

PAIR/P.281/1988.

APLIKASI HERBISIDA 2,4 D-¹⁴C FORMULASI
PENGLEPADAN TERKENDALI PADA *SALVINIA*
MOLESTA DAN GANGGANG HIJAU
(*SPIROGYRA SP.*)

M. Sumatra, P. Sitorus, S. Marusin,
dan Marga Utama

KP. 599.

APLIKASI HERBISIDA 2,4 D- ^{14}C FORMULASI PENGLEPASAN TERKENDALI PADA *SALVINIA MOLESTA* DAN GANGGANG HIJAU (*SPIROGYRA SP*)*

M. Sumatra **, P. Sitorus**, S. Marusin** dan Marga Utama **.

ABSTRAK

APLIKASI HERBISIDA 2,4 D- ^{14}C FORMULASI PENGLEPASAN TERKENDALI PADA *SALVINIA MOLESTA* DAN GANGGANG HIJAU (*SPIROGYRA SP*). Telah dibuat formulasi penglepasan terkendali yang mengandung bahan aktif 2,4 D dan 2,4 D- ^{14}C yang dicampur dengan tepung kanji dan lateks iradiasi. Kadar 2,4 D total dalam formulasi tersebut sebesar 13,5 persen dengan aktivitas jenis 0,11 UCi/mg 2,4 D. Sebanyak 0,765g formulasi tersebut diaplikasikan pada *Salvinia molesta* dan ganggang hijau (*Spirogyra sp*) dalam akuarium berukuran panjang 60 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 40 cm yang berisi 30 l air. Formulasi melepaskan bahan aktif 2,4 D dan 2,4 D- ^{14}C ke dalam air yang kemudian diserap oleh *Salvinia molesta* dan ganggang hijau, sehingga terjadi akumulasi radioaktivitas dalam *Salvinia molesta* dan ganggang hijau. Radioaktivitas dalam *Salvinia molesta* mencapai sekitar 18 kali radioaktivitas dalam air, sedang dalam ganggang hijau mencapai sekitar 79 kali radioaktivitas dalam air. Dosis formulasi yang dipakai dalam percobaan ini dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan *Salvinia molesta*, tetapi tidak mempengaruhi pertumbuhan ganggang hijau.

ABSTRACT

APPLICATION OF CONTROLLED RELEASE FORMULATION OF ^{14}C -2,4 D HERBICIDE ON *SALVINIA MOLESTA* AND GREEN ALGAE (*SPIROGYRA SP*). A controlled release formulation containing active ingredients 2,4 D and ^{14}C -2,4 D mixed with starch powder and irradiated rubber latex was prepared. Total 2,4 D content of the formulation was 13,5 percent with specific activity of 0,11 UCi/mg 2,4 D. The formulation (0.765 g) was applied on *Salvinia molesta* and green algae (*Spirogyra sp*) in an aquarium of the size 60 cm length, 30 cm width, and 40 cm depth containing 30 l of water. The formulation released active ingredients 2,4 D and ^{14}C -2,4 D, which in turn were absorbed by *Salvinia molesta* and green algae. Radioactivity accumulation occurred in *Salvinia molesta* and green algae. Radioactivity in *Salvinia molesta* attained to around 18 times of radioactivity in the water, while in green algae was around 79 times of radioactivity in the water.

* Disampaikan dalam Konferensi IX Himpunan Ilmu Gulma Indonesia, Bogor, 22 - 24 Maret 1988.

** Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta.

The dose applied in this experiment could retard the growth or killed *Salvinia molesta*, but did not effect the growth of the green algae.

PENDAHULUAN

2,4 Diklorofenoksi asam asetat (2,4D) merupakan salah satu herbisida yang paling banyak digunakan di Indonesia. Formulasi 2,4 D yang terdaftar pada Komisi Pestisida antara lain Weedamine, Basagran D-50 EC, Rilof H 500 EC, Esteron 45 P, dan Herbazol (1). Formulasi-formulasi tersebut ada yang berbentuk emulsi pekat (emulsion concentrate) dan ada pula yang berbentuk tepung (powder). Penggunaannya terutama sebagai herbisida untuk gulma berdaun lebar di pertanaman padi dan perkebunan.

