

**PENGENDALIAN GULMA PADA TANAMAN PANGAN  
DAN PENGEMBANGANNYA DIMASA DEPAN**

**Pidato Pengukuhan Ahli Peneliti Utama**

**Dr Ir Pirman Bangun, MS**

**BALAI PENELITIAN TANAMAN PANGAN BOGOR  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TANAMAN PANGAN  
BADAN LITBANG PERTANIAN  
DEPARTEMEN PERTANIAN**

Bogor, Oktober 1992

**PENGENDALIAN GULMA PADA TANAMAN PANGAN  
DAN PENGEMBANGANNYA DIMASA DEPAN**

**Pidato Pengukuhan Ahli Peneliti Utama**

**Dr Ir Pirman Bangun, MS**

**BALAI PENELITIAN TANAMAN PANGAN BOGOR  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TANAMAN PANGAN  
BADAN LITBANG PERTANIAN  
DEPARTEMEN PERTANIAN**

Bogor, Oktober 1992



## RIWAYAT HIDUP

Pirman Bangun, dilahirkan di Batukarang Tanah Karo Sumatera Utara pada tanggal 3 Agustus 1940 dari ibu Tembem Sebayang dan bapak Koda Bangun, menikah tahun 1968 dengan Tri Murni Sembiring dan dikaruniai 3 anak laki-laki dan 2 perempuan: Gema Revolta, Genta Morina, Tri Kartika Sari, Boyke Julianta dan Karol Eperaim.

Pendidikan Sekolah Rakyat di Batukarang lulus tahun 1954, SMP di Kabanjahe 1957, SMA di Kabanjahe 1960, Fakultas Pertanian IPB tahun 1976, Pasca Sarjana Jurusan Agronomi IPB tahun 1981 dan Doktor IPB tahun

1986.

Sejak tahun 1977 bekerja sebagai peneliti pengendalian gulma di Bagian Agronomi Lembaga Pusat Penelitian Pertanian Bogor, yang dikembangkan menjadi Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor sejak tahun 1980 dan merupakan salah satu Balai dari Puslitbangtan, dan tahun 1992 sebagai peneliti pada Bagian Ekologi dan Fisiologi pada Balai Penelitian yang sama. Pada tahun 1978 mengikuti training Intregrated Pest Control di Philipina dan tahun 1981 Weed Science di Bogor.

Aktif mengikuti seminar/rapat, kongres, konperensi mikrobiologi, entomologi, tanah, biologi dan karantina terutama yang berkaitan dengan gulma pada tingkat nasional, regional dan internasional.

Jabatan fungsional dimulai dengan Ajun Peneliti Muda (1984), Ajun Peneliti Madya (1986), Ahli Peneliti Muda (1988), dan Ahli Peneliti Utama (1990).

Jumlah karya tulis ilmiah sebanyak 77 buah terutama yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain.

Keanggotaan profesi ilmiah adalah HIGI (Himpunan Ilmu Gulma Indonesia) sejak 1977, HITI (Himpunan Ilmu Tanah Indonesia) sejak 1985, PERAGI (Persatuan Agronomi Indonesia) sejak 1984 dan aktif dalam kepengurusan HIGI 1988 - 1992.

Selain sebagai peneliti juga mengajar Ilmu Pengendalian Gulma (BDB 322) di Fakultas Pertanian IPB, Fisiologi Tumbuhan di Fakultas Biologi Universitas Nasional, Masalah Khusus Gulma (PEA 654) di Program Pasca Sarjana UNPAD Bandung, juga mengajar pada Latihan Pemeriksa Karantina Pertanian, Latihan Petugas Peningkatan Produksi Tanaman Pangan, Latihan Pengamat Hama, Latihan Pengendalian Hama Terpadu dan Anggota Team Penguji Program D IV Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil. Disamping itu membimbing tesis mahasiswa Strata 1 dari Fakultas Pertanian/Biologi/FMIPA: IPB, UNPAD, UNILA, UNAS, SUDIRMAN dan VETERAN, serta Magister Sain dan Doktor pada Fakultas/Program Pasca Sarjana IPB dan UNPAD.

Bapak-bapak dan ibu serta Saudara-saudara sekalian yang saya hormati.

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karuniaNya sehingga kita dapat berkumpul pada hari ini, di Aula Balittan Bogor dalam rangka upacara pengukuhan terhadap diri saya sebagai Ahli Peneliti Utama pada Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor, Badan Litbang Pertanian Departemen Pertanian dengan suatu Pidato ilmiah mengenai Pengendalian Gulma.

Gulma atau tumbuhan pengganggu menyita 30 % dari biaya produksi kalau dikendalikan secara konvensional. Efisiensi dalam waktu, tenaga dan biaya sangat diperlukan dalam pertanian modern, yang terjawab dengan dihasilkannya bahan kimia yang dapat mematikan tumbuhan pengganggu atau gulma. Pada tahun-tahun pertama sejak herbisida diperkenalkan pada tanaman pangan, penelitian di Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor, yang menjadi salah satu Balai dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan dulu Lembaga Pusat Penelitian Pertanian (LP3) lebih dititik beratkan kepada efikasi herbisida diberbagai lokasi, disertai pengenalan tentang gulma sasaran dan taksonominya. Tahapan berikutnya adalah penelitian biologi gulma serta mekanisme persaingan gulma dengan tanaman, menyusul penelitian-penelitian pengendalian gulma secara biologi, serta pengaruh herbisida terhadap lingkungan. Dewasa ini penelitian-penelitian tersebut dilakukan secara serempak dan terpadu sehingga satu aspek dapat menunjang aspek yang lain, termasuk di dalamnya pengelolaan tanaman, rotasi, jarak tanam, pemupukan dan varietas. Adapun pati sari amal karya, serta pengembangan ilmu gulma di masa depan dibagi dalam beberapa bab yakni: 1) Pendahuluan, 2) Tanah dan Penyebaran Biji Gulma, 3) Gulma Tanaman Pangan, 4) Pengendalian Gulma Horizontal, 5) Pengendalian Gulma Secara Vertikal, 6) Pengembangan Pengendalian Gulma di Masa Depan, dan 7) Penutup atau Kesimpulan disusun dalam pidato ilmiah ini dengan judul:

## **PENGENDALIAN GULMA PADA TANAMAN PANGAN DAN PENGEMBANGANNYA DI MASA DEPAN**

Hadirin sekalian yang saya hormati.

