenofos pada Sampel (ppm)		
	Limpasan	Lumpur	Batang-daun
0	0,1302	0,1244	13,469
1	0,0177	0,1315	14,984
3	0,0151	0,1245	8,240
5	0,0075	0,0994	5,735
7	ttd	0,0984	0,399

Sumber : Hasil Analisis (perhitungan); Keterangan : ttd = tidak terdeteksi.

Pada awal aplikasi, residu profenofos dalam limpasan adalah 0,1302 ppm (Tabel 1), dan pada hari pertama residu profenofos menurun drastis menjadi 0,0177 ppm. Selanjutnya residu profenofos hari ketiga dan kelima berturut-turut adalah 0,0151; 0,0075 ppm, bahkan pada hari ketujuh residu profenofos tidak lagi terdeteksi (Tabel 1).

Residu profenofos pada lumpur sedikit meningkat pada hari sama (Tabel 1). Selanjutnya, residu profenofos menurun secara perlahan hari-hari berikutnya. Pada awal aplikasi, residu profenofos di lumpur persawahan adalah 0,0871 ppm dan sedikit meningkat pada hari pertama menjadi 0,1315 ppm. Pada hari ketiga, residu profenofos menurun menjadi 0,1245 ppm (namun masih lebih tinggi dari residu di hari aplikasi) dan 0,0994 ppm pada hari kelima. Pada hari ketujuh residunya hampir sama dengan residu hari ke lima atau terjadi penurunan residu yang kecil, yaitu menjadi 0,0984 ppm dari 0,0994 ppm (Tabel 1). Residu profenofos menurun secara bertahap.

Data Tabel 1 menunjukkan ada kecenderungan penurunan residu profenofos pada batang–daun padi dari hari ke hari. Pada awal aplikasi, residu profenofos di batang-daun adalah 0,6465 ppm dan sedikit menurun menjadi 0,6353; 0,5892; dan 0,5693 ppm pada hari pertama, ketiga, dan kelima berturut-turut. Bahkan pada hari ketujuh residu profenofos menurun lebih tajam menjadi 0,2727 ppm, diprediksikan pada hari-hari berikutnya residu profenofos di batang-daun tidak akan melebihi hari ketujuh, bahkan mungkin residunya tidak terdeteksi lagi. Pola penurunan residu profenofos pada batang-daun juga menurun secara bertahap.

## b. Residu Klorpirifos

Dalam Tabel 2 diperlihatkan nilai residu klorpirifos di tiap-tiap jenis sampel. Seperti halnya residu profenofos, residu klorpirifos tertinggi untuk setiap kali pengamatan juga terletak pada batang-daun tanaman padi (Tabel 2). Pada awal aplikasi residu klorpirifos pada tanaman padi adalah 0,3991 ppm. Seperti halnya profenofos yang residunya masih terdeteksi pada hari ketujuh, klorpirifos juga terdeteksi pada yang sama, tetapi residunya jauh lebih kecil yaitu 0,0573 ppm dibandingkan residu profenofos. Sedangkan residu klorpirifos pada limpasan air dan lumpur tidak terdeteksi pada hari ke tujuh (Tabel 2).

**Tabel 2.** Residu Klorpirifos Setelah Aplikasi.

Hari ke	Residu Profenofos pada Sampel (ppm)		
	Limpasan	Lumpur	Batang-daun
0	0,2605	0,0589	0,3991
1	0,0270	0,0344	0,3756
3	0,0071	0,0282	0,3049
5	0,0092	0,0142	0,1498
7	ttd	ttd	0,0573

Sumber : Hasil Analisis (perhitungan)

Keterangan : ttd = tidak terdeteksi

Data menunjukkan adanya kecenderungan penurunan residu klorpirifos dalam air limpasan dari hari ke hari (Tabel 2). Pada awal aplikasi, residu klorpirifos dalam air limpasan adalah 0,2605 ppm. Sedangkan pada hari pertama residu klorpirifos menurun drastis menjadi 0,0270 ppm, bahkan pada hari seterusnya residu klorpirifos tidak lagi terdeteksi.

Sejalan dengan kecenderungan penurunan residu klorpirifos di limpasan, residu klorpirifos pada lumpur persawahan juga cenderung menurun dari hari ke hari (Tabel 2). Tetapi penurunan residu klorpirifos pada lumpur terjadi cukup bertahap. Pada awal aplikasi,

residu klorpirifos dalam lumpur adalah 0,0589 ppm. Pada hari pertama residu klorpirifos menurun menjadi 0,0344 ppm, selanjutnya hari ketiga dan kelima penurunan terjadi lebih bertahap, yaitu menjadi 0,0282 ppm dan 0,0142 ppm berturut-turut, bahkan residu klorpirifos tidak terdeteksi lagi pada hari ketujuh.