Dari percobaan SUMATRA dkk. (2) ternyata 2,4 D dalam bentuk emulsi yang diaplikasikan di sawah relatif cepat mengalami penguraian sehingga hampir tidak meninggalkan residu setelah 2 minggu. Hal ini berarti 2,4 D tidak dapat mencegah pertumbuhan gulma yang timbul dalam waktu 2 minggu setelah aplikasi. Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan untuk mengatasi hal tersebut ialah dengan formulasi 2,4 D penglepasan terkendali (controlled release formulation). Dalam formulasi penglepasan terkendali, bahan aktif dilepaskan secara bertahap sehingga keefektifannya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.

Salah satu sistem formulasi penglepasan terkendali adalah formulasi dengan bahan dasar elastomer yang dicampur dengan herbisida. Sistem ini mulai dikembangkan di Amerika pada tahun 1969 dengan tujuan untuk mengendalikan gulma perairan. Bahan aktif yang digunakan adalah 2,4 D yang dicampur dengan karet alam yang divulkanisasi dengan belerang (3). Dengan sistem tersebut dapat dibuat formulasi yang secara

efektif dapat melepaskan bahan aktif selama 21 sampai 27 bulan.

Dalam penelitian ini telah dicoba membuat formulasi dengan menggunakan campuran bahan aktif 2,4 D bertanda ^{14}C dan bahan elastomer lateks yang diiradiasi dengan sinar gamma, lalu dicobakan pada *Salvinia molesta* dan ganggang hijau.

BAHAN DAN METODE

Bahan Kimia dan Peralatan. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini ialah 2,4 D- ^{14}C (2,4 Diklorofenoksi asam asetat - ^{14}C) dengan aktivitas jenis 12,13 mCi/mmol dan kemurnian radiokimia 98 persen yang diperoleh dari IAEA.

Selain itu digunakan juga 2,4 D tidak radioaktif, tepung kanji, detergen sintetis Dino, dan lateks iradiasi (dosis 30 kGy kadar air 60 persen). Percobaan dilakukan dalam akuarium berukuran panjang 60 cm lebar 30 cm, dan tinggi 40 cm.

Radioaktivitas diukur dengan Liquid Scintillation Counter Beckman model LS 1801, dan sentilator yang digunakan adalah Scinti Verse E dari Fisher Scientific Company. Untuk menentukan radioaktivitas total pada tanaman digunakan Harvey Biological Oxidizer model OX 400.

Pembuatan Formulasi 2,4 D- ^{14}C . Formulasi 2,4 D- ^{14}C dibuat sebagai berikut. Satu gram 2,4 D tidak radioaktif dicampur dengan 110 UCi 2,4 D- ^{14}C , 2 gram tepung kanji, 2,5 ml air, dan 0,16 gram detergen sintetis. Campuran diaduk sampai terbentuk campuran yang homogen (campuran A). Sebanyak 0,16 gram detergen sintetis diteteskan ke dalam 11,3 g lateks iradiasi, kemudian diaduk sampai homogen (campuran B). Campuran A kemudian ditambahkan ke dalam campuran B sambil di aduk sampai homo-

gen (campuran C). Selanjutnya campuran C dituang ke dalam cetakan yang terbuat dari plat kaca berbentuk segi empat panjang berukuran 5 x 10cm yang keempat tepinya dilapisi oleh kaca setebal 2 mm. Campuran yang telah dituang ke dalam cetakan dibiarkan mengering selama 2 hari pada suhu kamar sampai terbentuk lembaran karet kering setebal kurang lebih 2 mm. Berat seluruh lembaran yang diperoleh 7,41 dengan kadar bahan aktif 2,4 D sebesar 13,5 persen. Agar penglepasan bahan aktif dapat terkendali, lembaran karet tersebut dilapisi lateks iradiasi. Pelapisan dilakukan sebagai berikut. Lembaran karet digunting sejumlah yang diperlukan, kemudian dicelupkan ke dalam lateks iradiasi, lalu dikeluarkan untuk dikeringkan pada suhu kamar selama 2 jam. Setelah kering lembaran karet dicelupkan sekali lagi dalam lateks iradiasi, lalu dikeluarkan untuk dikeringkan lagi pada suhu kamar.