Pengaruh gulma terhadap tanaman sudah diketahui 2000 tahun yang lalu dapat dilihat dalam Injil Markus 4 ayat 7 yang berbunyi "Benih yang tumbuh ditengah semak duri akan menghimpitnya sampai mati, sehingga ia tidak berbuah". Banyak definisi mengenai gulma yang sebelumnya dikenal dengan tumbuhan pengganggu.

Pengertian umum tentang gulma adalah tumbuhan yang tumbuh secara alamiah pada lahan di mana manusia akan atau sedang memanfaatkannya untuk kepentingan hidupnya. Dalam bidang pertanian gulma adalah tumbuhan yang tumbuh sendiri bersama-sama dengan tanaman yang dibudidayakan. Gulma sama dengan tumbuhan lainnya, karena sama-sama membutuhkan ruang tempat tumbuh, CO<sub>2</sub>, air, zat hara dan sinar matahari. Jadi pengertian gulma lebih ditekankan pada pengaruhnya yang merugikan. Gulma mempunyai adaptasi tinggi, memanfaatkan ruang tumbuh di antara tanaman dalam menggunakan sumber daya alam dan ruang yang tersedia di sekelilingnya. Karena bersaing dengan tanaman gulma menurunkan hasil tanaman, baik kuantitatif maupun kualitatif, menurunkan efisiensi pemupukan, mengganggu kerja serta efektifitas alat-alat pertanian, meningkatkan biaya pemeliharaan tanaman, menjadi tempat berlindung/inang sementara bagi hama dan penyakit tanaman, meningkatkan konsumsi air karena evapotranspirasi, dan bahkan dapat menimbulkan penyakit pada manusia. Gulma padi sawah dapat menyumbat saluran- saluran irigasi dan transportasi di danau-danau, mengganggu kerja alat pembangkit tenaga listrik, menurunkan nilai estetika pariwisata serta menurunkan produksi ikan.

**Penurunan hasil tanaman** karena persaingan dengan gulma tergantung kepada jenis dan populasi gulma yang tumbuh dominan, cara bercocok tanam yang digunakan, varietas, pemupukan, bahan tanaman, pengendalian hama dan penyakit yang dilakukan dan pemeliharaan tanaman. Penurunan hasil tanaman pada tanaman pangan berkisar antara 6 - 87 %, berturut-turut pada padi sawah 15 - 42 %, padi gogo rancak 31 - 70 %, padi gogo 47 - 87 %, jagung 16 - 82 %, kedelai 18 - 68 %, kacang tanah 10 - 50 %, kacang hijau 32 %, dan ubi kayu 6 - 62 % (Bangun, 1987). Oleh sebab itu gulma dikendalikan, pengendalian gulma biasanya dilakukan dengan tangan dua kali pada padi sawah dan 2 - 4 kali pada tanaman palawija. Untuk satu kali penyiangan diperlukan tenaga 30 hari orang kerja/ha dengan upah Rp 2 500,-/hari maka jumlah biaya yang diperlukan dengan rata-rata dua kali penyiangan gulma dengan luas areal panen berdasarkan Statistik Indonesia 1991 untuk padi, jagung, kedelai, kacang tanah, ubi kayu dan ubi jalar masing-masing 10 502,4; 3 158,1; 1 334,1; 635,0; 1 311,6 dan 208,7 ribu ha atau total 17 149 500 ha x 2 x 30 x Rp 2 500,- = 2,6 triliun rupiah atau sama dengan 1/3 dari bantuan CGI (Consultative Group on Indonesia) yang sebesar 4,9 milyar US dollar (Kompas, 1992), malah lebih besar dari pengeluaran pembangunan pertanian pemerintah tahun 1990/91 yang sebesar 2,4 triliun rupiah. Pengeluaran ini dapat dihemat dengan memilih metode

pengendalian gulma yang lebih murah, efisien, cepat dan efektif. Penghematan pada padi sawah saja dengan perhitungan tahun 1986 sebesar 526 milyar rupiah kalau dikendalikan secara kimia, yang sekali gus juga merupakan tambahan pendapatan bagi petani (Bangun, 1986).

## TANAH DAN PENYEBARAN BIJI GULMA

Hadirin yang saya hormati.

Tanah selain berfungsi untuk tempat tumbuh, juga berfungsi sebagai bank penyimpanan biji gulma yang paling utama. Selama terbenam dalam tanah biji gulma mengalami dorman. Dormansi biji gulma tanaman pangan dalam tanah dapat mencapai 20 tahun. Bahkan ada yang mencapai ratusan tahun pada tumbuh-tumbuhan tinggi. Sebagai contoh tanah KP. Cikeumeuh Bogor yang puluhan tahun tidak dipersawahi lagi, dormansi biji gulma pecah kalau tanahnya digenangi dengan air PAM ditunjukkan oleh biji-biji gulma *Monochoria vaginalis* (eceng) dan *Cyperus difformis* (teki) yang tumbuh kembali. Jadi dari biji gulma yang terdapat dalam tanah kita dapat mengungkapkan sejarah pemakaian lahan sebelumnya.

