

PENGENDALIAN GULMA PADA TANAMAN PADI

Hamdan Pane¹ dan Sigit Yuli Jatmiko²

¹Balai Besar Penelitian Tanaman Padi

²Balai Penelitian Lingkungan Pertanian

1. PENDAHULUAN

Gulma merupakan tumbuhan pengganggu yang dapat menurunkan hasil padi bila tidak dikendalikan secara efektif. Di negara yang padat penduduk dan upah tenaga kerja relatif murah, pengendalian gulma biasanya dilakukan secara manual (penyiangan dengan tangan) dan pengaturan air. Saat ini penyiangan dengan tangan sudah mulai ditinggalkan dengan adanya keterbatasan tenaga kerja. Perkembangan selanjutnya, gulma dikendalikan dengan alat sederhana seperti *kored* dan *landak*, lalu secara mekanis, menggunakan alat mesin. Teknologi pengendalian gulma berkembang semakin maju dengan dikembangkannya bahan kimia yang disebut “herbisida”. Penggunaan bahan kimia tersebut dinilai jauh lebih efisien, murah, dan cepat karena hemat tenaga kerja.

De Datta dan Herdt (1983) melaporkan bahwa di daerah pertanian di mana tenaga kerja mahal dan pengelolaan air irigasi yang baik seperti di Jepang, Korea, dan Taiwan, sekitar 75–100% petani sudah menggunakan herbisida. Perkembangan terakhir menunjukkan bahwa pengendalian gulma dengan herbisida yang dikombinasikan dengan kultur teknik (metode pengendalian gulma tidak langsung) terbukti lebih efektif dari penyiangan dengan tangan saja (Chisaka, 1995).

2. KERUGIAN OLEH GULMA

Gulma merupakan salah satu faktor biotik yang menyebabkan kehilangan hasil panen. Gulma menyaingi tanaman dalam pengambilan unsur hara, air, ruang, dan cahaya. Di lahan irigasi, persaingan gulma dengan padi dapat menurunkan hasil padi 10–40%, tergantung pada spesies dan kepadatan gulma, jenis tanah, pasokan air, dan keadaan iklim (Nantasomsaran dan Moody, 1993). Pada tingkat pengelolaan petani, kehilangan hasil padi akibat persaingan dengan gulma berkisar antara 10–15% (Nyarko dan De Datta, 1991; Baltazar dan De Datta, 1992), sementara di Karawang tingkat kehilangan hasil tersebut sebesar 8–12% (Pane *et al.*, 2002). Ini menandakan bahwa penyiangan yang dilakukan petani belum tuntas, karena sewaktu penyiangan, petani sukar membedakan

antara bibit padi dengan gulma yang sangat mirip padi, seperti gulma jajagoan (*Echinochloa crus-galli*) dan jampang pi'it leutik (*Leptochloa chinensis*).

Menurut World Bank (1996) pada tahun 1995, gulma menyebabkan kehilangan hasil panen padi di Asia 50 juta ton, dengan nilai lebih dari US\$10 miliar. Sedangkan menurut Zu Pu Zhang dalam Labrada (2003), kompetitif gulma di Cina menyebabkan kehilangan produksi padi sebesar 10 juta ton setiap tahun.

Madrid (1977) dan Gupta (1984) mengatakan bahwa dalam sistem produksi padi, gulma merugikan petani melalui: (1) peranannya sebagai tumbuhan inang hama dan penyakit tanaman. Tumbuhan inang wereng cokelat (*Nilaparvata lugens*) dan kerdil rumpun (*grassy stunt*) ialah *Cyperus iria* L. (dekeng), *Digitaria adscendens* Henr. (jalamparan), *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. (jajagoan), *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (lulungan), *Leersia hexandra* Sw. (benta). Spesies *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (grintangan) merupakan tumbuhan inang hama ganjur padi, (2) penyumbatan saluran irigasi sehingga pengelolaan air tidak efisien, misalnya *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms. (eceng gondok); (3) mengurangi kualitas hasil panen; (4) bersaing dengan tanaman untuk mendapatkan cahaya, air, hara, dan kebutuhan pertumbuhan lainnya; (5) mengganggu kelancaran pekerjaan petani, misalnya gulma berduri seperti *Amaranthus spinosus* L. (bayam duri), *Mimosa invisa* (L.) (sikejut); dan (6) menurunkan kuantitas dan kualitas hasil panen.

Kehilangan hasil oleh persaingan gulma adalah sekitar 34% pada padi tanam pindah, 45% pada padi “tabela” (tanam benih langsung) di lahan sawah irigasi dan tadah hujan, dan 67% pada padi gogo (De Datta, 1981).

Tingkat persaingan tergantung pada curah hujan, varietas, kondisi tanah, kerapatan gulma, lamanya tanaman dan gulma bersaing, umur tanaman saat gulma mulai bersaing. Oleh sebab itu, secara ekonomi gulma sangat merugikan usaha pertanian karena di antara komponen produksi, biaya untuk pengendalian gulma cukup besar, sering lebih mahal dari biaya pengendalian hama dan penyakit (Gupta, 1984). Tanpa program pengendalian gulma yang baik, petani mustahil memperoleh hasil panen yang tinggi dan menguntungkan (Moody, 1990).

3. PERIODE KRITIS PERSAINGAN GULMA

Setiap jenis bahkan setiap varietas tanaman mempunyai periode kritis yang berbeda dalam persaingannya dengan gulma. Menurut Woolley *et al.* (1993) bahwa awal periode kritis persaingan gulma dapat ditentukan berdasarkan fase pertumbuhan tanaman, yaitu pada saat tingkat kerugian hasil akibat “persaingan” dengan gulma sebesar 5%. Akhir periode kritis persaingan ditandai oleh batas lamanya tanaman “bebas dari persaingan gulma” untuk mencegah penurunan hasil sebesar 5%. Umumnya periode kritis persaingan gulma dimulai sejak tanaman tumbuh sampai sekitar 1/4–1/3 pertama dari siklus hidup tanaman.

Pada padi misalnya, periode kritis persaingan gulma umumnya terjadi sampai umur 40 hari pertama dari siklus hidupnya. Pada fase ini kanopi tanaman padi belum menutup, intensitas cahaya ke permukaan tanah masih tinggi karena kanopi masih terbuka. Biji-biji gulma berkecambah dan tumbuh lebih cepat dari tanaman padi. Pertumbuhan gulma setelah periode tersebut, biasanya tidak menyebabkan tingkat persaingan dan penurunan hasil yang nyata.

Menurut Nyarko dan De Datta (1991) gulma jajagoan sangat peka naungan. Kalau tanaman padi ditanam lebih rapat atau tanaman tumbuh cepat setelah pemupukan, khususnya pemupukan nitrogen sehingga kanopi padi menutupi permukaan tanah, maka gulma jajagoan yang sangat peka naungan akan kalah bersaing dengan tanaman padi.

4. KLASIFIKASI GULMA

Pengenalan gulma di lapangan sangat penting untuk menentukan cara pengendalian yang efektif. Kalau dapat sebaiknya gulma diidentifikasi per spesies, kalau tidak minimal diidentifikasi berdasarkan morfologi bentuk gulma yaitu gulma rumput, teki, dan berdaun lebar.

4.1 Gulma Rumput (*Grasses*)

Umumnya gulma ini termasuk ke dalam famili Gramineae/Poaceae. Tumbuhan tersebut memiliki batang berbentuk bulat kadang-kadang agak pipih, dan kebanyakan berongga. Pada batang menjalar biasanya terjadi pembengkakan batang yang disebut “buku”. Buku akan muncul secara reguler pada panjang ruas tertentu. Helai daun akan muncul berselang-seling dari kedua sisi batang pada setiap buku. Daun terdiri dari pelepah daun dan helai daun. Helai daun biasanya tipis, sempit, dan memanjang. Tepi daun umumnya rata sedangkan urat-urat daun sejajar dengan panjang daun. Lidah/ligula yang berbulu muncul pada batas antara pelepah dan helai daun. Contoh: *Echinochloa crus-galli*, *Cynodon dactylon*, *Leptochloa chinensis*, dll.

4.2 Gulma Teki (*Sedges*)

Umumnya termasuk golongan Cyperaceae. Gulma ini mirip dengan gulma rumput. Batang berbentuk segitiga, kadang-kadang bulat tak berongga. Ligula tidak ada. Pelepah daun menjadi satu membentuk pembuluh pada pangkal batang. Daun-daun tersusun dalam tiga deretan. Teki yang tumbuh tahunan mempunyai umbi atau rizom/rimpang di dalam tanah seperti teki berumbi (*Cyperus rotundus*). Contoh lain: *Cyperus iria*, *C. difformis*, *Fimbristylis miliacea*, dll.

4.3 Gulma Berdaun Lebar (*Broadleaf Weeds*)

Gulma ini tidak tergolong gulma teki dan gulma rumput. Ada yang monokotil dan banyak yang dikotil. Daun melebar sepenuhnya, berbentuk agak bulat atau lonjong dengan urat daun seperti jala tidak teratur. Contoh: *Monochoria vaginalis*, *Limnocharis flava*, *Ludwigia octovalvis*, dll.

Moody (1989) mengidentifikasi 2.049 species gulma padi di 15 negara Asia Selatan dan Asia Tenggara. Dari jumlah ini, 192 spesies terdapat pada padi gogorancah (gora) dan 588 spesies pada padi "tapin" (tanam pindah). Kebanyakan gulma ini tidak menyebabkan kerugian ekonomi yang nyata. Di lahan sawah, spesies gulma yang tumbuh paling banyak sekitar 10 spesies, 3–4 spesies di antaranya tumbuh dominan dan sangat merugikan hasil padi (Moody dan Drost, 1981).

Dari 265 spesies gulma padi di Indonesia, 127 spesies merupakan gulma padi lahan basah, 90 spesies gulma padi lahan kering, dan 48 spesies gulma umum yang terdapat di kedua ekosistem tersebut (Soerjani *et al.*, 1987). Sedangkan menurut Sastroutomo (1994) terdapat 33 jenis gulma yang sering dijumpai tumbuh pada pertanaman padi sawah dengan perincian 10 jenis dari golongan rerumputan, 7 teki-tekian, dan 16 jenis dari golongan gulma berdaun lebar.