Tidak berbeda dengan keberadaan residu klorpirifos yang ditunjukkan pada dua sampel sebelumnya, Tabel 2 juga menunjukkan kecendrungan penurunan residu klorpirifos di daun dan batang padi dari hari ke hari. Pada awal aplikasi, residu klorpirifos dalam batang daun adalah 0,3991 ppm, seterusnya menurun menjadi 0,3756; 0,3049; 0,1498; dan 0,0573 ppm pada hari pertama, ketiga, kelima dan ketujuh berturut-turut. Diprediksi residu ini tidak akan melebihi residu pada hari ketujuh yaitu 0,00573 ppm, bahkan mungkin tidak akan terdeteksi pada hari-hari berikutnya.

**c. Kesetimbangan Massa Profenofos**

Tahap awal untuk menghitung kesetimbangan massa profenofos pada persawahan adalah menghitung massa profenofos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun padi serta massa profenofos yang masuk ke persawahan pada hari aplikasi. Selanjutnya, dihitung perbandingan massa profenofos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun terhadap massa profenofos yang masuk ke sawah penelitian.

Massa profenofos pada sistem persawahan dan massa profenofos yang diaplikasikan pada sawah penelitian diperlihatkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Massa profenofos pada sistem persawahan dan yang diaplikasikan pada sawah penelitian.

Hari ke	Massa profenofos pada sistem persawahan (mg)			Massa profenofos pada sawah penelitian (mg)
	Limpasan	Lumpur	Batang-daun	
0	364,56	775,94	53,88	2140
1	8,12	820,56	59,93	
3	10,64	776,88	32,73	
5	5,32	620,26	25,88	
7	ttd	614,02	6,389	

Massa profenofos pada sawah penelitian didapatkan dari hasil perkalian antara konsentrasi profenofos yang dilarutkan dalam pelarut air, yaitu 267,36 mg/L, dengan volume larutan profenofos yang diaplikasikan pada sawah penelitian, yaitu 8 L.

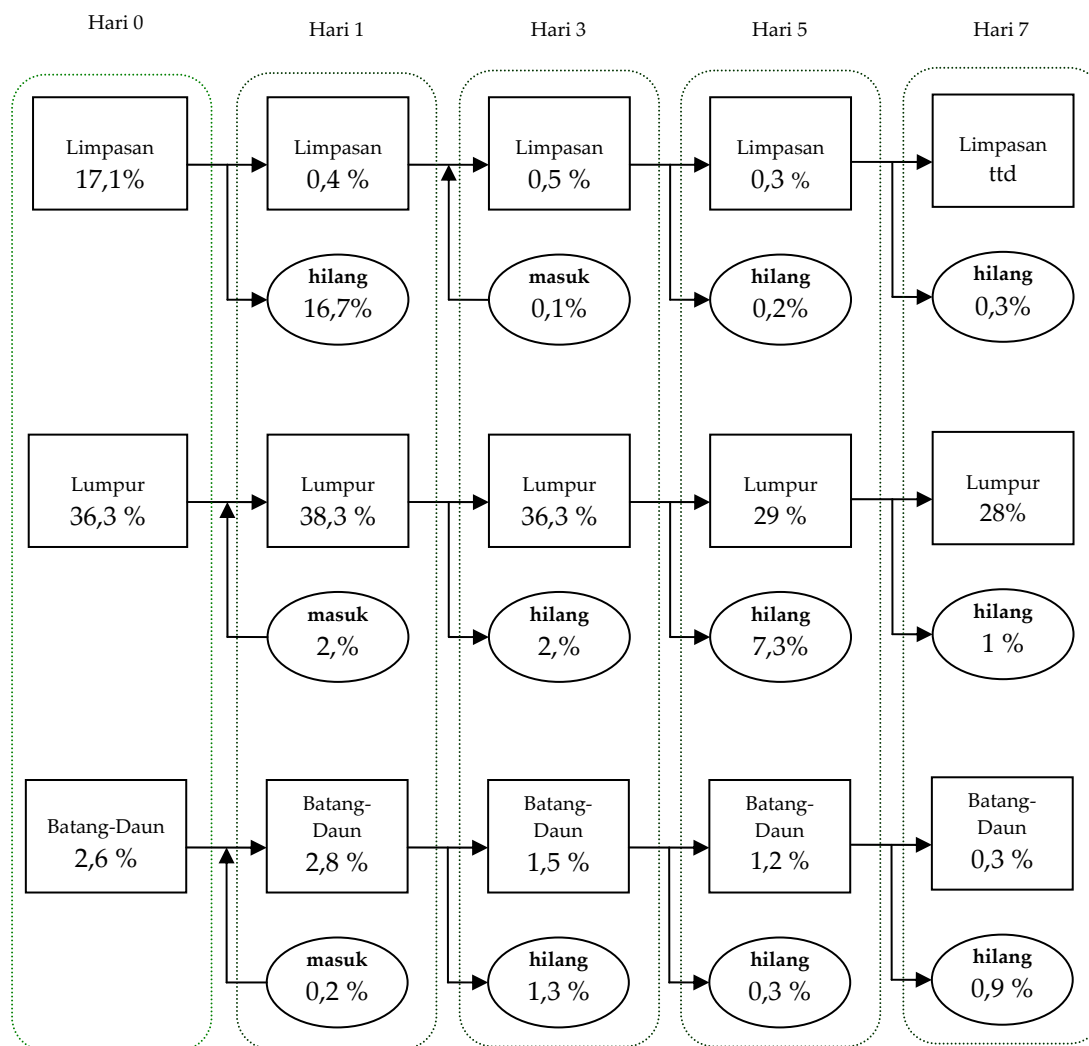
Massa profenofos setiap hari pengambilan sampel pada limpasan, lumpur, dan batang-daun cukup kecil dibandingkan dengan massa profenofos yang diaplikasikan pada sawah penelitian. Pada hari aplikasi, massa profenofos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun berturut-turut adalah 356,56; 775,94; 53,88 mg, sedangkan massa profenofos yang diaplikasikan pada sawah penelitian menunjukkan nilai yang lebih besar yaitu 2140 mg, seperti diperlihatkan pada Tabel 3.