Jumlah biji dalam tanah podsolik merah kuning Lampung berkisar antara 12 - 20 juta biji/ha. Biji-biji gulma paling banyak terdapat di kedalaman tanah 0 - 5 cm. Selain itu biji gulma yang umumnya ringan dan kecil dapat menyebar kemana-mana melalui angin, air, hewan, burung, serangga, alat-alat pertanian, benih yang digunakan, bahkan manusia. Itulah sebabnya pada pembukaan areal baru, dapat tumbuh gulma yang tadinya tidak terdapat di daerah tersebut. Biji gulma yang dapat terbawa bersama-sama benih padi antara lain adalah biji *Echinochloa spp.* (jejagoan) dan *Cyperus spp.* Gulma yang disebarkan oleh manusia karena indah bentuknya untuk kolam maupun tanam aquarium adalah *Eichhornia crassipes* (eceng gondok) dan *Salvinia molesta* (kayambang). Biji gulma yang dapat disebarkan manusia secara tidak sengaja melalui sepatu dan pakaiannya atau yang menempel pada kulit hewan adalah *Urena lobata* dan *Crysopogon aciculatus*, yang banyak terdapat dipinggir lapangan dan daerah-daerah terbuka. Penimbunan tanah dari satu lokasi kelokasi lain juga berperan besar dalam memindahkan gulma.

Makanan ternak yang diimpor juga merupakan sumber infestasi gulma yang baru, karena menyebar ketempat-tempat yang diperuntukkan untuk tanaman lain.

Contohnya *Shorgum halepense*, dan *Panicum maximum* sudah terdapat di KP. Cikeumeuh Bogor, malahan *S. halepense* sudah menimbulkan masalah serius.

Dari sini kita menyadari bagaimana pentingnya karantina pertanian domestik, regional maupun internasional. Di negara-negara ASEAN kita kenal A1 dan A2 pest. Yang termasuk A1 pest adalah hama, penyakit dan gulma yang belum terdapat di seluruh negara ASEAN. Sedang yang termasuk A2 pest adalah organisme pengganggu yang sudah terdapat di salah satu negara ASEAN, seperti *Alternanthera philoxeroides* gulma yang belum terdapat di Malaysia tapi sudah terdapat di Indonesia dan Thailand. Sedang *Boerhavia diffusa* adalah gulma yang sudah terdapat di Philipina dan Thailand, tapi belum terdapat di Indonesia.

## GULMA TANAMAN PANGAN

Hadirin sekalian yang saya hormati.

Seperti telah disebutkan sebelumnya gulma mempunyai adaptasi dan plastisiti yang tinggi terhadap ekosistemnya. Gulma dapat menyesuaikan diri dengan tanaman dan budidaya yang diusahakan. Budidaya padi sawah sepanjang musim didominasi oleh gulma yang tahan genangan atau tanah lembab, pada pola tanam padi sawah dan palawija didominasi oleh gulma yang tahan lahan basah dan kering, serta pola tanam gogo/palawija terus menerus didominasi oleh gulma lahan kering. Sifat-sifat gulma dapat dikenal dari biologinya berdasarkan cara perkembangbiakan, siklus hidup, posisi tumbuh, kekerasan batang, sistem perakaran, jumlah keping lembaga dan sifat fotosintesanya. Penggolongan yang umum dalam ilmu gulma berdasarkan morfologinya adalah golongan rumput, teki dan berdaun lebar.

Jenis gulma yang tumbuh pada padi sawah lebih sedikit ragamnya dibanding dengan gulma lahan kering. Pada padi sawah yang paling dominan adalah *M. vaginalis*, *Paspalum distichum* dan *Fimbristylis littoralis*. Tapi yang paling kuat daya saingnya adalah *Echinochloa crus-galli* gulma golongan C4 yang mempunyai bobot kering yang berat. Urutan gulma yang paling kuat daya saingnya adalah *E. crus-galli*, menyusul *Echinochloa colona*, *P. distichum*, *Leptochloa chinensis*, *Leersia hexandra*, *M. vaginalis*, *C. difformis*, *Marsilea crenata* dan *F. littoralis*. Satu rumpun *E. crus-galli* dapat menurunkan hasil 4 rumpun padi sampai 21 % (Bangun, 1986).

Gulma yang umum terdapat pada pola tanam padi sawah- palawija adalah: *P. distichum*, *E. colona*, *Ischaemum timorense*, dan *A. philoxeroides*. Gulma yang umum terdapat pada tanaman palawija termasuk padi gogo adalah: *Digitaria spp.*,

*Eleusine indica*, *I. timorensis*, *E. colona*, *Cyperus rotundus*, *Cyperus iria*, *Ageratum conyzoides*, *Amaranthus spp.*, *Portulaca oleracea*, *Eleutheranthera ruderalis* dan *Euphorbia hirta*.

Pada tanaman kedelai dua gulma babadotan *A. conyzoides* menurunkan hasil satu tanaman kedelai sampai 13 %. Pada tanaman kedelai yang paling kuat bersaing adalah *C. rotundus*, diikuti oleh *Digitaria ciliaris*, *A. conyzoides* dan *E. indica*. Sifat dan jenis tanah tidak berperan besar dalam menentukan spesies gulma yang tumbuh. Tapi lebih banyak ditentukan oleh ketinggian tempat dan sistem pengendalian gulma yang biasa dilakukan. Pada tanaman palawija dataran tinggi terdapat gulma *Artemisia vulgaris* dan *Galinsoga parviflora* yang tidak terdapat di dataran rendah (Everaats, 1981).

Dari berbagai sifatnya yang merugikan tersebut maka gulma dikendalikan. Pengendalian gulma dapat dilakukan secara langsung ditujukan kepada biji/kecambah maupun gulma yang sudah tumbuh (vertikal), maupun tidak langsung (horizontal) yang berkaitan dengan pemeliharaan tanaman termasuk perundang-undangan.

## PENGENDALIAN GULMA HORIZONTAL

Hadirin sekalian yang saya hormati.

Setiap tindakan manusia untuk memperbaiki pertumbuhan tanaman, berkaitan dengan pengendalian gulma secara tidak langsung. Paket teknologi mulai dari pengolahan tanah, pembibitan, varietas, jarak tanam, pemupukan, pengairan, perlindungan tanaman, panen dan pasca panen, merupakan tindakan-tindakan manusia dalam mengurangi pengaruh tidak langsung dari gulma.