Di lahan sawah tadah hujan, keragaman spesies gulma yang tinggi tergantung pada curah hujan, intensitas genangan air, tingkat intensitas pola tanam atau pengelolaan lahannya (Nantasomsaran dan Moody, 1993). Kurang lebih 350 spesies gulma dari 150 genus dan 60 famili (keluarga) dilaporkan sebagai gulma padi. Dari jumlah ini, Poaceae spp. lebih dari 80 species, dan Cyperaceae spp. lebih dari 50 species. Gulma berdaun lebar terdiri dari Alismataceae, Asteraceae, Fabaceae, Lythraceae, dan Scrophulariaceae (Smith, 1981).

Pada padi sawah, gulma yang tumbuh ada yang tergolong tumbuhan C4 seperti *Echinochloa* sp., *L. chinensis*. Sedangkan padi termasuk golongan tumbuhan C3. Tumbuhan C4 mempunyai keunggulan toleran terhadap kondisi panas, arid, intensitas cahaya tinggi, efisiensi konsumsi air tinggi dan efisiensi konsumsi nitrogen tinggi bila dibanding tumbuhan C3 (Nyarko dan De Datta, 1991). Menurut Matsunaka (1979) gulma C3 tumbuh dominan pada kondisi air tergenang, sedangkan gulma C4 tumbuh dominan pada kondisi tanah lembab/kering. Dominasi gulma C4 dan C3 tersebut mencerminkan tingkat penurunan hasil padi. Di lahan sawah irigasi umumnya gulma didominasi oleh gulma C3, karena itu kehilangan hasil lebih kecil dari hasil padi di sawah tadah hujan atau padi gogo yang umumnya didominasi oleh gulma C4.

5. PENGENDALIAN GULMA

Metode pengendalian gulma berbeda dengan pengendalian hama dan penyakit tanaman, karena: (1) komunitas gulma lebih beragam, (2) merugikan tanaman sejak awal sampai panen, (3) gulma berasosiasi dengan hama, patogen, dan musuh alami, dan (4) gulma tumbuh berasosiasi dengan tanaman.

Oleh sebab itu, pengendalian gulma bertujuan untuk: (1) membentuk gulma yang kaya spesies tetapi miskin populasi, sehingga pengendalian cara mekanis maupun dengan cara pergiliran tanaman lebih mudah, dan (2) eradikasi total diarahkan pada gulma jahat. Memfasilitasi adanya interaksi antara faktor biologi, lingkungan, dan cara pengendalian sedemikian rupa agar lingkungan tumbuh lebih menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan pertumbuhan gulma.

Suatu teknik pengendalian gulma harus efisien, ekonomis, dan berkelanjutan, serta berbasis ekologi. Prinsip dasar pengendalian gulma “berbasis ekologi” di antaranya: (a) mempertahankan diversitas spesies gulma tetap tinggi, (b) menerapkan rotasi tanaman yang sesuai, (c) penerapan olah tanah minimum, (d) meningkatkan pengendalian gulma secara mekanis, (e) jenis tanaman yang diusahakan disesuaikan dengan kesuburan tanah, (f) pengomposan pupuk organik yang sempurna agar biji-biji gulma mati, (g) menanam padi yang berdaya saing tinggi, (h) menanam benih murni, dan (i) menciptakan kondisi yang kondusif bagi pertumbuhan tanaman (EFAO, 2008). Dewasa ini pemakaian herbisida cenderung menyederhanakan makna dari PGT (Pengendalian Gulma Terpadu) menjadi pengendalian gulma sederhana. Hal itu berarti bertentangan dengan pengendalian gulma berbasis ekologi.

Teknik pengendalian gulma yang diuraikan berikut dapat diterapkan sesuai dengan kondisi masing-masing ekosistem tempat padi tumbuh. Misalnya, air pengairan dan cara tanam pindah jelas tidak mungkin pada lahan kering. Pengendalian lain yang mungkin diterapkan misalnya pengolahan tanah, pemilihan varietas, cara pemupukan, dan lain-lainnya, merupakan teknologi pengendalian gulma padi yang dapat diterapkan pada ekosistem irigasi, pasang-surut, lahan kering, dan lahan sawah tadah hujan.

Dalam implementasinya, tidak ada satu metode pengendalian pun yang mampu menekan infestasi semua spesies gulma. Suatu teknik pengendalian yang efektif sangat terkait erat dengan spesies gulma sasaran. Pengetahuan tentang biologi atau habitat gulma sangat diperlukan dalam usaha pengendaliannya. Suatu pengamatan yang cermat diperlukan untuk dapat menentukan teknik pengendalian yang paling sesuai, karena satu teknologi tidak hanya terbatas untuk satu ekosistem saja.

6. PENGENDALIAN GULMA DI EKOSISTEM PADI SAWAH

Hasil inventarisasi jenis gulma yang terdapat di lahan sawah menunjukkan sekitar 15 jenis (Tabel 1).

Pengendalian gulma padi di lahan sawah irigasi biasanya merupakan kombinasi antara (a) teknik pengendalian gulma yang tidak langsung seperti pengolahan tanah, pengelolaan air irigasi, cara pemupukan, pengaturan populasi tanaman, dan (b) teknik pengendalian gulma yang langsung seperti cara penyiangan tangan, mekanis, dan penggunaan herbisida.

Tabel 1. Daftar Spesies Gulma yang Umum Tumbuh di Lahan Sawah Irigasi

No	Spesies	Nama Lokal	Famili
Gulma Rumput			
1.	<i>Echinochloa</i> spp.*	Jajagoan; gagajahan; jawan	Poaceae/ Gramineae
2.	<i>Leptochloa chinensis</i>	Bobontengan; timunan; jampang pi'it leutik	Poaceae/ Gramineae
3.	<i>Paspalum distichum</i>	Lamhani; grinting	Poaceae/ Gramineae
4.	<i>Ischaemum rugosum</i>	Jukut randan; kebembem; lalang air	Poaceae/ Gramineae
Gulma Teki			
5.	<i>Fimbristylis milacea</i>	Babawangan; bulu mata munding; adas-adasan; riwit; sunduk welut; tumberan	Cyperaceae
6.	<i>Cyperus difformis</i>	Jukut pendul; jebungan; ramon brendelan	Cyperaceae
7.	<i>Cyperus iria</i>	Rumput menderong; dekeng wangin; rumput jekeng kunyit; umbung	Cyperaceae
8.	<i>Scirpus juncoideus</i>	Kambo mancik; babawangan; kucaya; wawalingan	Cyperaceae
Gulma Berdaun Lebar			
9.	<i>Monochoria vaginalis</i>	Eceng; eceng padi; eceng lembut; eceng leutik; bengok; wewehan; weweyan	Pontederiaceae
10.	<i>Limnocharis flava</i>	Genjer; berek; bengkrok; centongan	Butomaceae
11.	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Cacabean; lakum air; salah nyowo	Onagraceae
12.	<i>Ludwigia adscendens</i>	Pangeor; rubah sila; tapak doro; rubahsila	Onagraceae
13.	<i>Salvinia molesta</i>	Kayambang; kiambang	Salviniaceae
14.	<i>Marsilea crenata</i>	Semanggi	Marsileaceae

*] *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. spp. *hispidula* (Retz.) Honda
E. glabrescens Munro ex Hook.f.
E. oryzoides (Ard.) Fritsch
E. colona

6.1 Pengendalian Gulma Tidak Langsung (*Indirect Method*)

Cara pengendalian ini disebut juga pengendalian secara ekologis, oleh karena menggunakan prinsip-prinsip ekologi, yaitu mengelola lingkungan sedemikian rupa, sehingga mendukung dan menguntungkan pertumbuhan tanaman yang diusahakan tetapi tidak menguntungkan untuk perkembangan infestasi gulma.

Pengendalian gulma tidak langsung merupakan bagian dari komponen teknologi budi daya/kultur teknis yang diterapkan pada tanaman padi. Pengendalian secara kultur teknis adalah cara meningkatkan daya saing padi yang memungkinkan tanaman padi mampu menekan pertumbuhan gulma dengan memodifikasi teknologi tersebut, sehingga gulma tumbuh tertekan.

6.1.1 Pencegahan

Pencegahan merupakan prinsip utama di dalam pengendalian gulma. Di dalam prakteknya petani harus mengusahakan menanam padi dengan menggunakan bahan tanaman yang berupa benih murni dan benih bersertifikat (berlabel). Sanitasi lingkungan sangat penting dilakukan dengan cara tidak membiarkan sumber gulma berada terus di lapangan. Pembuatan pintu air di saluran irigasi sangat berperan mencegah gulma-gulma terapung seperti kiambang, kiapu, eceng gondok, dan lain lain untuk masuk ke dalam petak pertanian. Alat-alat pertanian yang akan digunakan harus diusahakan tidak membawa organ perbanyak gulma tahunan seperti rimpang karena akan menginfestasi lahan berikutnya. Walaupun demikian, penyebaran biji-biji gulma sukar dicegah melalui proses sanitasi alat-alat pertanian karena ukurannya sangat kecil. Petani dianjurkan untuk melakukan eradikasi gulma sebelum gulma yang bersangkutan berbunga. Hal tersebut penting untuk dilakukan karena banyak gulma yang mampu menghasilkan biji yang melimpah, dari satu biji menjadi puluhan bahkan ratusan biji. Menurut Ho dan Zuki (1988) pemotongan bunga gulma dengan sabit atau gunting sebelum menjadi biji mampu menekan kepadatan gulma dari lebih dari 100 malai/m² pada awal pertanian, lalu berkurang menjadi 15 malai/m² pada musim berikutnya.

6.1.2 Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah sering kurang sempurna karena dilakukan dengan sistem borongan. Kedalaman olah tanah dangkal, perataan tanah di dalam petak kurang sempurna, sehingga rimpang gulma tidak mati dan tumbuh kembali. Air irigasi tidak bisa tergenang secara merata, sehingga biji-biji gulma yang tidak terendam air segera berkecambah. Oleh sebab itu, pengolahan tanah sempurna sangat

diperlukan, terutama apabila mempraktekkan sistem tanam "tabela" (tanam benih langsung).