Formulasi yang terakhir ini dipakai dalam percobaan selanjutnya. Setelah pencelupan terjadi penambahan berat sebanyak 27 persen dari berat awal lembaran karet.

Pengujian Kecepatan Penglepasan 2,4 D-¹⁴C. Sebanyak 0,101 g formulasi dengan aktivitas 2 629 834 disintegrasi per menit (dpm) dimasukkan ke dalam 2 ml air dalam sebuah tabung reaksi, kemudian dibiarkan selama 24 jam pada suhu kamar. Formulasi kemudian dikeluarkan dari dalam air dan radioaktivitas air diukur. Formulasi tersebut kemudian dimasukkan kembali ke dalam 2 ml air yang lain dan dibiarkan pada suhu kamar selama 24 jam. Selanjutnya formulasi dikeluarkan dari dalam air, dimasukkan ke dalam 2 ml air yang lain dan radioaktivitas air bekas rendaman diukur. Prosedur ini diulangi sampai jangka waktu tertentu dan radioaktivitas air rendaman selalu diukur. Persentase penglepasan rata-rata per hari 2,4 D dari formulasi dihitung berdasarkan rumus :

Kecepatan penglepasan =

$$\frac{\text{radioaktivitas penglepasan total}}{\text{sisia radioaktivitas formulasi sebelumnya} \times \text{waktu}} \times 100\%$$

Aplikasi Formulasi 2,4 D-¹⁴C pada *Salvinia Molesta* dan Ganggang Hijau. Percobaan aplikasi formulasi 2,4 D-¹⁴C dilakukan dalam akuarium berukuran panjang 60 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 40 cm yang diisi dengan 30 l air. Ke dalam akuarium dilarutkan 2 g pupuk NPK. Selanjutnya ke dalam akuarium dimasukkan 1 g ganggang hijau dan *Salvinia molesta* sampai yang terakhir ini menutupi 25 persen permukaan air. *Salvinia molesta* dan ganggang hijau dibiarkan tumbuh selama 10 hari sehingga *Salvinia* menutupi kurang lebih 50 persen permukaan air dan ganggang hijau telah menyebar ke semua permukaan air, dan juga tumbuh menempel di bagian dalam kaca akuarium. Sebanyak 0,765 g formulasi (19 974 000 dpm) kemudian dimasukkan ke dalam akuarium. Percobaan ini menggunakan dua ulangan dan dibandingkan dengan kontrol (tanpa formulasi). Percobaan dilakukan dalam bangunan beratap kaca sehingga terlindung dari hujan sementara sinar matahari secara langsung mengenai tumbuhan. Pertumbuhan dan kematian tumbuhan diamati setiap hari, sedang pengambilan sampel air (3 ml) untuk mengukur radioaktivitasnya dilakukan pada hari ke-1, 3, 8, 15, 21, 28, 35, dan 49 setelah pemberian formulasi.

Pengambilan sampel *Salvinia molesta* (0,5 g) dan ganggang hijau (0,5 g) dilakukan pada hari ke-21, 28, dan 35 setelah pemberian formulasi. Selama percobaan berlangsung volume air dalam akuarium dibuat tetap dengan cara penambahan air untuk menggantikan air yang menguap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecepatan Penglepasan $2,4 D-^{14}C$. Dari hasil pengukuran kecepatan penglepasan $2,4 D-^{14}C$ dapat dilihat bahwa $2,4 D-^{14}C$ dilepaskan secara terus-menerus dari formulasi selama 140 hari percobaan (Tabel 1). Pada hari pertama, kecepatan penglepasan sebesar 8,03 persen dari $2,4 D-^{14}C$ yang terkandung dalam formulasi. Dalam jangka waktu 2 sampai 7 hari kecepatan berkisar antara 4,20 dan 4,88 persen per hari. Kecepatan penglepasan kemudian menurun dari 3,27 sampai 0,59 persen per hari setelah 10 sampai 140 hari. Pada akhir percobaan $2,4 D-^{14}C$ yang tersisa dalam formulasi tinggal 11,7 persen dari kadar awalnya.