**Pengolahan tanah** yang sekali gus menyediakan media tumbuh yang baik bagi perakaran tanaman, secara tidak langsung memutus siklus hidup gulma yang belum ber biji atau menghasilkan spora. Disamping itu gulma juga mati karena terpotongnya bagian-bagian tanaman serta akar-akar gulma.

**Pembibitan** di samping menyeleksi benih-benih yang vigor, waktu penanaman bibit dipisah dengan gulma yang tumbuh. Tanaman dalam bentuk bibit mempunyai daya saing yang lebih kuat dibanding gulma yang masih kecil.

**Varietas** yang cepat tumbuh, berkanopi lebar, beranakan banyak dan tumbuh serak (padi), mempersempit ruang tumbuh gulma. Varietas Cipunegara pada padi sawah lebih kuat bersaing dengan gulma dibanding IR 36 maupun Krueng Aceh

(Bangun dan Wiroatmodjo, 1986). Ubikayu klon M-31 dan W- 1435/1166 dapat menekan pertumbuhan *Imperata cylindrica* karena pertumbuhannya yang lebih cepat dibanding klon yang lain. Disamping itu Adira-I lebih tahan terhadap persaingan dengan gulma (Wargiono dan Bangun, 1986).

**Jarak tanam** rapat mempersempit ruang tumbuh gulma, dibanding yang jarang. Jarak tanam yang rapat selain merangsang pertumbuhan tinggi tanaman, mempersempit ruang tumbuh gulma sehingga gulma-gulma yang tumbuh antar baris tanaman kurang mendapatkan cahaya yang cukup untuk pertumbuhannya.

**Jenis dan cara pemupukan** ikut menentukan daya saing gulma ataupun kekuatan tanaman terhadap cekaman lingkungan. Pupuk buatan umumnya bersih dari biji gulma. Pupuk buatan sebaiknya langsung diberikan kepada atau dekat tanaman sehingga semaksimal mungkin dapat dimanfaatkan tanaman untuk pertumbuhannya sehingga gulma tertekan. Tanaman yang cepat tumbuh memperkuat daya saing tanaman. Pupuk buatan yang disebar, sebagian dimanfaatkan gulma untuk pertumbuhannya dan ini akan memperkuat daya saingnya. Pupuk organik selain berfungsi memperbaiki fisik dan kimiawi tanah terutama kotoran hewan banyak mengandung biji-biji gulma. Kotoran kambing banyak mengandung biji gulma *Digitaria spp.*, *Cleome rutidospermea*, *A. conyzoides*, *E. ruderalis* dan *Phyllanthus niruri*. Sebaiknya pupuk-pupuk demikian dibiarkan mengalami dekomposisi yang lama sebelum digunakan. Pembunuhan selain berfungsi untuk memperkokoh berdirinya batang, meningkatkan aerasi serta drainase pada perakaran juga menurunkan populasi gulma. Biji-biji gulma yang baru tumbuh dan berkecambah tidak kuat menahan terpaan air hujan, karena perakarannya masih dangkal.

**Air** sangat dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya. Umumnya tumbuhan darat tidak tahan terhadap genangan. Daya tahan terhadap genangan ini bervariasi, dimana variasi ini dapat dimanfaatkan untuk pengendalian gulma pada tanaman yang lebih tahan genangan. Tanaman padi sawah yang digenangi setinggi 5 - 10 cm, 7 hari setelah tanam menekan pertumbuhan gulma golongan teki seperti *C. difformis* dan *Eleocharis pellucida* (Bangun, et al, 1983). Nilai tambah lain yang diperoleh dari sistim genangan ini, adalah dengan meningkatnya efisiensi pupuk nitrogen karena lapisan reduksi bertambah dalam.

**Perlindungan tanaman terhadap hama dan penyakit** meningkatkan daya tahan tanaman terhadap persaingan dengan gulma, demikian sebaliknya. Dalam hal ini segi tiga pengaman tanaman sangat perlu diperhatikan, untuk mendapatkan hasil yang semaksimal mungkin. Hama, penyakit dan gulma tiga serangkai yang saling

berkaitan. Walaupun tingkat penampakan pengaruhnya sangat berbeda. Yang paling cepat kelihatan adalah pengaruh hama, menyusul penyakit dan terakhir adalah gulma, karena bekerja secara lambat mempengaruhi fisik dan kimia tanaman.

**Panen dan cara panen** mempengaruhi penyebaran biji-biji gulma. Yang paling kuat hubungannya disini adalah panen yang peruntukannya untuk benih. Panen gulma secara mekanis dengan traktor memungkinkan biji-biji gulma ikut terbawa. Karena panen cara ini mengangkat sebagian batang tanaman sekali gus juga malai dan batang gulma yang tumbuh disekelilingnya. Malahan biji yang jatuh ke tanah pun bisa terangkat bersama-sama tanahnya seperti pada kacang tanah. Biji-biji gulma yang ikut pada benih padi diantaranya biji gulma golongan rumput dan teki seperti biji *E. crus-galli*, *L. chinensis*, *L. hexandra* dan *F. littoralis* yang mempunyai tinggi yang hampir sama dengan tanaman padi. Pada tanaman yang lebih tinggi seperti jagung dan sorgum kemungkinan kontaminasi dengan biji gulma waktu panen sangat kecil, kecuali diwaktu penjemuran terhadap biji-biji yang ringan. Cara yang paling baik untuk panen benih adalah secara manual, karena sangat selektif walaupun lambat.

**Pasca panen** adalah bagian terakhir daripada rangkaian penyebaran benih. Pada proses ini yang diikuti oleh penjemuran, pembersihan gabah hampa dan kotoran, sekali gus dapat menghilangkan kontaminasi dengan biji-biji gulma. Demikian juga sertifikasi benih yang merupakan rangkaian kegiatan panjang mulai dari tanam, pemeliharaan, panen, pengolahan, pengujian, pengepakan, penjualan dan pengawasan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pengendalian gulma secara tidak langsung.

Tidak kalah pentingnya adalah peranan karantina tumbuh-tumbuhan baik domestik maupun internasional dengan Undang-undang Karantina, yang melarang masuknya organisme baru yang belum diketahui kegunaan, musuh alami dan biologinya di daerah baru. Ini merupakan benteng terdepan pengendalian gulma yang diemban oleh Karantina Pertanian.