Selanjutnya, massa profenofos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun padi dibandingkan dengan massa profenofos yang diaplikasikan pada sawah penelitian. Perbandingan massa ini diperlihatkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Perbandingan massa profenofos pada sistem persawahan terhadap massa profenofos yang diaplikasikan pada sawah penelitian.

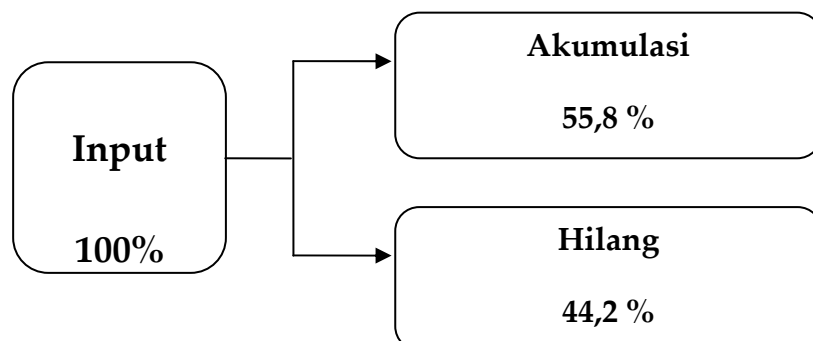
Hari ke	Persentase massa profenofos pada limpasan, lumpur, dan batangdaun padi (%)			
	Limpasan	Lumpur	Batang-daun	Σ
0	17,1	36,3	2,6	55,8
1	0,4	38,3	2,8	41,5
3	0,5	36,3	1,5	38,3
5	0,3	29	1,2	30,5
7	ttd	28,7	0,3	29

Pada hari aplikasi, persentase massa profenofos pada sistem persawahan adalah 17,1; 36,3; dan 2,6 % untuk sampel limpasan, lumpur, dan batang-daun padi berturut-turut, seperti diperlihatkan pada Tabel 4. Nilai ini menunjukkan, saat aplikasi sebesar 17,1 % profenofos masuk ke limpasan, 36,3 % masuk ke lumpur, dan 2,5 % berada di batang-daun padi. Perubahan nilai persentase massa profenofos terhadap waktu diperlihatkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Persentase massa profenofos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun padi.