Pada umumnya traktor petani tidak dilengkapi dengan alat bajak, sehingga tanah hanya diolah ringan dengan rotari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan tanah dengan menggunakan traktor tangan baik yang dilengkapi dengan alat bajak atau rotari terbukti bisa berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil padi. Pengolahan tanah yang biasa dilakukan petani, yaitu dengan 2 kali dirotari masih memberikan hasil gabah kering tertinggi dari hasil panen padi yang dibajak 1 kali ditambah 2 kali rotari. Pengolahan tanah pada musim kemarau (MT-2) mempunyai infestasi gulma rendah, berkisar antara 1,0–1,2 t/ha gulma kering. Tetapi pengolahan tanah di musim hujan, infestasi gulma meningkat 3 kali terutama jika diolah ringan, sedangkan bila pada tanah diolah sempurna dapat menurunkan infestasi gulma, sehingga berat kering gulma sekitar 1,6 t/ha. Berdasarkan komposisi flora komunitas gulma yang tumbuh, masing-masing sistem pengolahan tanah mempunyai tipe komunitas tersendiri. Di musim kemarau pada tanah yang diolah sempurna (dibajak 2 kali, 20 dan 10 HBT (hari sebelum tanam), dan rotari 1 kali, 1 HBT) mempunyai tipe komunitas flora gulma seperti *Cyperus difformis*, *Monochoria vaginalis* dan *Marsilea crenata*. Tipe flora komunitas gulma ini ternyata mampu menurunkan hasil panen padi sebanyak 26%. Tanah yang diolah ringan (dibajak 1 kali, 20 HBT, rotari 2 kali, 20 dan 1 HBT) mempunyai tipe flora komunitas gulma *P. distichum*, *J. linifolia*, *C. difformis*, *M. vaginalis*, dan *M. crenata*. Tipe komunitas tersebut dapat menyebabkan hilangnya hasil panen sekitar 31%.

Frekuensi pembajakan dan rotari tidak berpengaruh nyata terhadap hasil padi di musim kemarau (4,6–4,8 t/ha). Sebaliknya di musim penghujan, perlakuan bajak 20 dan 10 HBT, yang diikuti rotari 1 HBT, telah memberikan hasil panen 7,1 t/ha yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan bajak 20 dan 10 HBT, yang diikuti rotari 20 dan 1 HBT yang hanya menghasilkan GKG sebesar 6,4 t/ha (Pane dan Rochmat, 1990).

Penerapan olah tanah konservasi (OTK) pada lahan sawah dengan menggunakan herbisida tergolong teknologi baru. Olah tanah konservasi pada dasarnya sebagai upaya dalam sistem pertanian berkelanjutan dengan sedikit mungkin mengganggu tanah. Sistem ini meliputi TOT (tanpa olah tanah) dan OTR (olah tanah ringan). Keuntungan lain sistem OTK dapat menghemat biaya olah tanah, hemat air dan energi bahan bakar, serta mempercepat waktu tanam. Kendala utama yang dihadapi dalam menerapkan OTK pada budi daya padi ialah memberantas gulma dan singgang (ratun padi) musim sebelumnya. Untuk itu Sembodo dkk. (1995) menyarankan untuk mengendalikan gulma setelah bera atau singgang dengan cara menyemprotkan herbisida isopropilamina glifosat 160 g/l dengan takaran 10 l/ha atau isopropilamina glifosat 240 g/l dengan takaran 8 l/ha. Sedangkan untuk mengendalikan gulma yang tumbuh setelah tanam diaplikasi dengan oxadiason, butachlor, dan 2,4 D.

6.1.3 Pengaturan Air Irigasi

Pada padi tanam pindah, air irigasi harus tergenang terus-menerus sampai kanopi tanaman menutup untuk mencegah biji-biji gulma berkecambah. Kalau ada pengairan berkala (*intermittent irrigation*), harus menggunakan herbisida pratumbuh yang efektif dan selektif, sehingga masalah gulma tidak perlu dikawatirkan. Sedangkan pada padi "tabela" (tanam benih langsung) air irigasi di drainase sampai 7–10 hari setelah tabur benih, baru petakan boleh digenangi air. Ini dilakukan supaya *crop establishment* padi bagus, karena benih berkecambah rata.

Genangan air irigasi cukup efektif untuk menekan persentase perkecambahan beberapa spesies gulma *F. littoralis*, *C. iria*, *M. vaginalis*, dan *C. difformis*. Gulma *Cyperus difformis* tak dapat berkecambah di bawah kondisi tergenang. Laporan Nakkaew (1991) dalam Vongsaroj (1993) terbukti *Echinochloa colona* yang berumur 10 hari telah mati 100% pada kondisi genangan air 30, 50, dan 70 cm selama dua minggu.

Genangan air dapat menurunkan bobot gulma dan jumlah spesies gulma yang tumbuh (Tabel 2). Pada genangan air yang dalam, spesies gulma yang masih banyak tumbuh ialah *M. vaginalis* (Burm. F.) Presl., sedangkan pada kondisi tanah jenuh air atau lembab, gulma yang dominan tumbuh adalah rumput *Echinochloa* spp. dan teki *F. miliacea* (L.) Vahl.

6.1.4 Pengelolaan Pupuk

Prinsip dalam pemberian pupuk adalah pupuk yang diaplikasikan harus lebih tersedia bagi tanaman padi daripada untuk tumbuhan gulma. Biasanya pupuk tersebut, khususnya urea, kalau dibenamkan ke dalam tanah akan lebih efektif daripada ditabur di atas permukaan tanah. Urea yang ditabur di permukaan petakan akan cepat menguap, hanyut terlarut di dalam air dan lebih

Tabel 2. Pengaruh Kedalaman Air terhadap Bobot Gulma

Kedalaman air	Bobot gulma (g/m ²)	
	1965	1966
0	114,2	56,8
2,5	28,0	20,0
7,5	23,1	11,2
12,5	22,4	8,0
17,5	13,2	4,0
22,5	4,6	-
27,5	2,5	-

Sumber: Mabbayad dalam Moody 1992.

mudah tersedia bagi gulma. Misalnya urea tablet atau urea butiran yang ditanamkan ke dalam tanah lebih tersedia bagi tanaman padi daripada urea *prill* yang diaplikasikan dengan sistem tabur ke permukaan tanah.

Kesenjangan hasil di lahan tadah hujan Pati dan Rembang sangat nyata dipengaruhi oleh faktor pemupukan dan pengendalian gulma. Pemupukan tanpa penyiangan menyebabkan peningkatan infestasi dan daya saing gulma, sehingga produktivitas padi gogorancah rendah.

6.1.5 Varietas

Pergantian varietas padi berbatang tinggi ke varietas baru berbatang pendek menciptakan masalah gulma semakin serius terutama terhadap gulma rumput setahun. Spesies gulma ini lebih kuat menyaingi padi dibandingkan dengan gulma berdaun lebar dan teki. Varietas padi berbatang tinggi lebih kompetitif dari varietas berbatang pendek, *semi-dwarf*. Varietas padi umur dalam, daun merunduk lebih kompetitif dari varietas padi umur genjah, dengan daun tegak (Smith, 1981).

Padi varietas modern yang pendek mengakibatkan penetrasi cahaya ke permukaan tanah tinggi dan memacu perkecambahan biji-biji gulma dan tumbuh lebih cepat dari padi. Apalagi setelah pupuk diaplikasi, maka pertumbuhan gulma semakin padat. Misalnya padi IR8 mempunyai anakan banyak hanya mampu berkompetisi dengan gulma yang tumbuh lebih rendah. Sebaliknya galur IR442-2-58 yang berbatang sedang mempunyai daya saing lebih tinggi terhadap gulma (De Datta, 1981). Kemudian Bangun dan Syam (1989) juga melaporkan bahwa varietas Cipunegara lebih kuat berkompetisi dengan gulma dibanding PB36, karena distribusi dan sistem perakaran yang dalam dan indeks luas daun yang lebih besar. PB36 menekan populasi *C. difformis* dan *E. pelucida* masing-masing 2 dan 6 kali lebih besar daripada padi varietas Semeru.

6.1.6 Populasi Tanaman dan Jarak Tanam

Populasi tanaman atau pengaturan jarak tanam yang lebih rapat bertujuan untuk memberi ruang yang lebih sempit bagi pertumbuhan gulma, sehingga daya saing tanaman padi lebih tinggi. Namun kepadatan tersebut perlu dikontrol agar jangan terjadi persaingan spesifik di dalam populasi gulma (*inter specific weed competition*). Persaingan yang tinggi antartanaman padi sendiri terjadi apabila padi ditanam sangat rapat seperti halnya pada padi yang ditanam dengan sistem hambur rata (*broadcast seeding*).

Moody (1992) melaporkan bahwa dengan takaran benih padi pada hambur rata yang tinggi mampu menekan infestasi gulma. Takaran tinggi tersebut juga sekaligus bertujuan untuk mengimbangi kerusakan tanaman oleh tikus dan

Tabel 3. Pengaruh Takaran Benih terhadap Bobot Gulma pada Padi Tabela Hambur Rata

Takaran benih (kg/ha)	Bobot kering gulma (kg/ha)			
	Daun lebar	Rumput	Teki	Total
50	534	2094	54	2682
100	122	1626	84	1832
150	118	1072	30	1220
200	100	596	16	712
250	58	516	28	602

Sumber: Moody, 1992.

burung, ataupun yang rusak sewaktu aplikasi herbisida. Peningkatan takaran benih dari 50 kg sampai 250 kg/ha dapat menurunkan bobot gulma dari 2.682 kg/ha menjadi 602 kg/ha (Tabel 3). Tapi Rothnis *et al.* dalam Labrada (2003) mengungkapkan bahwa beberapa gulma seperti *Monochoria vaginalis* dan *Sphenoclea zeylanica* tidak terpengaruh oleh takaran benih 200–300 kg/ha. Sementara itu beberapa penelitian lain juga menunjukkan bahwa peningkatan takaran benih dapat meningkatkan masalah penyakit dan saling menaungi antar-rumpun padi (*mutual shading*) (Labrada, 2003).

6.1.7 Cara Tanam

Padi dapat ditanam dengan sistem tanam pindah (tapin) dan tanam benih langsung (tabela). Sistem tapin biasanya pada tanah yang sudah melumpur, bibit sudah berumur 15–21 hari, dan dapat langsung diairi. Cara tersebut akan menekan infestasi gulma apalagi kalau pengolahan tanahnya baik dan air irigasi tergenang secara merata.