## **PENGENDALIAN GULMA SECARA VERTIKAL**

Hadirin sekalian yang saya hormati.

Metode pengendalian gulma ini langsung ditujukan terhadap gulmannya. Baik terhadap biji gulma yang mau berkecambah atau sudah tumbuh pada lahan yang

sudah ditanami atau yang akan ditanami. Dikenal lima macam metode pengendalian gulma di antaranya secara manual, mekanis, phisis, biologis, dan kimiawi.

**Cara manual.** Metode yang paling awal dikenal manusia adalah dengan tangan atau manual. Gulma dicabut berikut akarnya pada padi sawah atau dipotong dekat dengan permukaan tanah dengan alat sederhana seperti kored, pacul, sabit dan sebagainya. Metode ini paling efektif, tapi membutuhkan tenaga, waktu dan biaya yang paling mahal. Metode ini hanya cocok untuk bercocok tanam di lahan sempit, bersifat konvensional dan padat karya. Akibat dari metode ini sering dijumpai tanaman yang bersih sama sekali dengan gulma atau dikenal dengan "clean weeding". Cara ini sebenarnya tidak cocok ditinjau dari pertanian modern sebab: 1) tidak efisien karena mahal dan lama, 2) tidak semua gulma yang tumbuh itu merugikan tanaman karena daya saingnya rendah, 3) beberapa gulma yang dibiarkan tumbuh meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah serta mengurangi erosi, 4) gulma ada yang berfungsi sebagai tempat berlindung predator yaitu musuh alami hama dan 5) mengurangi pemusnahan keragaman tumbuhan di muka bumi. Pengembangan metode ini pada padi sawah adalah dengan menggunakan landak terutama terhadap gulma di antara baris tanaman.

**Cara mekanis.** Metode mekanis banyak dipraktekkan di negara-negara maju. Ciri usaha tani dengan metode ini berskala luas, bermodal besar, ketrampilan tinggi dengan kontour lahan datar sampai sedikit miring. Negara-negara industri banyak mengembangkan peralatan pengendalian gulma yang ditarik dengan traktor.

**Cara phisis.** Metode ini banyak digunakan petani, terutama pada perladangan berpindah dengan menggunakan api. Metode ini paling sederhana tidak membutuhkan peralatan, dengan hanya membakar sisa-sisa tumbuhan yang telah kering bekas penebasan sebelumnya. Dengan demikian metode ini merupakan kombinasi secara manual dan secara phisis. Cara ini bertentangan dengan pertanian yang berkelanjutan, karena permukaan tanah terbuka dari jatuhnya air hujan, memudahkan erosi, dan membuang bahan organik yang dapat mempertahankan kesuburan tanah. Pengembangan metode ini dengan menggunakan alat semprot dengan bahan bakar yang disemprotkan. Api tidak digunakan untuk membakar gulma tapi untuk menghambat metabolisme tumbuhan dengan mengkoaguler enzim dan protein. Disamping bahan bakar yang mahal, cara ini berbahaya kalau dipraktekkan didekat permukiman penduduk. Dampak lain dari metode pembakaran ini adalah dengan bertambahnya lahan yang ditumbuhi oleh alang-alang.

**Cara kimiawi.** Dewasa ini pengendalian gulma menggunakan herbisida dari tahun ketahun meningkat terus. Perkembangan ini dapat dilihat dari jumlah herbisida yang terdaftar pada Komisi Pestisida selama 10 tahun terakhir dari 50 formulasi meningkat menjadi 88 formulasi pada tahun 1989. Beberapa faktor yang mendukung penggunaan bahan kimia ini adalah: pola tanam yang serempak pada hamparan yang sangat luas, tersedotnya tenaga kerja ke sektor-sektor industri, upah kerja yang mahal, dan waktu kerja yang lama kalau dilaksanakan secara konvensional. Efisiensi kerja sudah mulai diperhitungkan petani, karena tenaga kerja muda dan lepas sekolah tidak tertarik terhadap kerja kasar. Faktor-faktor lain yang mendorong pemakaian herbisida ini adalah: saat pengendalian gulma dapat dipilih pada waktu yang dikehendaki, areal pertanaman dapat diperluas, gulma yang tumbuh dekat tanaman dapat dikendalikan dengan herbisida yang selektif, disamping herbisida mengurangi gangguan terhadap struktur tanah. Pemilihan herbisida lebih mudah karena bermacam-macam formulasi dan waktu aplikasi sudah tersedia.

Hampir setengahnya herbisida yang terdaftar dan diijinkan pemakaiannya pada tahun 1989 digunakan pada padi sawah (38 formulasi), menyusul pada tanaman kedelai (14 formulasi), jagung (6 formulasi), kacang tanah dan ubikayu masing-masing 3 formulasi, gogo 2 formulasi, dan belum ada yang terdaftar untuk kacang hijau. Berbeda dengan pemakaian herbisida di luar negeri di Indonesia aplikasi herbisida hanya dilakukan satu kali dan diikuti oleh penyiangan secara manual pada 42 hari setelah tanam kalau diperlukan. Sebagian besar herbisida yang digunakan pada padi sawah berbahan aktif 2,4-D tunggal atau campuran yang efektif terhadap *M. vaginalis* yang merupakan gulma dominan pada lahan tersebut. Bahan aktif lainnya adalah MCPA, bentazon, klorometoksinil, oksifluorfen, sulfonil urea, butaklor, pretilaklor, piperefos, oksadiazon, bentiokarb, dan propanil. Dari sekian banyak formulasi hanya sedikit yang efektif terhadap *P. distichum* gulma yang dapat tumbuh dalam lahan kering dan basah. Pemakaian 2,4-D dan sulfonil urea disenangi petani karena harganya yang sangat murah. Pemakaian herbisida sejenis yang terus-menerus akan meningkatkan populasi gulma lain seperti *E. crus-galli*. Gulma ini akan menjadi dominan dimasa yang akan datang karena herbisida yang digunakan tidak efektif terhadap gulma tersebut, walau dilakukan pengendalian gulma secara manual karena gulma ini mirip dengan tanaman padi muda, varietas padi yang ditanam tidak dapat menaungi gulma tersebut karena tanamannya pendek (Bangun, 1986). Beberapa sifat dari gulma ini adalah sangat respon terhadap pemupukan, tahan terhadap cekaman kekurangan air karena perakaran yang dalam, siklus hidup