Kecepatan penglepasan yang relatif tinggi pada minggu pertama percobaan disebabkan kandungan $2,4 D-^{14}C$ relatif masih tinggi dan $2,4 D-^{14}C$ yang mula-mula dilepaskan adalah yang berada dekat permukaan formulasi. Setelah $2,4 D-^{14}C$ yang dekat permukaan dilepaskan, menyusul dilepaskan $2,4 D-^{14}C$ yang terletak lebih ke dalam.

Pertumbuhan dan Kematian Salvinia Molesta. Dalam waktu 7 hari sejak pemberian formulasi $2,4 D-^{14}C$, tampak daun *Salvinia molesta* menjadi kuning. Tunas daun yang baru tumbuh juga menjadi kuning kecoklat-coklatan. Kemudian secara berangsur-angsur daun tersebut menjadi hitam dan mati. Dalam waktu 14 hari sebagian besar *Salvinia molesta* mati, tetapi ada juga daun baru yang tumbuh namun kecil-kecil dan warnanya kuning. Populasi *Salvinia molesta* yang pada saat pemberian $2,4 D-^{14}C$ menutupi 50 persen permukaan air, setelah 30 hari tinggal sekitar setengahnya dalam kondisi hampir mati (daunnya berwarna kuning kecoklat-coklatan). Di lain pihak *Salvinia molesta* dalam akuarium kontrol terus tumbuh dengan subur dan berwarna hijau sehingga waktu 30 hari seluruh permukaan tertutup olehnya.

Pertumbuhan Ganggang Hijau. Pertumbuhan ganggang hijau pada akuarium kontrol ternyata tidak berbeda dengan pada akuarium yang diberi $2,4\text{ D-}^{14}\text{C}$. Sebagian ganggang hijau terapung menutupi permukaan air bersama-sama *Salvinia molesta* dan sebagian lagi tenggelam di dasar akuarium. Akan tetapi ketika *Salvinia molesta* di akuarium kontrol sudah menutupi seluruh permukaan air, sebagian besar ganggang hijau terdesak dan tenggelam ke dasar akuarium.

Radioaktivitas Air dan Tumbuhan. Radioaktivitas air dan tumbuhan tercantum pada Tabel 2, 3, dan 4. Pada tabel tersebut juga tertera kandungan $2,4\text{ D}$ dalam satuan ppm (part per million) berdasarkan perhitungan $1\text{ mg } 2,4\text{ D}$ setara dengan $0,11\text{ UCi } 2,4\text{ D-}^{14}\text{C}$.

Radioaktivitas air meningkat terus dari hari pertama setelah pemberian formulasi sampai hari ke-28. Hal ini akibat pelepasan $2,4\text{ D } 2,4\text{ D-}^{14}\text{C}$ dari formulasi secara terus-menerus. Sementara terjadi pelepasan $2,4\text{ D-}^{14}\text{C}$, di lain pihak terjadi penyerapan $2,4\text{ D-}^{14}\text{C}$ oleh *Salvinia molesta* dan ganggang hijau yang mengurangi kadar $2,4\text{ D-}^{14}\text{C}$ dalam air. Di samping itu $2,4\text{ D-}^{14}\text{C}$ juga mengalami fotodekomposisi dan metabolisme menjadi $^{14}\text{CO}_2$ (4,5). Hal ini mengurangi jumlah $2,4\text{ D-}^{14}\text{C}$ sistem dalam akuarium.

Sampai dengan hari ke-28 jumlah $2,4\text{ D-}^{14}\text{C}$ yang dilepaskan ke dalam air lebih tinggi daripada yang diserap oleh tumbuhan maupun yang terurai menjadi $^{14}\text{CO}_2$.