Pada sistem tabela, benih yang sudah direndam *pre germinated seed* ditabur langsung dalam petakan baik secara larikan (*row seeding*) maupun secara hambur rata (*broadcast seeding*) pada tanah yang sudah rata melumpur. Dengan sistem ini petakan harus didrainase sejak tanam sampai umur 7–10 hari agar benih tumbuh serempak. Akibatnya gulma pun tumbuh cepat menyaingi tanaman padi. Cara tanam yang sama bisa juga diterapkan pada tanah kering yang sudah diolah sempurna seperti pada padi gogorancah atau padi gogo. Akan tetapi dengan absennya air irigasi menyebabkan gulma tetap saja menjadi masalah serius.

Dari hasil penelitian tiga musim berturut-turut dari MK 2005 sampai MK 2006 diketahui bahwa pertanaman padi tanam pindah, tabela basah, dan tabela kering masing-masing dapat mengalami penurunan hasil akibat persaingan gulma berturut-turut 45%, 71%, dan 64%. Data ini menunjukkan bahwa kehilangan hasil padi akibat persaingan dengan gulma pada pertanaman padi lebih parah daripada padi tanam pindah (Tabel 4).

Tabel 4. Persentase (%) Kehilangan Hasil Panen Padi pada Beberapa Cara Tanam oleh Persaingan Gulma (Sukamandi MK 2005–2006)

Cara tanam	MK 2005	MH 2005	MK 2006	Rata-rata
Tapin	24	41	71	45
Tabela basah	40	79	94	71
Tabela kering	14	94	85	64

Di Sulawesi Selatan, "atabela" (alat tanam benih langsung) telah dimodifikasi oleh PT Bayer. Tabung benih yang terbuat dari paralon, dilengkapi dengan alat pembuat larikan. Kalau alat ditarik, larikan terjadi, lalu benih jatuh, dan selanjutnya benih tertutup oleh lumpur. Kunci keberhasilan untuk memperoleh *crop establishment* yang bagus adalah kesempurnaan pelumpuran yang ditentukan oleh perbandingan antara air dan lumpur sekitar 1:1. Pada kondisi demikian, maka lumpur yang dibelah oleh alat larikan tadi akan bersatu dengan sendirinya untuk menutupi benih yang ditanam. Kalau kondisi tersebut tidak tercapai, benih hanya terletak di permukaan tanah, sehingga apabila hujan datang, benih akan berserakan di luar larikan atau dimakan oleh tikus dan burung.

Sistem tabela sangat efisien tenaga, biaya, dan waktu tanam bila dibandingkan dengan sistem tanam pindah. Menurut Pandey dan Velasco (2002), curahan tenaga kerja untuk sistem tanam pindah memerlukan biaya terbesar, US\$70/ha, sedangkan pada sistem tabela hanya 23–24% dari biaya tanam pindah. Sebaliknya biaya penyiangan dengan tangan, tabela kering memerlukan biaya tinggi, US\$51/ha, sedangkan masing-masing tabela basah dan tanam pindah hanya memerlukan biaya 39% dan 20% dari tabela kering. Hal ini dapat dimengerti karena kehadiran air irigasi, terutama di awal fase pertumbuhan padi, berfungsi untuk menekan infestasi gulma.

6.1.8 Rotasi Tanaman dan Varietas Padi

Labrada (2003) menyatakan bahwa tanaman seperti sorgum dan jagung dapat menekan populasi gulma. Memasukkan tanaman ini dalam pola tanam padi sawah dapat mengurangi masalah gulma pada ekosistem padi. Hal yang sama tampaknya berlaku untuk lahan kering, terutama bila padi gogo ditumpangsarikan dengan jagung.

Penelitian tentang alelopati padi telah dilakukan oleh IRRI dan hasilnya menunjukkan bahwa terdapat keragaman yang lebar antarvarietas padi dalam menghambat pertumbuhan gulma. Beberapa varietas dilaporkan berpotensi menekan pertumbuhan jajagoan (*E. crus-galli*) sampai 40% (Labrada, 2003).

6.1.9 Pengendalian secara Biologis

Pengendalian secara biologis didefinisikan sebagai upaya pengendalian gulma dengan menggunakan organisme hidup, seperti serangga, ikan pemakan tanaman dan hewan lainnya, organisme penyakit, dan tanaman pesaing untuk membatasi infestasi gulma (Gupta, 1984). Ada tiga pendekatan dalam pengendalian biologi gulma, yaitu: (1) penggunaan organisme selektif, yaitu organisme yang menyerang satu atau hanya beberapa spesies gulma, (2) penggunaan organisme nonselektif, yaitu organisme yang menyerang semua spesies gulma, dan (3) penggunaan spesies tanaman pesaing, yaitu tanaman yang bersaing dengan spesies gulma untuk satu faktor atau lebih, misalnya tanaman ubi jalar untuk mengurangi pertumbuhan teki berumbi (*C. rotundus*) atau alang-alang (*Imperata cylindrica*) yang peka naungan (Rijn, 2000).

Beberapa contoh pengendalian gulma secara biologis di antaranya ialah penggunaan kumbang penggerek (*weevil*) (*Cyrtobagous salviniae*) dan *Cyrtobagous singularis* untuk mengendalikan *Salvinia molesta* D.S. Mitchell (kayambang) di Australia, Papua New Guinea, dan India; pengendalian kaktus *Opuntia* spp. di Australia dengan menggunakan *Cactoblastis cactorum* dan kumbang penggerek *Neochetina eichorniae* dan *Neochetina bruchi* untuk mengendalikan gulma *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. (eceng gondok), kumbang kutu *Agasicles hygrophila* untuk menekan pertumbuhan *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. (bayam kremah), kumbang *Neohydronomus affinis* untuk mengendalikan *Pistia stratiotes* (L.) (apu-apu).

Jamur *Colletotrichum gloeosporioides* yang diperbanyak secara *in vitro* efektif digunakan sebagai bioherbisida menekan gulma *Aeschynomene virginica* (L.) Britton (katisan) pada padi; penggunaan benih udang (benur) (*tadpole shrimp*) (*Triopus longicandatus*) untuk mengendalikan gulma muda padi tanam pindah di Jepang (Matsunaka, 1979). Sedangkan jamur *Uredo eichhorniae* berpotensi sebagai pengendali gulma secara biologis untuk eceng gondok, demikian pula jamur *Myrothesium roridum* untuk kiambang, dan *Cerospora* sp. untuk kayu apu.

Pengendalian gulma secara biologis ini masih terbatas dikarenakan berisiko tingginya merusak tanaman pokok yang diusahakan.

7. PENGENDALIAN GULMA LANGSUNG (*DIRECT METHOD*)

7.1 Penyiangan Gulma dengan Tangan

Umumnya petani menyingi gulma dengan tangan (*manual weeding*) dengan atau tanpa alat bantu seperti *kored*, atau menginjak-injak gulma dengan kaki. Cara ini banyak membutuhkan waktu, biaya, tenaga, dan cukup membosankan.

Padahal setelah padi ditanam, petani juga ingin santai, tidak harus terus-menerus berpanas dan berlumpur di sawah. Apalagi petani muda lebih menyukai bekerja di pabrik, buruh bangunan, berdagang, dan usaha lainnya dengan hasil yang lebih pasti dengan risiko rendah. Waktu tanam serempak menyebabkan terjadinya peningkatan tenaga kerja pada periode yang sama, sehingga terjadi persaingan dalam pemenuhan tenaga kerja. Karena tenaga kerja terbatas, atau karena hujan lebat datang terus-menerus, penyiangan sering tertunda.

Curahan tenaga kerja untuk penyiangan pertama dan kedua tergantung dari kepadatan gulma di petakan masing-masing, berkisar antara 25–35 masing-masing hari kerja dan 15–25 hari kerja. Sedangkan total curahan tenaga kerja dalam satu musim tanam berkisar antara 40–60 orang. Apabila upah kerja menyang Rp15.000 per hari berarti selama satu musim tanam diperlukan biaya penyiangan antara Rp600.000 sampai Rp900.000 per ha (Pane dan Noor, 1999).

Penyiangan dengan tangan memungkinkan gulma yang mempunyai kesamaan morfologi dengan padi akan tertinggal karena tidak tersiangi, misalnya gulma jahat timunan (*Leptochloa chinensis*), dan gulma jajagoan (*E. crus-galli*). Spesies gulma ini dianjurkan untuk disiangi dan bunganya dipotong dengan sabit supaya tidak berkembang biak.

Pencabutan rumpun-rumpun gulma dengan tangan, efektif untuk gulma-gulma semusim atau dua musim. Sebaliknya untuk gulma tahunan pencabutan dengan tangan mengakibatkan terpotongnya bagian tanaman (rhizoma, stolon, dan umbi akar) yang tertinggal di dalam tanah. Sisa organ tumbuhan tersebut efektif sebagai sumber perbanyakan vegetatif untuk tumbuh lagi. Penyiangan dengan tangan menjadi sulit bila dilakukan pada spesies gulma yang daunnya dapat melukai anggota badan, seperti *Leersia hexandra* atau *Scleria* spp., atau gulma yang dapat menyebabkan iritasi, seperti *Rottboellia exaltata*.

7.2 Cara Mekanis

Penyiangan gulma secara mekanis bisa menggunakan gasrok, landak, atau alat penyang bermesin atau alat yang ditarik dengan ternak, dan diterapkan apabila areal padi ditanam dalam barisan yang teratur dan lurus. Umumnya petani tidak mampu membeli alat penyang tersebut karena harganya relatif mahal. Cara penyiangan mekanis membutuhkan waktu pengerjaan yang relatif lebih cepat dibandingkan dengan cara penyiangan dengan tangan. Penggunaan alat penyang mekanis berisiko merugikan pertumbuhan tanaman, karena alat tersebut sering menimbulkan kerusakan mekanis pada akar maupun batang tanaman padi, terutama kalau jarak tanam padi tidak teratur.

7.3 Herbisida

Pada lahan sawah irigasi di luar Pulau Jawa, tenaga penyiang langka dan mahal. Di Jawa Barat, khususnya kawasan irigasi Jatiluhur, karena waktu tanam padi serempak kebutuhan tenaga kerja langka dan bersaing. Demikian juga sawah yang ada di dekat dengan kota, tenaga kerja sangat terbatas. Tenaga muda cenderung bekerja di bangunan, pabrik, perkantoran, dan lain-lainnya. Oleh sebab itu, dewasa ini banyak petani yang menggunakan herbisida untuk mengendalikan gulma.