Pada hari aplikasi, akumulasi persentase massa profenofos pada sistem persawahan adalah 55,8 %. Apabila seluruh profenofos dalam insektisida hanya masuk ke sistem persawahan, akumulasi persentase profenofos pada sistem persawahan adalah 100%. Dengan kata lain, sekitar 44,2 % profenofos keluar dari sistem persawahan. Kesetimbangan massa profenofos pada persawahan saat diaplikasikan digambarkan seperti Gambar 2.



**Gambar 2.** Kesetimbangan massa profenofos di persawahan pada hari aplikasi.

Akumulasi profenofos merupakan jumlah persentase massa profenofos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun padi. dimungkinkan terjadinya penguapan residu profenofos pada permukaan sistem persawahan Profenofos yang keluar dari sistem persawahan cukup besar, yaitu 44,2 %. Hal ini bisa disebabkan metoda aplikasi yang diterapkan memberi peluang terjadi penguapan atau terbawa angin. Metoda aplikasi insektisida yang diterapkan adalah penyemprotan dengan cara diarahkan ketanaman. Pengambilan sampel pada hari aplikasi dilakukan sekitar satu jam setelah penyemprotan insektisida. Pada selang waktu tersebut.

**d. Kesetimbangan Massa Klorpirifos**

Untuk menghitung kesetimbangan massa klorpirifos, terlebih dahulu dibuat perbandingan massa klorpirifos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun terhadap massa klorpirifos yang diaplikasikan pada sawah penelitian.

Massa klorpirifos pada sistem persawahan dan massa klorpirifos yang diaplikasikan pada sawah penelitian diperlihatkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Massa klorpirifos pada sistem persawahan dan yang diaplikasikan pada sawah penelitian.

Hari ke	Massa klorpirifos pada sistem persawahan (mg)			Massa klorpirifos pada sawah penelitian (mg)
	Limpasan	Lumpur	Batang-daun	
0	562,68	58,41	24,27	1106,29
1	14,69	34,12	31,89	
3	3,89	16,85	9,15	
5	4,97	14,04	5,11	
7	ttd	ttd	1,22	

Massa klorpirifos pada sawah penelitian didapatkan dari hasil perkalian antara konsentrasi klorpirifos yang dilarutkan dalam pelarut air, yaitu 157,92 mg/L, dengan volume larutan klorpirifos yang diaplikasikan pada sawah penelitian, yaitu 7 L.

Sama halnya dengan massa profenofos, massa klorpirifos setiap hari pengambilan sampel pada limpasan, lumpur, dan batang-daun cukup kecil dibandingkan dengan massa klorpirifos yang diaplikasikan ke sawah penelitian. Pada hari aplikasi, massa klorpirifos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun berturut-turut adalah 562,68; 58,41; 24,27 mg, sedangkan massa klorpirifos yang diaplikasikan pada sawah penelitian adalah 1106,29 mg, seperti diperlihatkan pada Tabel 5.