lebih cepat mulai berbunga pada umur 35 hari dan lebih efisien menggunakan sumberdaya alam karena termasuk tumbuhan C4. Disamping itu gulma tersebut dapat menjadi inang bagi walang sangit *Leptocorisa oratorius* (Rajapakse dan Kulaxkara, 1980), busuk pelepah *Acrocylindrium oryzae* (Balakrishnan dan Nari, 1981), hawar pelepah *Corticium sasakii* (Bandara, 1979), penyebab dari lempuh daun *Rhynchosporium oryzae* (Amu Sing dan Sen Gupta, 1980), serta penyakit tungro, kate kuning dan kerdil rumput yang ditularkan oleh wereng *Nephotetix sp.* dan *Nillaparvata lugens* (Triharso, 1979) yang dapat hidup dan memperbanyak diri pada gulma tersebut. Namun pada gulmanya sendiri tidak terlihat gejala serangan yang jelas.

Kegunaan lain dari herbisida adalah sebagai pengganti persiapan tanam pada lahan yang ditutupi oleh vegetasi alang-alang (Bangun, *et al.*, 1986). Umumnya persiapan tanam dilakukan dengan mengolah tanah secara sempurna. Pengolahan tanah sempurna memerlukan tenaga yang banyak, waktu yang lama, dan biaya yang mahal kalau dikerjakan secara konvensional serta modal yang banyak kalau menggunakan traktor. Disamping itu metode ini menambah pekerjaan dalam pengendalian gulma. Ini disebabkan biji gulma yang tersimpan dalam tanah, oleh karena pembalikan tanah muncul kepermukaan, dan pecah dormansinya. Pada metode tanpa olah tanah atau diolah minimum menggunakan herbisida dua macam unsur dalam paket teknologi budidaya tanaman pangan lahan kering dapat dikurangi yaitu pengolahan tanah dan pengendalian gulma. Persyaratannya lahan tersebut sebelumnya tertutup oleh vegetasi gulma. Gulma yang ada disemprot dengan herbisida dan langsung ditanami dengan atau sedikit mengolah tanah yaitu pada tempat yang mau ditanam saja. Gulma yang mati berfungsi sebagai mulsa, mempertahankan kesuburan tanah, mengurangi erosi dan aliran permukaan, meningkatkan infiltrasi air, mengurangi penguapan, menurunkan fluktuasi suhu tanah, dan tahanan tanah. Disamping itu bercocok tanam tanpa olah tanah meningkatkan aktifitas mikroorganisme dalam tanah baik dalam respirasi tanah, total mikroorganisme, jumlah fungi dan nitrosomonas. Pertumbuhan tanaman lebih baik karena menambah ketersediaan air bagi tanaman, kepadatan perakaran pada lapisan olah lebih banyak, dan transpirasi tanaman muda lebih sedikit. Metode tanpa olah tanah ini dapat digunakan pada tanah yang berdrainase sedang sampai baik, tekstur tanah sedang sampai berpasir, bagian atas tanah pasir berdebu, tanah mudah kering, tanah yang kemampuan menahan airnya sedikit, berat isi tanahnya kurang

dari 1,35 dan solum tanahnya dangkal. Herbisida yang dapat dipergunakan untuk keperluan tersebut adalah glifosat dan glufosinat.

Selain pada lahan yang tertutup oleh gulma tanpa olah tanah ini dapat juga dipergunakan setelah panen padi sawah maupun di lahan sawah tadah hujan dengan atau tanpa menggunakan herbisida pada pola tanam padi sawah-palawija.

Bercocok tanam dengan metode tanpa olah tanah dapat digunakan pada tanaman padi gogo, jagung, kedelai dan kacang hijau, pada lahan podsolik merah kuning dan latosol merah coklat (Bangun, 1986), andosol (Zaini, *et al*, 1988), grumosol dan alluvial (Basri, *et al*, 1988), dan mediteran merah tua (Abidin dan Lando, 1986). Untuk tanaman kacang tanah dan ubi-ubian sebaiknya digunakan olah tanah minimum yaitu pada tempat yang mau ditanam. Hasil yang diperoleh tidak berbeda nyata dengan pengolahan tanah sempurna, malahan kadang-kadang dapat melebihi hasil olah tanah sempurna (Bangun dan Syarifuddin, 1991).

Aspek lain yang perlu diperhatikan dalam penggunaan herbisida ini adalah dampaknya terhadap lingkungan termasuk di dalamnya residu herbisida. Residu yang lama terdapat pada hasil, air dan tanah berbahaya bagi biota hidup yang lain, termasuk terhadap hama maupun musuh alami. Residu herbisida 2,4-D tunggal atau campuran dengan bentiokarb atau piperefos serta oksadiazon pada air, tanah dan ikan tidak terdeteksi lagi 25 hari setelah aplikasi (Sumatra, Bangun dan Suhandi, 1986).

**Cara biologi.** Pengendalian gulma secara biologi adalah dengan menggunakan hewan, serangga, cendawan, bakteri, virus dan malahan dari tumbuhan sendiri. Dampaknya terhadap lingkungan paling sedikit. Sampai pada saat ini pengendalian gulma secara biologis pada lahan sawah lebih banyak diteliti dibanding lahan darat.