Hasil survei Tim SP Bimas dan Ditjen Tanaman Pangan (1982) menunjukkan bahwa petani di daerah Deli Serdang (Sumatera Utara), Musi Banyuasin (Sumatera Selatan), Sidrap (Sulawesi Selatan), dan Karawang dan Indramayu (Jawa Barat) masing-masing secara berturut-turut telah memakai herbisida sebesar 21%, 37,5%, 100%, dan 17,5%. Jenis herbisida yang digunakan umumnya herbisida yang berbahan aktif 2,4 D. Pengamatan di lapangan di sepanjang persawahan pantai utara, didapatkan gejala pergeseran dominasi gulma, yaitu gulma berdaun lebar dan teki digantikan oleh gulma rumput dan teki yang tidak merupakan gulma sasaran herbisida tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi ledakan gulma yang bukan sasaran, atau ada gejala pembentukan spesies gulma biotipe baru yang resisten terhadap herbisida 2,4 D.

Kriteria penting dalam memilih herbisida yang baik adalah: (1) daya bunuhnya terhadap gulma sasaran efektif, terutama selama periode kritis persaingan gulma, (2) mempunyai selektivitas tinggi terhadap tanaman pokok, (3) murah, aman terhadap lingkungan termasuk terhadap manusia dan hewan, dan persistensinya pendek sampai medium sehingga tidak merugikan tanaman pada pola tanam berikutnya, (4) tidak bersifat antagonis (bertentangan) bila dicampur dengan herbisida lain, dan (5) tahan terhadap perubahan kondisi cuaca dalam jangka waktu terbatas.

Penggunaan herbisida menimbulkan masalah baru. Petani cenderung membeli herbisida yang harganya murah, seperti 2,4 D. Hal tersebut menyebabkan tidak ada pergiliran pemakaian bahan aktif herbisida yang berbeda. Prinsip pergiliran tersebut perlu diperhatikan untuk mencegah dominasi dan peledakan spesies gulma tertentu, atau terjadinya resurgensi dan munculnya biotipe spesies gulma baru. Setiap herbisida mempunyai gulma sasaran, misalnya herbisida molinat hanya mampu mengendalikan gulma rumput, sedangkan herbisida fenoksi efektif mengendalikan gulma sasaran, yaitu gulma berdaun lebar dan teki,

Jenis-jenis herbisida tersebut banyak dipasarkan di Indonesia dengan berbagai macam bahan aktif dan formulasi, seperti larut air/bubuk larut air; formulasi emulsi, pasta, cairan dapat alir, butiran maupun tepung. Cara aplikasinya pun berbeda-

beda, ada yang disemprotkan, ditetaskan atau ditaburkan. Waktu aplikasi juga bervariasi sebelum tanam (pratanam), pada tanaman utama telah ditanam tetapi gulma belum tumbuh (pratumbuh) atau sesudah gulma dan tanaman tumbuh (purnatumbuh).

Salah satu aturan yang harus diikuti sebelum herbisida diaplikasi di lapangan ialah melakukan kalibrasi. Kalibrasi bertujuan untuk memeriksa apakah peralatan yang digunakan bekerja sempurna, sekaligus untuk menentukan kecepatan berjalan waktu menyemprot. Terlampau cepat berjalan, berarti jumlah herbisida yang keluar per satuan luas berkurang, akibatnya efikasi herbisida rendah. Terlampau lambat berjalan akan menyebabkan takaran herbisida yang disemprotkan per satuan luas melebihi dosis yang ditentukan, sehingga tanaman keracunan. Presisi kecepatan jalan harus sesuai ketentuan agar dosis yang diaplikasi juga benar.

Faktor-faktor penting yang harus diperhatikan pada saat akan mengaplikasi herbisida di lapangan ialah:

- Jenis herbisida yang akan dipakai sesuai dengan gulma sasaran;
- Dosis pemberian herbisida tepat dan sesuai dengan kalibrasi yang sudah dilakukan;
- Waktu aplikasi tepat dan benar sesuai dengan pola aksi (*mode of action*) herbisida (pratanam, pratumbuh, awal pascatumbuh, dan pascatumbuh);
- Waktu menyemprot sebaiknya di pagi hari, pada saat angin belum bertiup kencang dan hujan tidak datang.

Gulma rumput adalah spesies gulma yang paling sulit dikendalikan pada pertanaman padi, karena terjadinya selektivitas herbisida yang sangat sempit di antara tanaman padi dan gulma rumput di mana kedua-duanya sama-sama famili Gramineae (Khodayati *et al.*, 1989 dan Carey III *et al.*, 1992). Jenis herbisida yang efektif mengendalikan gulma rumput tanpa meracuni tanaman padi di antaranya ialah butaklor, oksadison, oksifluorfen, pendimetalin, tiobenkarb, sikettrin, molinate, propanil, kometoksinil, pretilaklor, dan kuinklorak. Daftar herbisida dengan spesies gulma sasaran dicantumkan dalam Lampiran 1. Daftar herbisida yang direkomendasikan untuk berbagai tanaman dapat dilihat dalam buku hijau yang diterbitkan oleh Komisi Pestisida.

8. PENGENDALIAN GULMA PADA EKOSISTEM SAWAH TADAH HUJAN

8.1 Pertanaman Padi Gogorancah dan Walik Jerami

Pada tahun 1997 telah dilakukan inventarisasi gulma yang terdapat di lahan sawah tadah hujan (Pane *et al.*, 2000). Dari kegiatan tersebut didapatkan kenyataan bahwa pada pertanaman padi gogorancah ditemukan 56 spesies gulma

dari 18 famili. Berdasarkan nilai SDR (*Summed Dominance Ratio*) ternyata bagian posisi atas bukit (*toposequence*) di dominasi oleh *Lindernia* spp., *Echinochloa colona*, *Fimbristylis miliacea*, *Cyperus tenuispica*, *Murdania nodiflora*, *Ammania* spp., *Cyperus iria*, *Ludwigia octovalvis*, dan *Leptochloa chinensis*; di wilayah tengah lereng bukit didominasi oleh *Lindernia* spp., *E. colona*, *F. miliacea*, *C. tenuispica*, *C. iria*, *M. nodiflora*, dan *Phyllanthus niruri*; kemudian di wilayah bawah lereng bukit banyak ditumbuhi oleh *Lindernia* spp., *Ammania* spp., *E. colona*, *L. chinensis*, *F. miliacea*, *C. tenuispica*, dan *Cyperus difformis*. Sedangkan pada pertanaman padi walik jerami ditemukan 51 spesies gulma dari 16 famili. Berdasarkan nilai SDR (*Summed Dominance Ratio*) ternyata pertanaman di wilayah puncak bukit didominasi oleh *Lindernia* spp., *Marsilea crenata*, *F. miliacea*, *S. lateriflorus*, *C. tenuispica*, *C. halpan*, *M. vaginalis*, *L. octovalvis*, dan *L. chinensis*; di wilayah tengah lereng bukit didominasi oleh *Lindernia* spp., *F. miliacea*, *M. vaginalis*, *S. lateriflorus*, *C. tenuispica*, *C. difformis*, *E. colona*, *L. chinensis*, dan *M. crenata*; kemudian di wilayah bawah lereng bukit didominasi oleh *F. miliacea*, *S. lateriflorus*, *C. tenuispica*, *C. difformis*, *M. crenata*, *Lindernia* spp., *M. vaginalis*, *L. chinensis*, *L. octovalvis*, dan *Cyperus halpan*. Dari seluruh spesies gulma yang diobservasi ternyata para petani menganggap bahwa gulma *L. chinensis* dan *E. crus-galli* adalah gulma baru di lahan sawah tadah hujan.

Hasil penelitian pada petak kontrol (tidak dilakukan penyiangan) menunjukkan adanya pergeseran dominasi gulma bilamana terjadi perubahan lengas tanah pada pertanaman padi. Perubahan lengas tanah tersebut terjadi dari kondisi kering (awal pertumbuhan padi gogorancan) ke kondisi basah selama pertumbuhan padi walik jerami. Jika lengas tanah dalam kondisi kering, bobot kering gulma dalam petak gogorancan adalah 402 g/m² dengan infestasi gulma di dominasi golongan teki, sebaliknya pada lengas tanah yang lembab, dalam kondisi pertanaman walik jerami 252,7 g/m² dengan infestasi gulma didominasi oleh golongan rumput (Pane *et al.*, 1993) (Tabel 5). Bobot kering gulma yang besar pada pertanaman padi gogorancan mengindikasikan bahwa masalah gulma sangat serius karena kondisinya kering di awal fase pertumbuhan. Sedangkan pada padi walik jerami sisa air hujan masih tersisa di dalam petakan, sehingga mampu menekan infestasi gulma yang akan tumbuh.

Pengendalian gulma secara manual di lahan gogorancan membutuhkan biaya 50% dari keseluruhan biaya produksi atau setara dengan 65–78 orang tenaga penyiang (IRRI, 1995). Apabila gulma tidak disiang, maka infestasi gulma dapat menurunkan hasil padi gogorancan dan padi walik jerami masing-masing 86% dan 32%.