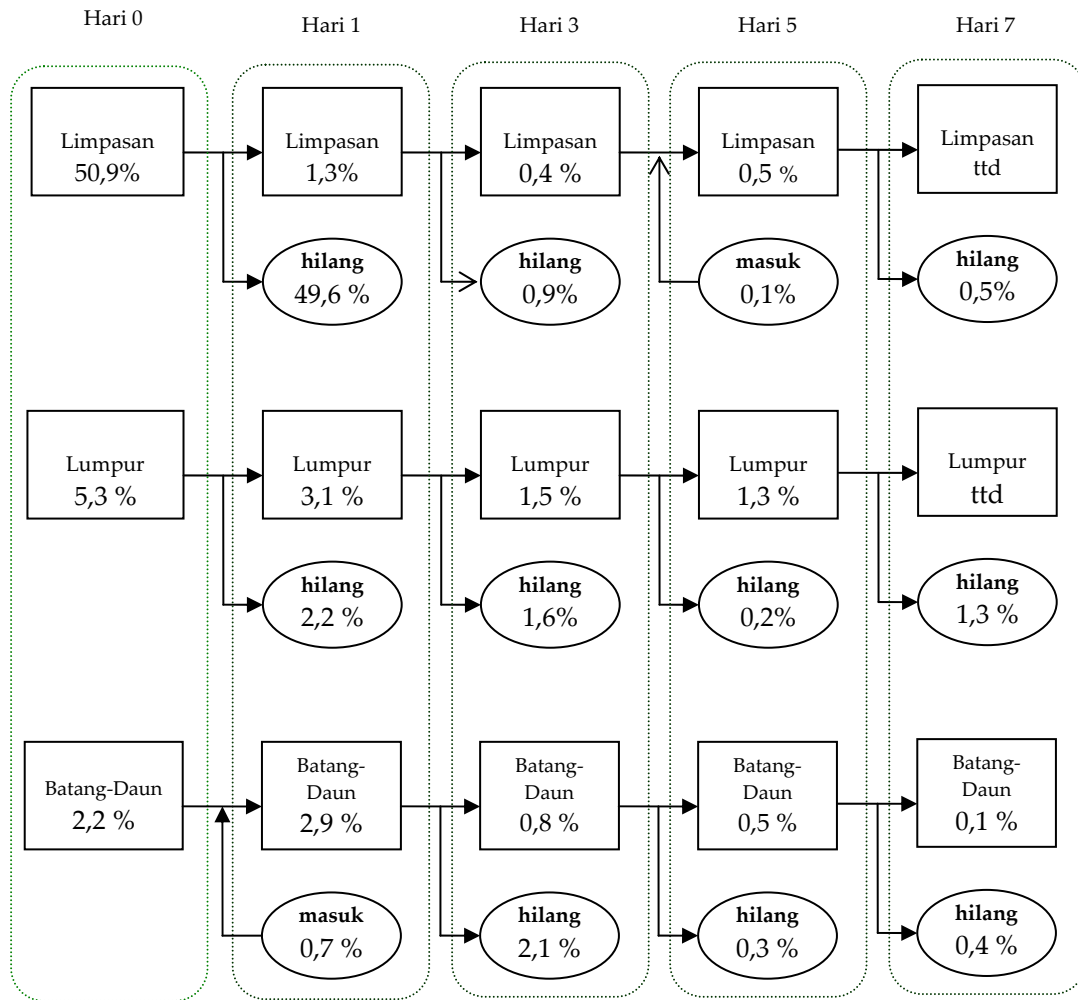
Selanjutnya, massa klorpirifos pada limpasan, lumpur batang-daun dibandingkan dengan massa klorpirifos yang diaplikasikan pada sawah penelitian. Perbandingan massa ini diperlihatkan pada Tabel 6.

Pada hari aplikasi, persentase massa klorpirifos adalah 50,9; 5,3; dan 2,2 % berturut-turut pada limpasan, lumpur, dan batang-daun, seperti diperlihatkan pada Tabel 12. Nilai tersebut menunjukkan saat aplikasi klorpirifos masuk ke limpasan sebesar 50,9 %, 5,3 % masuk ke lumpur, dan 2,2 % berada di batang-daun. Perubahan nilai persentase massa klorpirifos terhadap waktu diperlihatkan pada Gambar 3.

**Tabel 6.** Perbandingan massa klorpirifos pada sistem persawahan terhadap massa klorpirifos yang diaplikasikan pada sawah penelitian.

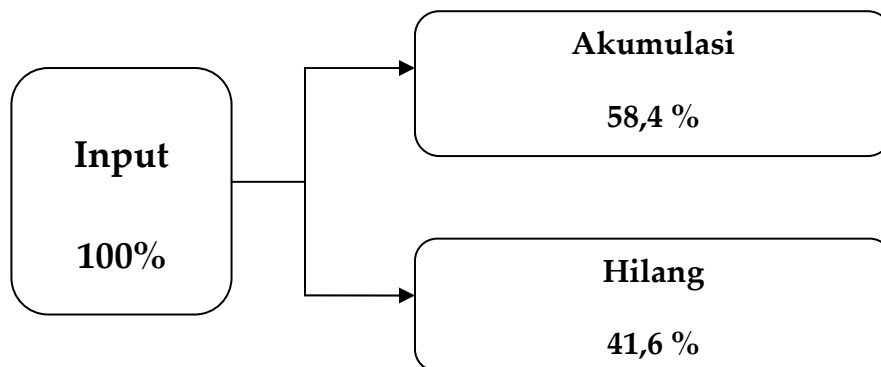
Hari ke	Persentase massa klorpirifos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun padi (%)			
	Limpasan	Lumpur	Batang-daun	$\Sigma$
0	50,9	5,3	2,2	58,4
1	1,3	3,1	2,9	7,3
3	0,4	1,5	0,8	2,7
5	0,5	1,3	0,5	2,3
7	ttd	ttd	0,1	0,1





**Gambar 1.** Persentase massa klorpirifos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun.

Pada hari aplikasi, jumlah persentase massa klorpirifos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun adalah 58,4 %. Apabila seluruh klorpirifos dalam insektisida hanya masuk ke sistem persawahan, jumlah persentase massa klorpirifos adalah 100%. Dengan kata lain sekitar 41,6 % klorpirifos keluar dari sistem persawahan. Kesetimbangan massa klorpirifos pada persawahan pada hari aplikasi digambarkan seperti Gambar 4.