Pengendalian gulma menggunakan tumbuhan pada lahan sawah dapat dilakukan dengan menggunakan *S. molesta* D.S. Mitchell atau kayambang yang biasanya dianggap gulma. Ternyata tumbuhan ini tidak perlu dibuang setelah pembajakan, karena tumbuhnya yang mengapung dapat menekan pertumbuhan gulma yang tumbuh di bawahnya. Kayambang yang digunakan sebagai cover crop (Bangun, 1988) tidak berpengaruh terhadap hasil padi, tidak mengganggu pemupukan, tidak menambah konsumsi air, malahan dapat mengurangi serangan wereng coklat. Pupuk nitrogen yang diberikan secara tebar dapat menembus daun-daun kayambang, efisiensi pupuk lebih ditingkatkan sebab difusi oksigen dari udara terhambat karena tertutupnya permukaan air oleh kayambang. Oksigen adalah

penyebab utama nitrifikasi, karena nitrifikasi dihambat, nitrat sebagai bahan denitrifikasi yang menghasilkan gas-gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  dan  $\text{N}_2$  juga terhambat, sehingga pupuk yang diberikan lebih lama tersedia bagi tanaman. Tumbuhan lain yang dapat dipergunakan sebagai cover crop adalah *Azolla pinnata*. Kedua tumbuhan ini dapat digunakan sebagai salah satu sumber bahan organik dan pupuk nitrogen. Mekanisme kerja cover crop dalam menekan gulma adalah menggagalkan perkecambahan biji gulma, karena sinar matahari dan oksigen yang diperlukan untuk perkecambahan berkurang, serta biomas cover crop yang berat tidak dapat ditembus oleh gulma yang masih muda.

Faktor-faktor lain yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan kayambang ini adalah: kondisi air tergenang minimal selama 10 hari dan genangan tidak melebihi tinggi tanaman padi, tidak dapat digunakan pada daerah-daerah yang anginnya kencang, pada tanaman padi sebar langsung, dan pada sistim mina padi.

Pengendalian gulma secara biologi pada padi sawah juga dapat dilakukan dengan menggunakan unggas. Anak itik (*Anas javanica* Chaves) yang dibiarkan pada padi sawah selama 3 hari (setelah gulma tumbuh dan berdaun 3 - 5 helai), memakan dan menginjak-injak gulma yang masih muda, sehingga tidak diperlukan lagi penyiangan. Selain mengendalikan gulma, itik juga memakan serangga-serangga, dan kotorannya berguna sebagai pupuk nitrogen. Tidak kalah pentingnya itik sebagai sumber protein dari telur dan dagingnya. Dengan kata lain itik dapat menggantikan tenaga kerja manusia (Bangun, 1989).

## PENGEMBANGAN PENGENDALIAN GULMA DI MASA DEPAN

Hadirin sekalian yang saya hormati.

Apapun teknologi yang dihasilkan harus dapat melestarikan lingkungan agar dicapai pertanian yang berkelanjutan. Pilihan utama dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia. Dengan demikian haruslah dimulai dengan menginventarisasi biota yang berasosiasi dengan gulma-gulma sebagai sasaran.

Salah satu serangga yang dewasa ini banyak menyerang *Ludwigia hyssopifolia* (G. Don) dan *Jussaea repens* L. di lapangan adalah *Holtica cyanea* Web, famili Holticiadeae dari Ordo Coleoptera. Larva dan kumbangnya berwarna hitam, bersama-sama memakan daun gulma tersebut. Penelitian dasar mengenai biologi dari serangga ini perlu ditelusuri.

Metode pengendalian gulma secara biologis menggunakan serangga kemungkinan mendapatkan masalah besar dalam perbanyakan, penyimpanan, serta aplikasinya. Cara lain yang mungkin membuka peluang besar dan dapat mengatasi masalah tersebut adalah dengan mencari penyakit spesifik gulma yang bersangkutan tapi bukan menjadi penyakit pada tanamannya terutama fungi, bakteri ataupun virus. Sehingga akan dikenal **bio-herbisida** berupa myco-herbisida, bakteri-herbisida dan virus-herbisida. Prosesnya diambil dari gulma itu sendiri, diperbanyak dan diberikan kembali kepada gulma bersangkutan dalam konsentrasi yang lebih tinggi (Walson, 1989).

**Sasaran** bioteknologi dimasa depan sebaiknya tertuju kepada gulma-gulma yang sulit dikendalikan seperti *E. crus-galli*, *P. distichum*, dan *Cyperus rotundus*. *Echinochloa crus-galli* adalah gulma yang paling kuat daya saingnya terhadap padi sawah. *Paspalum distichum* adalah gulma tahunan yang berkembang biak terutama secara vegetatif melalui stolon, dan sampai saat ini masih sedikit herbisida yang mampu mengendalikannya. *Cyperus rotundus* adalah gulma lahan kering yang paling sulit dikendalikan, merupakan gulma tahunan yang berkembang biak terutama dengan umbi dan rhizom dalam tanah, mempunyai daya saing yang kuat, serta mempunyai zat allelopati yang menghambat pertumbuhan tanaman sekitarnya, maupun pada tanah bekas tempat tumbuhnya.

Semua gulma tersebut di atas termasuk C4 dan mempunyai bobot kering masa pertumbuhan vegetatif (umur 49 hari setelah tanam) yang jauh lebih berat dibanding gulma-gulma lainnya, sehingga kriteria bobot kering dapat digunakan untuk menentukan daya saing dari sesuatu gulma.

Salah satu hal yang sampai saat ini belum diperhatikan adalah untuk mendapatkan **varietas yang tahan terhadap persaingan** dengan gulma. Baik yang dilakukan melalui perakitan varietas secara konvensional maupun dengan rekayasa genetik dengan memotong dan memindahkan molekul DNA yang tahan persaingan ke tanaman yang kita kehendaki. Sumber genetik tersebut dapat dicari pada padi liar yang masih dapat menghasilkan gabah walaupun tidak terpelihara dan tumbuh dengan tumbuh-tumbuhan lain. Tipe padi yang dikehendaki adalah cepat tumbuh, berbatang kokoh, berakar banyak dan dalam, beranak sedang, malai panjang dengan jumlah gabah bernas yang banyak.