Salah satu upaya untuk meningkatkan hasil padi di lahan sawah tadah hujan adalah menanam varietas unggul yang berpotensi hasil tinggi, berumur pendek, tahan kekeringan dan kompetitif terhadap gulma. Selain itu untuk menekan

Tabel 5. Pergeseran Spesies Gulma dalam Petak Kontrol yang Dipengaruhi oleh Pola Lengas Tanah pada Padi Gogorancan dan Walik Jerami di Lahan Sawah Tadah Hujan. Jakenan, 1991–1992

Species gulma	Gogorancan		Walik jerami	
	Bobot kering gulma (g)	NP ^a	Bobot kering gulma (g)	NP
Rumput:				
<i>Paspalum distichum</i>	53,3	13	144,6	57
<i>Echinochloa crus-galli</i>		-	0,1	<1
<i>E. colona</i>	46,1	12	2,4	1
Teki:				
<i>Cyperus iria</i>		-		
<i>C. difformis</i>	243,8	61	1,7	
<i>C. halpan</i>		-	0,4	<4
<i>Fimbristylis miliacea</i>	30,0	7	23,4	9
<i>Scirpus juncooides</i>		-	16,0	6
<i>S. lateriflorus</i>		-	2,3	1
Daun lebar:				
<i>Monochoria vaginalis</i>	-		23,8	9
<i>Ludwigia octovalis</i>	-	-	-	-
<i>Lindernia angustifolia</i>		-	38,0	15
<i>Alternanthera</i> sp.	28,9	7	-	-
<i>Sagittaria guayanensis</i>	0,8	<1	-	-
Bobot kering gulma (g/m ²)	402,9	4.0	252,7	2,5

Sumber: Pane *et al.*, 1993.

terjadinya kehilangan hasil panen akibat persaingan dengan gulma harus diupayakan penggunaan berbagai teknologi budi daya alternatif seperti meningkatkan populasi atau kerapatan tanaman padi. Pada pertanaman gogorancan, IR64 bisa menghasilkan 6,99 t/ha atau 12,6% lebih tinggi daripada hasil varietas Cisokan (6,10 t/ha). Hasil tertinggi sebesar 7,10 t/ha diperoleh apabila IR64 ditanam dengan jarak tanam 20 cm × 10 cm atau pada kerapatan (500.000 rumpun/ha), sedangkan hasil rata-rata varietas IR64 pada pertanaman gogorancan adalah sebesar 6,78 t/ha. Untuk memecahkan masalah gulma termaksud, dapat digunakan herbisida metolakhlor + metil metsulfuron atau tiobenkarb/propanil.

Pemberian bahan organik (pupuk kandang) menjelang tanam padi gogorancan akan memperbaiki sifat fisik tanah, tetapi juga mempunyai

konsekuensi lain yaitu meningkatnya infestasi gulma, karena dalam bahan organik terkandung biji-biji gulma dari bahan pakan ternak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lapisan tanah 0–10 cm dan tanpa penambahan pupuk kandang diperoleh jumlah biji gulma sebanyak 1.039/3 kg tanah. Pemberian 2,5 t/ha pupuk kandang, jumlah biji gulma meningkat 79% yaitu mencapai 1.858/3 kg tanah. Kemudian penambahan pupuk kandang sampai 10 t/ha tidak menyebabkan perbedaan nyata jumlah biji gulma dibandingkan dengan pemberian pupuk kandang 2,5 t/ha. Bila takaran pupuk kandang ditingkatkan lagi menjadi 20 t/ha, maka penambahan jumlah biji gulma mencapai 365%.

8.2 Pengendalian Gulma pada Pertanaman Padi Gogo

Dalam budi daya padi gogo, genangan air tidak pernah ada, sehingga infestasi gulma padat. Kondisi demikian akan menyebabkan semua jenis gulma yang tumbuh akan bersaing kuat dengan tanaman padi. Infestasi gulma merupakan faktor determinan kedua setelah cekaman kekeringan yang menyebabkan penurunan hasil dan kualitas padi gogo. Pada ekosistem tersebut infestasi gulma mampu menyebabkan kehilangan hasil padi gogo sebesar 96%.

Ada sekitar 60 spesies gulma dijumpai tumbuh pada pertanaman padi gogo, terdiri atas 14 spesies gulma rumput, 10 spesies gulma teki, dan 42 jenis gulma berdaun lebar. Spesies gulma penting pada padi gogo di antaranya ialah *Digitaria ciliaris*, *Borreria alata*, *Phyllanthus niruri*, *Ageratum conyzoides*, *Echinochloa colona*, *Eleusine indica*, *Cyperus rotundus*, *Eragrostis pilosa*, *Cyperus compressus*, *Heliotropium indicum*, *Amaranthus spinosus*, *Trianthema portulacastrum*, *Portulaca oleracea*, *Euphorbia hirta*, dan *Imperata cylindrica* (Sastroutomo, 1994; Nyarko dan De Datta, 1991).

Beberapa usaha dapat dijalankan untuk mengendalikan gulma pada tanaman padi gogo. Di antaranya dengan cara olah tanah dalam (25 cm atau lebih) pada akhir musim hujan agar biji-biji gulma terkubur lebih dalam sehingga tidak berkecambah. Varietas yang ditanam harus kuat bersaing dengan gulma, tahan kekeringan, tahan penyakit blas, toleran kekahatan besi dan keracunan Al.

Di lahan kering, gulma dapat dipergunakan sebagai bahan mulsa. Pemberian mulsa berfungsi untuk menghalangi cahaya matahari yang dibutuhkan biji-biji gulma, sehingga perkecambahannya terhambat atau menghalangi gulma tumbuh bertunas.

Sisa-sisa tumbuhan atau hasil buangan kota seperti plastik dapat juga dimanfaatkan sebagai mulsa untuk mengendalikan gulma. Mulsa alang-alang atau plastik hitam dan serbuk gergaji dapat digunakan untuk menekan pertumbuhan gulma. Tetapi perlakuan mulsa dengan jerami, dan lain-lain pada pertanaman padi gogo, hanya dapat dipergunakan dalam areal yang sempit serta pada kondisi lahan yang tidak mengandung banyak air.

Padi gogo umumnya ditanam dengan sistem tabela kering (*dry seeding*) dengan cara ditugal atau dilarik. Berkaitan dengan hal tersebut pemakaian herbisida pada pertanaman tersebut dapat dilakukan seperti pada sistem tabela di lahan sawah. Untuk maksud tersebut herbisida-herbisida penoksulam, sihalofop, fenoksaprop-P-etil, oksadyagril, oksadiason, dan lain-lain dapat dipakai dalam pengendalian gulma. Namun di dalam pemakaiannya perlu diperhatikan dosis, waktu aplikasi, dan cara aplikasinya.

8.3 Pengendalian Gulma pada Ekosistem Sawah Pasang Surut

Di lahan pasang surut ditemukan 182 spesies gulma yang terdiri atas 125 genera dalam 51 famili, gulma berdaun lebar 111 spesies, golongan teki 31 spesies, dan golongan rumput 40 spesies (Budiman dkk., 1988). Gulma tersebut mempunyai daya adaptasi dan daya saing yang tinggi, sehingga dapat menyebabkan kehilangan hasil panen padi yang tinggi. Jenis-jenis gulma yang dominan ialah *Panicum repens*, *F. milliacea*, *Cyperus brevifolius*, *Jussiea angustifolia*, *Commelina nodiflora*, *Ludwigia prostrata*, *Leersia hexandra*, *Cyperus iria*, *C. difformis*, dan *Ipomoea aquatica* (Sastroutomo, 1990). Spesies *Hymenachne* spp. juga cukup padat tumbuh di saluran-saluran air maupun di sepanjang pematang, bahkan di dalam petakan.

Tingkat perkembangan gulma di lahan pasang surut sangat cepat, terutama apabila tanah dalam keadaan macak-macak. Pada tanah yang masam, jenis gulma yang dominan adalah *Eleocharis dulcis*, *Eleocharis retroflaxa*, *Eleocharis congesta*, *Cyperus halpan*, *Fimbristylis miliacea*, sedangkan pada lahan potensial spesies *Hydrocera triflora*, *Pseudoraphis spinescens*, *Marsilea crenata*, *Salvinia molesta*, *Lymnocharis flava*, *Monochoria vaginalis*, dan *Leersia hexandra*.

Penyiangan gulma di lahan padi pasang surut tidak terlalu menjadi masalah, namun penyiapan lahan memerlukan waktu yang relatif lama. Lahan dipersiapkan dengan cara menebas gulma, dua minggu kemudian gulma digumpal. Setelah dua minggu, gumpalan gulma dibalik, lalu dua minggu kemudian gulma tersebut disebar merata di dalam petakan. Gulma yang membusuk akan berguna sebagai bahan organik. Cara persiapan lahan tradisional seperti itu kurang efisien karena memerlukan waktu hampir dua bulan.

Untuk mempersingkat waktu dan biaya, dapat digunakan herbisida. Areal yang sebelumnya ditanami padi disemprot terlebih dahulu dengan herbisida yang kemudian tanahnya diolah denganajak dan cangkul. Di areal yang ditajak tanpa disemprot herbisida, tingkat penutupan gulma mencapai 66%, sedangkan pada areal yang disemprot dengan herbisida penutupan gulma 55%. Pada areal yang dicangkul atau dirotari kemudian disemprot herbisida menekan pertumbuhan gulma sampai 10%.

Pada petak yang tidak disiang menyebabkan tingkat kehilangan hasil padi semakin besar. Pengendalian dengan cara disiang (manual) memerlukan tenaga sekitar 20–25 HOK untuk satu kali penyiangan sedangkan untuk sekali aplikasi herbisida diperlukan tenaga 1–2 HOK. Cara manual, selain kurang efisien, juga kurang efektif karena gulma masih dapat tumbuh lagi. Menurut Simatupang dkk. (1993) herbisida yang berbahan aktif 2,4 D dimetil amina dengan takaran 1,0–2,0 l/ha lebih efektif di dalam mengendalikan gulma dibandingkan dengan herbisida berbahan aktif lainnya maupun secara manual (disiang 2 kali) terutama dalam mengendalikan gulma dominan *Monochoria vaginalis*, *Salvinia molesta*, *Lymnocharis flava*, dan *Eleocharis dulcis*. Pengendalian gulma dengan herbisida 2,4 D dapat menekan perkembangan gulma sebesar 55% dan meningkatkan hasil padi sampai 74% dibandingkan dengan tanpa pengendalian gulma. Pada pertanaman padi dengan cara sebar langsung, penggunaan herbisida 2,4 D dimetil amina juga mampu mengendalikan gulma dibandingkan dengan jenis herbisida yang berbahan aktif lain.

9. PENGENDALIAN GULMA TERPADU

Di dalam implementasinya, pengendalian gulma berbasis teknologi harus menerapkan beberapa komponen teknologi pengendalian secara terintegrasi dan terpadu, sehingga mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengendalian. Komponen teknologinya harus menggabungkan teknologi yang bersifat sinergi, kompatibel, dan aplikabel untuk dilakukan petani, sehingga produktivitas lahan tetap lestari. Pendekatan ini lebih dikenal dengan Pengendalian Gulma Terpadu (PGT). Menurut Janiya dan Moody (1981), penerapan kultur teknik seperti pengolahan tanah, pengelolaan air irigasi, dan pemilihan varietas yang kompetitif, merupakan suatu usaha untuk menciptakan pertumbuhan tanaman yang lebih kondusif. Metode pengendalian PGT lebih berbasis ekologi, sehingga efektivitasnya diharapkan lebih baik.