Kalau disimak kembali data pada Tabel 1 yaitu tentang kecepatan pelepasan $2,4\text{ D-}^{14}\text{C}$ rata-rata per hari antara hari ke 17 sampai hari ke-31, maka terlihat jumlah rata-rata $2,4\text{ D-}^{14}\text{C}$ yang dilepaskan per hari dari formulasi sebesar 1,42 persen dari sisa radioaktivitas,

yaitu 1 432 051 dpm. Sisa radioaktivitas tersebut merupakan 54,45 persen dari radioaktivitas awal yaitu sebesar 2 629 834 dpm. Berdasarkan data tersebut dapat diperkirakan radioaktivitas yang tersisa pada hari ke-28 dari formulasi yang diberikan dalam akuarium tinggal sekitar 54 persen dari radioaktivitas mula-mula. Setelah hari ke-28 sampai hari ke-49 radioaktivitas dalam air terus menurun. Hal tersebut berarti jumlah radioaktivitas yang diserap oleh tumbuhan dan yang terurai menjadi $^{14}\text{CO}_2$ lebih besar daripada yang dilepaskan dari formulasi.

Dalam *Salvinia molesta* dan ganggang hijau ternyata terjadi akumulasi $2,4 \text{ D-}^{14}\text{C}$. Akumulasi dalam ganggang hijau lebih tinggi daripada dalam *Salvinia molesta* seperti terlihat pada Tabel 3 dan 4. Kadar $2,4 \text{ D}$ rata-rata dalam ganggang hijau berkisar 48,31 dan 70,18 ppm, sedang pada *Salvinia molesta* hanya antara 4,43 dan 16,06 ppm. Jadi ganggang hijau jauh lebih besar mengakumulasi $2,4 \text{ D-}^{14}\text{C}$ daripada *Salvinia molesta*.

Dari pengamatan kematian dan pertumbuhan *Salvinia molesta* dan ganggang hijau terlihat pertumbuhan ganggang hijau pada akuarium dengan $2,4 \text{ D}$ tidak berbeda dengan pertumbuhan pada akuarium kontrol. Sebaliknya, pertumbuhan *Salvinia molesta* sangat terganggu oleh adanya $2,4 \text{ D}$ bahkan sebagian mati. Hal, ini berarti ganggang hijau sangat tahan terhadap $2,4 \text{ D}$.

Kalau diperhatikan rasio rata-rata antara kadar $2,4 \text{ D-}^{14}\text{C}$ dalam *Salvinia molesta* dan ganggang hijau dengan kadar $2,4 \text{ D-}^{14}\text{C}$ dalam air; jelas rasio tersebut terus meningkat dari hari ke-21 sampai hari ke-35. Pada *Salvinia molesta* rasio tersebut meningkat dari 5,13 sampai 18,06, sedang pada ganggang hijau dari 55,87 sampai 78,91. Hal ini menandakan adanya proses penyerapan $2,4 \text{ D-}^{14}\text{C}$ yang terus-menerus dari air ke dalam tumbuhan selama periode tersebut.

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dan pembahsan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Formulasi 2,4 D dan 2,4 D-¹⁴C dengan lateks iradiasi dapat menghasilkan penglepasan 2,4 D dan 2,4 D-¹⁴C secara terkendali. Dilihat dari kecepatan penglepasan 2,4 D-¹⁴C dalam air, dapat diperkirakan bahwa formulasi tersebut dapat efektif menahan pertumbuhan *Salvinia molesta* selama 140 hari.
2. Formulasi yang mengandung 13,5 % 2,4 D dengan dosis 0,765 g dalam 30 l air dapat menghambat pertumbuhan dan mematikan *Salvinia molesta*, tetapi tidak mempengaruhi pertumbuhan ganggang hijau. Dengan kata lain, ganggang hijau lebih tahan terhadap 2,4 D daripada *Salvinia molesta*.
3. Terjadi akumulasi 2,4 D baik pada *Salvinia molesta* maupun pada ganggang hijau. Akumulasi pada ganggang hijau lebih tinggi daripada *Salvinia molesta*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Saudara Hendratno M.Sc. yang telah menyediakan 2,4 D-¹⁴C melalui proyek UNDP.