**Gambar 2.** Kesetimbangan massa klorpirifos di persawahan pada hari aplikasi.

Sama halnya dengan kesetimbangan massa profenofos, akumulasi klorpirifos merupakan jumlah persentase massa klorpirifos pada limpasan, lumpur, dan batang-daun padi.

## KESIMPULAN

Penggunaan profenofos dan klorpirifos di persawahan berpotensi meninggalkan residu pada sistem persawahan. Penelitian ini mengukur residu profenofos dan klorpirifos pada sistem persawahan. Data residu ini kemudian dipergunakan untuk menghitung kesetimbangan massa profenofos dan klorpirifos pada hari aplikasi dan untuk mengetahui potensi profenofos dan klorpirifos masuk ke air permukaan.

Pada persawahan dengan aplikasi profenofos, pada hari aplikasi didapatkan residu pada sampel limpasan, lumpur, dan batang-daun berturut-turut 0,1302; 0,1244; dan 2,638 ppm. Residu profenofos pada limpasan tidak terdeteksi lagi pada hari ketujuh setelah aplikasi, tetapi residu profenofos pada lumpur dan batang-daun masih terdeteksi pada hari ketujuh setelah aplikasi. Kesetimbangan massa profenofos saat diaplikasikan adalah sebesar 55,8 % masuk ke sistem persawahan dan sebesar 44,2 % keluar dari sistem persawahan.

Pada persawahan dengan aplikasi klorpirifos, pada hari aplikasi ditemukan residu pada sampel limpasan, lumpur, dan batang-daun berturut-turut 0,2605; 0,0589; dan 1,3483 ppm. Residu klorpirifos pada limpasan dan lumpur hanya terdeteksi sampai hari kelima setelah aplikasi, sementara residu klorpirifos pada batang-daun masih terdeteksi sampai hari ketujuh setelah aplikasi. Kesetimbangan massa klorpirifos pada hari aplikasi adalah sebesar 58,4 % masuk ke sistem persawahan dan 41,6 % keluar dari sistem persawahan.

Residu profenofos dan klorpirifos pada air limpasan dan lumpur bukanlah residu yang permanen, tetapi akan berkurang bahkan tidak terdeteksi lagi dalam beberapa hari setelah aplikasi. Kecuali pada batang-daun, kedua insektisida ini bertahan lebih lama.

## Daftar Pustaka

- AAK. Budidaya Tanaman Padi. Kanisius: Yogyakarta, 1990.
- Henry, Glynn.J dan Heinke, Gary. W. Environmental Science and Engineering. Prentice-Hall, Inc: USA. 1989.
- Kastoer, Yanti dan Sahati. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Universitas Indonesia: Jakarta. 1995.
- Magallona, E.D. \_\_\_\_\_. Impact of Pesticides on Tropical Ecosystems with Emphasis on Rice Production in The Asean Countries. VU University Press: Amsterdam.
- Rich, Linvil. G. Environmental System Engineering. McGraw-Hill, Inc: USA. 1973.
- Soejitno, J, *et al.* Residu Pestisida pada Agroekosistem Tanaman Pangan. Laporan Penelitian Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Sawah. p.82-83. 1999.
- Soemirat, Juli. Toksikologi Lingkungan. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta. 2003.
- Syukri. Kimia Dasar 2. Institut Teknologi Bandung: Bandung. 1999.
- Tarumingkeng, Rudy. Insektisida: Sifat, Mekanisme Kerja, Dan Dampak Penggunaannya. UKRIDA Press: Jakarta. 1992.
- Tejada, A.W, *et al.* Fate And Residues Of Pesticides In Paddy Rice Production In The Philippines. VU University Press: Amsterdam. 1994.
- Thandung, Hendry. Degradasi Klorpirifos Pada Tanah Jenis Liat, Air dan Sedimen di Das Citarum Hulu. Thesis Magister Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Bandung: Bandung. 2006.
- <http://www.agnet.org/library/article/eb520.html>. Food and Fertilizer Technology Center. Impact of Agrochemicals on Soil and Water quality.
- <http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech-Environ/CHROMO/chromintro.html>. Kevin. Chromatography.
- <http://www.epa.gov/>. US Environmental Agency. Organophospat Pesticides in Food-A Primer on Reassessment of Residue Limits. 1995.