Rao *et al.* (2007) berpendapat bahwa PGT mempunyai definisi yang paling umum, yaitu: (a) taktik dengan penggunaan banyak teknologi pengendalian gulma; (b) memadukan pengetahuan biologi gulma ke dalam sistem manajemennya. Atau PGT digambarkan sebagai pemakaian “banyak palu kecil” yang dikombinasikan untuk memproteksi tanaman dari persaingan gulma dan menekan komunitas gulma. Oleh karena itu, untuk jangka panjang pengelolaan komunitas gulma tanpa mengandalkan pada satu metode saja adalah kunci utama dari strategi PGT.

Noda (1977) memberikan contoh bahwa pada dominansi gulma jajagoan bisa dikendalikan dengan menanam benih murni, irigasi teratur, pengelolaan pupuk khususnya nitrogen dan fosfor, dan aplikasi herbisida molinate dan propanil dengan benar. Menurut Nevill (1997), PGT pada sistem “tabela” meliputi kultur teknik,

rotasi tanaman, *stale seedbed technique*, yaitu peningkatan frekuensi pengolahan tanah guna mematikan gulma yang baru tumbuh, menanam varietas padi yang kompetitif, dan pemakaian herbisida yang efektif.

Herbisida sebagai salah satu teknologi pengendalian gulma harus diimplementasikan secara proporsional dengan cara memilih jenis herbisida yang sesuai dengan gulma sasaran, cara dan waktu aplikasi harus benar, dan tidak sembarang membuang sisa larutan penyemprotan. Hindari pemakaian herbisida sejenis dalam jangka panjang. Faktor ini sangat penting agar kelestarian produktivitas dari ekosistem dapat lebih lestari dan berkelanjutan.

Pemakaian herbisida sejenis secara terus-menerus pada lahan yang sama dapat menimbulkan terjadinya resistensi herbisida oleh spesies gulma tertentu. Pada tahun 1989 di Muda Area, Malaysia, biotipe *Fimbristylis miliacea* ditemukan resisten terhadap 2,4 D setelah herbisida tersebut dipakai terus-menerus sejak tahun 1975. Spesies ini dapat dikendalikan apabila diaplikasi 2,4 D amina dengan dosis 16 kali dari dosis rekomendasi. Resistensi tersebut juga termasuk herbisida fenoksi lainnya seperti 2,4 D isobutyl ester, 2,4 D garam sodium dan MCPA (Ho, 1992; Watanabe *et al.*, 1994). Bukan hanya itu, tapi juga muncul padi liar (*wild rice*) yang lebih sukar dikendalikan.

Di Malaysia, petani dianjurkan untuk melaksanakan PGT sejak musim tanam 1989. Infestasi spesies *Echinochloa crusgalli* dan *Echinochloa colona*, gulma rumput yang tumbuh dominan menurun 66%, sedangkan hasil panen meningkat 27% bila dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Dilaporkan bahwa pemakaian herbisida berkurang apabila pengolahan tanah lebih sempurna. Herbisida diaplikasi hanya satu kali pada tanah-tanah yang diolah sempurna, tetapi aplikasi herbisida dilakukan 3–4 kali pada tanah-tanah yang diolah tidak sempurna.

Aplikasi herbisida tertentu secara terus-menerus dalam jangka waktu lama berpeluang menimbulkan gejala resistensi gulma terhadap herbisida yang bersangkutan. Untuk mencegah terjadinya resistensi gulma terhadap herbisida tertentu, Kim (1996) menyarankan hal-hal berikut:

- Rotasi tanaman, ini berarti pemakaian herbisida juga berlainan sesuai dengan komoditas tanamannya sehingga menghambat resistensi.
- Rotasi herbisida, karena setiap herbisida mempunyai *mode of action* yang berbeda.
- Penggunaan herbisida yang mempunyai lebih dari satu bahan aktif.
- Penggunaan dosis herbisida yang rendah sampai sedang bergantian untuk menunda evolusi resistensi.
- Penggantian cara tanam antara tabela (tanam benih langsung) dan tapin (tanam pindah) setiap tahun.
- Integrasi sistem “pengendalian gulma tidak langsung” yang saling kompatibel dengan sistem “pengendalian gulma langsung” akan mempunyai daya berantas yang semakin tuntas.

Terjadinya ledakan infestasi gulma, termasuk padi liar (*wild rice*) yang dialami oleh Amerika Serikat, Malaysia, Sri Lanka, Vietnam, dan Thailand berkaitan dengan penerapan sistem tawar dapat dijadikan pelajaran. Hal tersebut antara lain adalah perlunya suatu rencana pengendalian gulma seawal mungkin pada tanaman yang diusahakan. Penundaan pelaksanaan penyiangan sering menjadikan masalah gulma semakin serius. Akibatnya, pengendalian gulma tidak perlu dilakukan karena secara ekonomis tidak lagi menguntungkan. Oleh sebab itu, suatu pengetahuan mendalam tentang gulma dapat dilakukan dengan mensurvei dan mencatat spesies gulma yang tumbuh sebelum tanam, di saat padi berkecambah, pada waktu pertengahan musim tanam dan pada saat panen. Catatan ini perlu untuk mengevaluasi efikasi dari komponen teknologi pengendalian gulma yang diterapkan. Selanjutnya suatu perencanaan yang lebih matang tentang rencana teknik pengendalian gulma, termasuk rotasi tanaman pada musim tanam berikutnya perlu dimatangkan supaya lebih sinergi, kompatibel, dan efektif (Nyarko dan De Datta, 1991).

PENUTUP

Implementasi Pengelolaan Gulma Terpadu merupakan suatu keharusan untuk diterapkan di tingkat petani agar pertanian yang berkelanjutan dapat dilestarikan. Untuk maksud tersebut pelatihan bagi penyuluh pertanian maupun petani harus dimulai dari sekarang, terutama untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan baik terhadap kesehatan petani maupun terhadap lingkungan itu sendiri. Prinsip pencegahan terutama terhadap spesies gulma baru lebih utama daripada usaha pengendalian ataupun pemberantasan gulma itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, P. dan M. Syam. 1989. "Pengendalian Gulma pada Tanaman Padi". Dalam M. Ismunadi *et al.* (Ed.), *Padi Buku 2*. Hlm. 579–599. Bogor: Puslitbangtan.
- Baltazar and S.K. De Datta. 1992. *Weed Management in Rice*. Los Banos. Philippines: IRRI. p. 495–508.
- Budiman, A. dkk. 1988. "Beberapa Jenis Gulma di Lahan Pasang Surut Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah dengan Tingkat Kemasaman Berbeda". *Prosiding Konperensi IX HIGI*. Bogor, 22–24 Maret 1988.
- Carrey III, V.F. *et al.* 1992. "Reduced and Standard Herbicide Rates for Grass Control in Rice (*Oryza sativa*)". *Weed Techn.*, 6: 409–414.

- Chisaka, H. 1995. "Recent Advances and Prospects in Weed Control Technology in Rice". *Proc. I. (B) 15th Asian Pasific Weed Sci.Soc. Conf.* P.: 10–15.
- De Datta, S.K. and R.W. Herdt. 1983. "Weed Control Technology in Irrigated Rice". Paper Presented at the Weed Control in Rice Conference, . IRRI. Los Banos, Philippines, August 31–September 4, 1981 p. 89–108.
- De Datta, S.K. 1981. *Principles and Practices of Rice Production*. New York: John Wiley & Son.
- EFAO. 2008. "Weed Control Farmer-to-Farmer Participatory Training Course". (<http://www.reap-canada.com>).
- Gupta, O.P. 1984. *Management Weed Scientific*. New Delhi: Today and Tomorrow's Printers and Pub.,
- Ho, N.K. 1992. "2,4 D Usage and Herbicide Resistance Problems in the Muda Area, Malaysia". Short Note Prepared for Discussion with the Extension Officers, MADA, Alor Setar, Malaysia, February 11, 1982.
- Ho, N.K. and I. Md. Zuki. 1988. "Weed Population Change from Transplanted to Direct Seeded Rice in the Muda Area". In *Proceeding of the National Seminar and Workshop on Rice Field Weed Management*. Penang. p. 55–67.
- IRRI 1995. "Workshop Report on Weed Management in Rice Production. Summary and Recommendations". Rice IPM Network. Penang. Malaysia. 19–23 June 1995.
- Janiya, J.D. and K. Moody. 1981. *Weed Suppression in Transplanted Rice with Azolla pinnata*. Manila, Philippines. International Rice Research Institute.
- Khodayati, K.P. *et al.* 1989. "Fenoxaprop for Grass Control in Dry Seeded Rice (*Oryza sativa*)". *Weed Techn*, 3: 131–135.
- Kim, K.U. 1996. "Ecological Forces Influencing Weed Competition and Herbicide Resistance". In Naylor, R. (Ed.), *Herbicides in Asia Rice: Transitions in Weed Management*. p. 129–142. Los Banos. Philippines. Stanford Univ. and IRRI.
- Labrada, R. 2003. "The Need for Improved Weed Management in Rice". In Dat Van Tran (Ed.), *Sustainable rice production for food security. Proceeding of the 20th session of the International Rice Commission*. Bangkok, Thailand, 22–26 July 2002. FAO, Rome.
- Madrid, M.T. Jr. 1977. "Weed Control in Rice". In *Multiple cropping sourcebook*. Integrated Food and Agriculture Research, Training and Extension Program of the University of the Philippines at Los Banos and the National Food and Agriculture Council. p. 77–84. Department of Agriculture.