DAFTAR PUSTAKA

1. DIREKTORAT PERLINDUNGAN TANAMAN PANGAN, Pestisida untuk Pertanian dan Kehutanan, Direktorat Jendral Pertanian Tanaman Pangan, Jakarta (1984) 161.

2. SUMATRA, M., BANGUN, P., dan SUHANDA, Residu herbisida pada sistem mina-padi, Prosiding Konperensi VIII Himpunan Ilmu Gulma Indonesia, Bandung, (MADKAR, O.R., SOEDARSAN, A. dan SASTROUTOMO, S.S., Ed.), Himpunan Ilmu Gulma Indonesia (1986) 223.
3. CARDARELLI, N.F., and CARDARELLI, B.M., Controlled release pesticides : A historical summary and state of art, Joint FAO/IAEA Division of Isotope and Radiation, Application of Atomic Energy for Food and Agriculture Development, Vienna (1982) 19.
4. FRANK, P.A., Herbicidal residues in aquatic environment. In Fate of Organic Pesticides in The Aquatic Environment, (FAUST, S.D., Ed.), American Chemical Society, Washington D.C. (1972) 135.
5. CROSBY, D.G., The photodecomposition of pesticides in water. In Fate of Organic Pesticides in The Aquatic Environment, (FAUST, S.D., Ed.), American Chemical Society, Washington D.C. (1972) 173.

Tabel 1. Persentase radioaktivitas yang dilepaskan dari formulasi

Hari ke-	Lamanya peng- lepasan (hari)	Radioaktivitas for- mulasi (dpm, dihitung)	Radioaktivitas yang dibebaskan (dpm)	Penglepasan per hari (%)
1	1	2 629 834	211 114	8,03
2	1	2 418 720	115 939	4,79
3	1	2 302 781	96 610	4,20
4	1	2 206 171	107 603	4,88
7	3	2 098 568	273 335	4,34
10	3	1 825 233	178 890	3,27
17	7	1 646 343	214 284	1,86
31	14	1 432 059	283 671	1,42
52	21	1 148 388	270 630	1,12
67	15	877 758	165 566	1,26
88	21	712 192	166 264	1,11
102	14	545 928	102 930	1,35
115	13	442 998	79 585	1,38
140	25	363 413	53 821	0,59

Tabel 2. Radioaktivitas dan kadar 2,4 D dalam air setelah pemberian formulasi

Lamanya Aplikasi(hari)	Radioaktivitas (dpm/ml) *	Kadar 2,4 D (ppm) °
1	50 ± 11	0,20 ± 0,04
3	121 ± 13	0,50 ± 0,05
8	186 ± 5	0,76 ± 0,02
21	211 ± 66	0,86 ± 0,27
28	269 ± 29	1,10 ± 0,12
35	217 ± 42	0,89 ± 0,17
49	98 ± 21	0,40 ± 0,08

* Harga rata-rata dari 2 ulangan percobaan disertai simpangan bakunya

Tabel 3. Radioaktivitas dan kadar 2,4 D dalam *Salvinia molesta* setelah pemberian formulasi

Lamanya aplikasi(hari)	Radioaktivitas (dpm/g) *	Kadar 2,4 D (ppm) *	Rasio terhadap radioaktivitas air
21	1082 ± 181	4,43 ± 0,74	5,13
28	2631 ± 1245	10,78 ± 5,10	9,78
35	3918 ± 3096	16,06 ± 12,68	18,06

* Harga rata-rata 2 ulangan percobaan disertai simpangan bakunya

Tabel 4. Radioaktivitas dan kadar 2,4 D dalam ganggang hijau setelah pemberian formulasi

Lamanya aplikasi(hari)	Radioaktivitas (dpm/g) *	Kadar 2,4 D (ppm) °	Rasio terhadap radioaktivitas air
21	11.788 ± 1.865	48,31 ± 7,64	55,87
28	18.654 ± 4.921	76,45 ± 20,15	69,35
35	17.124 ± 2.643	70,18 ± 10,82	78,91

* Harga rata-rata dari 2 ulangan percobaan disertai simpangan bakunya