- Matsunaka, S. 1979. "Further Research on Tadpole Shrimps for Biological Weeding". *Proc. 6th Asia-Pac. Weed Sci. Soc. Conf.* 11: 447–450. Jakarta, Indonesia.
- Moody, K. 1992. "Weed Management in Wet-Seeded Rice in Tropical Asia". *Ext. Bull.* No. 364. Taipeh, Taiwan: Food & Fertilizer Technology Center.
- Moody, K. 1990. "Postplanting Weed Control in Direct-Seeded Rice". Paper Presented at the Rice Symposium, MARDI, Penang, Malaysia, 25–27 September 1990.
- Moody, K. 1989. *Weeds Reported in Rice in South and Southeast Asia*. Manila; Philippines: IRRI. 442 p.
- Moody, K dan D.C. Drost. 1981. "The Role of Cropping Systems on Weeds in Rice". In *Weed control in rice*. p. 73–88. Manila, Philippines: IRRI.
- Nantasomsaran, P. and K. Moody. 1993. "Weed Management for Rainfed Lowland Rice". Paper to be Presented at the Second Annual Technical Meeting of the Rainfed Lowland Rice Consortium, Semarang, Indonesia, 10–13 February 1993.
- Nyarko, K. and S.K. De Datta. 1991. *A Handbook for Weed Control in Rice*. Manila, Philippines: IRRI.
- Nevill, D.J. 1997. "Weed Management Options for Smallholder Agriculture in the Tropics". *16th Asian Pasific Weed Science Society Conference*. p. 322–325.
- Noda, K. 1977. "Integrated Weed Control in Rice". In Fryer, J.D. and S. Matsunaka (Ed.), *Integrated Control of Weeds*. P. 17–46. Tokyo: Univ. of Tokyo Press.
- Pandey, S. and L. Velasco. 2002. Economic of Direct Seeding in Asia: Patterns of Adoption and Research Priorities. In Pandey, M. *et al.* (Ed.), *Direct Seeding: Research Strategies and Opportunities*. p. 3–14. Philippines: IRRI.
- Pane, H. *et al.* 2002. "Weed Characterization in Walik Jerami Rice in Rainfed Lowland Area". *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 21(3): 6–14.
- Pane, H. *et al.* 2000. "Weed Communities of Gogorancah Rice and Reflections on Management". In Tuong, T.P. *et al* (Ed.), *Characterizing and Understanding Rainfed Environment*. Philippines: IRRI.
- Pane, H. dan E.S. Noor. 1999. "Efikasi Herbisida Raft 80% WP untuk Mengendalikan Gulma Padi Sawah". Laporan Kerjasama Balitpa Sukamandi dan PT Rhone Phoulenc Agrocarb. Jakarta. 11 hlm.
- Pane, H. *et al.* 1993. "Weed Management under Different Rice Cultures in Lowland Rainfed Rice". Progress Report for the 1993 Research Activities Rainfed Lowland Rice Research Consortium. Jakenan Experiment Station-Keysite. Collaborated CRIFC-IRRI.

- Pane, H. dan Rochmat. 1990. "Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pengendalian Gulma terhadap Perubahan Spesies Gulma pada Padi Sawah". Makalah Disampaikan pada Seminar Hasil Penelitian 1989/90, Balittan Sukamandi, 3–6 September 1990.
- Rao, A.N. *et al.* 2007. "Weed Management in Direct-seeded Rice". *Advances in Agronomy*, 93: 154–255.
- Rijn, P.J. van. 2000. *Weed Management in the Humid and Sub-humid Tropics*. Amsterdam, Netherlands: Royal Tropical Institute KIT Press.
- Sastroutomo, S.S. 1994. *Appropriate Weed Control in Southeast Asia*. Oxford University Press.
- Sembodo, D.R.J. dkk. 1995. "Kombinasi Pemakaian Herbisida pada Budi daya Padi Sawah dengan Sistem Olah Tanah Konservasi". Dalam Pirman Bangun *et al.* (Ed), *Prosiding Seminar Pengembangan Aplikasi Kombinasi Herbisida*. Hlm. 55–63. Kerjasama Komisi Pestisida dengan Himpunan Ilmu Gulma Indonesia.
- Simatupang, S.S. dkk. 1993. Teknologi Pengendalian Gulma pada Pertanaman Padi di Sawah Pasang Surut. Dalam Syam, M. *et al.* (Ed.), *Kinerja Penelitian Tanaman Pangan. Buku 2*. Hlm. 624–633. Puslitbangtan, Badan Litbang Pertanian.
- Smith, R.J. Jr. 1981. "Weeds of Major Economic Importance in Rice and Yield Losses due to Weed Competition". In *Weed Control in Rice*. Los Banos, Philippines: IRRI.
- Soerjani, M. *et al.* 1987. *Weed of Rice in Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka. 716 p.
- Tim Satuan Pengendali Bimas dan Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan. 1982. "Evaluasi Penggunaan Herbisida pada Pertanaman padi di Kabupaten Karawang, Indramayu, Deli Serdang, Sidrap dan Muba". Jakarata: BIMAS dan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 26 Hlm.
- Vongsaroj, P. 1993. "Integrated Management of Paddy Weeds in Thailand. ASPAC-Food & Fertilizer Technology Center". *Ext. Bulletin* No. 367. Taipeh, Taiwan.
- Watanabe, H. *et al.* 1994. "2,4 D resistance of *Fimbristylis miliacea* in Direct seeded Rice Fields in the Muda Area". *Proc. of 4th Intern. Conf. in Plant Protection in the Tropics*. Kuala Lumpur, Malaysia, March 28–31, 1994.
- Woolley, B.L. *et al.* 1993. "The Critical Period of Weed Control in White Bean (*Phaseolus vulgaris*)". *Weed Sci.* 41: 180–184.
- World Bank. 1996. "Annual Report". World Bank Participation Sourcebook. Washington. D.C.

Lampiran 1. Kerentanan Gulma-gulma Penting terhadap Herbisida (Perlakuan pada Dosis Rekomendasi dan Waktu Aplikasi)

Gulma	Bensulfuron	Benzon	Giflox	Butachlor	Butalm	Cimethylin	Chomethoxynil	2,4 D	Fenoxaprop	Fluroclifen	Glyphosate	MCPA	Molinate	Oxadiazon	Oxyfluorfen	Paraquat	Pendimethalin	Piperophos	Pretlathlor	Propanil	Quinclorac	Thiobencarb	Dimethametyln
<i>Acanthospermum hispidum</i>				S	R			R	S		S	R	R		S	S	S			S	MS	R	
<i>Aeschynomene virginica</i>				R	R			R	S		S	R	R	S	R		R			MR	MR	R	
<i>Ageratum conyzoides</i>			MR	S				S	S		S	S	S	S	S		S			S	S	S	
<i>Alternanthera sessilis</i>				S			MS	S	R		S	S	S	S	S		S			S			
<i>Amaranthus spinosus</i>	S			S				S	MR		S	S		S	S		S			S		MS	S
<i>Ammannia coccinea</i>	S			S	S	S	S	S	R		S	S		S	S		S			S	MS		
<i>Biden pilosa</i>								S	R					S	S		S						
<i>Bracharia mutica</i>				R	R		R	R		R	S	R	S	R	R		R			R		R	
<i>Commelina bengalensis</i>				R	R		R	R		R	S	R	R	R	R	MR	R			R		R	
<i>Cynodon dactylon</i>				R	R		R	S		S	S		R	R	R	MR	R			R		R	
<i>Cyperus difformis</i>								R		MS	S											S	
<i>Cyperus esculentus</i>				R	S		MR		S	S				MS	S	MR	S	R		S		S	
<i>Cyperus iria</i>				R			R	S	MS	R	S	MS	R						MR	MR		R	
<i>Cyperus rotundus</i>	MS			R	R	MR	R	S		R	S	S	R	R	R				MR	R		R	
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>				S				S		MS	S				S	S	S						
<i>Diglossa sanguinalis</i>	S			S				S			S	S		S	S	S	S				MR	S	
<i>Echinochloa colona</i>				R		R										S	R						
<i>Echinochloa crus-galli</i>		S						S	R	R	S	S			S	S	R				MS	R	
<i>Echinochloa glabrescens</i>		S						S	R		S	S		MS	S	S					MS	R	
<i>Eclipta alba</i>		S		S				S	R		S	S		S	S							S	
<i>Echinochloa crassipes</i>	S		MR					S	R		S	S		S	S	S				S		R	S
<i>Eleusine indica</i>		S		S	S			S	R	S	S	S			S	S				S		MR	
<i>Eleocharis acicularis</i>		S	S	S				S	R	S	S	S			S	S				S			
<i>Euphorbia hirta</i>								S	R		S	S		MR	S							S	
<i>Fimbristylis miliacea</i>		R		R				R	S	R	S	R		R	R	MR	R	R		R			
<i>Imperata cylindrica</i>		S		R	R			MR	R	MR			S	R	R	MR	R			R		MR	R
<i>Ipomea aquatica</i>	R	R		R	R		R	R	MS	R	S	R	R	R	R	R	R			R		R	
<i>Ischaemum rugosum</i>	S	S		S	S	S	S	S	R		S	S	MS	MS	S	S	S	S		S		R	
<i>Leersia hexandra</i>		S	MS	MS	S	S	MS	MS	R	S	S	S		MR	S	S	R	R		R	MR	R	
<i>Leptochloa chinensis</i>	S	S	S	S	S	S		S	R	S	MS	MS	S	S	R	S	S	S	S	S	MR	S	
<i>Ludwigia octovalvis</i>	R	MS	R	R	R	R	MS	R	R	S	MS	R	R	R	R	R	R	R		R	MR	S	
<i>Marsilea minuta</i>								R	S	S	S	R	S	S	S	S	S			S		R	
<i>Monochoria vaginalis</i>		R		S				R	S	S	S	R	S	S	S	S	S		MR	S	S	R	
<i>Nymphaea stellata</i>		R	MR	S	S	S	S	R	S	MR	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
<i>Oryza barthii</i>	S	R	MR	S	S	S	S	R	S	MR	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
<i>Oryza longistaminata</i>	S	R	MR	S	S	S	S	R	S	MR	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
<i>Paspalum distichum</i>		S		MR				S	R	MR	S	S		MR	S	S				MR		MR	S
<i>Physalis angulata</i>								S	R		S	S				MS	R						
<i>Portulaca oleracea</i>		R	MS	S	S			R	S	S	S	R	S	S	S		S	R		MS		S	R
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>		S		S		R		S		S	S	MS			S	S		S	S	S		S	R
<i>Scirpus maritimus</i>				S			MS	R			S	MS			S		MR					S	
<i>Setaria glauca</i>	S	S	S	S		S	S	S	R	S	S	S	MS		S	S	S	R	S	S	MR	S	
<i>Sporoclea zeylanica</i>		R		R			R	R	MR	R	S	R		R			R					R	
<i>Trianthema portulacastrum</i>				R			S	R		R													

Ruang kosong = tidak terdapat informasi tersedia, S = peka, MS = kerentanan sedang, MR = ketahanan sedang, R = tahan.