Sesuai dengan kemajuan industri, bahan kimia sebagai salah satu alternatif pengendalian gulma masih akan membawa peranan di masa depan. Hanya saja yang harus diperhatikan adalah dampak dan tekanannya terhadap lingkungan. Sebagai

salah satu contoh adalah glifosat, yang tidak aktif begitu mencapai tanah, dan malahan merangsang pertumbuhan mikroorganisme dan respirasi tanah. Seleksi dan pemilihan harus diperketat terutama terhadap herbisida-herbisida yang residunya lama bertahan (Maddy, 1990). **Residu pada tanaman pangan yang dikonsumsi harus mendekati nol.** Apalagi bila sifat pertanian tanaman pangan kita dimasa depan untuk tujuan ekspor. Pengetatan ini sudah mulai dari sekarang diperhatikan. Sebab negara-negara maju melarang impor bahan pangan yang tercemar pestisida. Penelitian residu pestisida harus meliputi kemungkinannya sebagai penyebab kanker, pengaruhnya terhadap cacat lahir hewan uji dan penghambat pertumbuhan serta pengaruhnya terhadap alat-alat reproduksi. Hal ini sekali lagi kita tekankan karena kemajuan industrialisasi salah satu efek sampingnya adalah pencemaran.

**Hubungan herbisida dan bioteknologi.** Tidak dapat dibantah bahwa zaman ini adalah era elektronika dan informasi. Masa mendatang adalah zaman bioteknologi termasuk dalam bidang pertanian. Dengan rekayasa genetik selektifitas herbisida pada tanaman pangan akan ditingkatkan, sehingga herbisida yang tadinya tidak dapat dipergunakan saat ada tanaman, dapat dipergunakan, sehingga pemakaiannya tidak terbatas. Tentunya herbisida yang dipilih untuk keperluan tersebut sekali lagi adalah herbisida-herbisida yang sudah lolos memenuhi syarat lingkungan yaitu herbisida yang mudah terurai dan mempunyai residu yang singkat. Dewasa ini dengan rekayasa genetik sudah didapatkan tanaman jagung yang tahan terhadap herbisida glifosat, sesuatu hal yang tadinya tidak mungkin sama sekali karena herbisida glifosat termasuk herbisida kontak yang sistimik dan tidak selektif (Monsanto, 1990).

Kita telah sama-sama mendengar laporan-laporan tentang pencemaran yang makin meningkat, suhu bumi yang makin tinggi, baik oleh karena pabrik-pabrik, bahan bakar fosil, terbakarnya hutan, dan peperangan, bahkan menipisnya lapisan ozon karena pemakaian gas CFC (chloro-fluoro-carbon) dan oksida belerang. Pada kondisi demikian bidang **pertanian akan paling terpukul** karena gulma yang kebanyakan termasuk tumbuhan C<sub>4</sub>, daya saingnya tambah meningkat sejalan dengan bobot keringnya yang bertambah akibat CO<sub>2</sub> yang banyak akan meningkatkan akumulasi karbohidrat hasil fotosintesa, sedang di pihak lain tanaman pangan kita kebanyakan termasuk tumbuhan C<sub>3</sub> yang hasilnya akan menurun karena suhu tinggi mengakibatkan respirasi yang tinggi. Oleh sebab itu mulai dari sekarang peringatan terhadap "global warming" ini harus diantisipasi secara terintegrasi dan menyeluruh dari segala aspek dan disiplin.

Aspek lain yang juga berpeluang untuk mengurangi tekanan terhadap lingkungan adalah **elektronika**. Kemajuan pesat dalam era industrialisasi dan elektronika membuka peluang-peluang baru. Dimasa depan akan muncul alat-alat pengendalian gulma portabel yang ringan dan bisa digendong menggunakan gelombang elektromagnetik maupun sinar laser yang mampu mengganggu kerjanya enzim dan metabolisme gulma sasaran. Selektifitas dari pada alat ini dapat disesuaikan menurut kebutuhan dengan mengatur volume, gelombang, intensitas, frekuensi, arah dan ketepatan aplikasi sehingga "non target" organisme tidak mengalami gangguan. Kemajuan mengenai hal ini dapat kita lihat dari ukuran komputer tabung yang pertama sekali dihasilkan sebesar kamar tidur sampai sebesar buku sekarang ini dengan mikro chipnya.

## **PENUTUP**

Jadi jelaslah bahwa pertanian yang berkelanjutan haruslah disertai perangkat paket teknologi dengan berbagai unsurnya yang dapat melestarikan lingkungan. Hasil maksimal dapat dicapai dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia, ditambah dengan masukan lain yang memenuhi persyaratan lingkungan. Dalam era industri herbisida masih tetap akan menjadi pilihan utama, karena segi kepraktisannya, efisiensi dan sasarannya yang lebih luas, diperkuat dengan bio-herbisida terhadap sasaran-sasaran khusus. Bioteknologi dengan segala aspeknya akan menjadi harapan besar di masa yang akan datang.

Pengendalian gulma secara biologi dengan memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbaharui seperti kayambang dan itik, dapat meningkatkan efisiensi serta nilai tambah dalam masukan yang diberikan, sebagai usaha farming system yang lebih menguntungkan secara ekonomi, dan meningkatkan kesehatan karena perbaikan gizi.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Saudara-saudara sekalian yang saya hormati.

Izinkanlah saya mengakhiri pidato ini untuk menyampaikan terima kasih dan rasa hormat kepada mereka yang telah memberi kepercayaan dan kesempatan kepada saya.

Melalui Bapak Menteri Pertanian saya menyampaikan terimakasih saya kepada Bapak Presiden Republik Indonesia, kepada Bapak Menteri Pertanian, kepada Bapak

**Ketua dan para anggota Panitia Penilai Jabatan Peneliti di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, atas kepercayaan yang telah diberikan kepada saya untuk mengemban tugas Ahli Peneliti Utama pada Bidang Penelitian Pengendalian Gulma Tanaman Pangan.**

Demikian juga rasa hormat dan terima kasih saya, saya sampaikan kepada Bapak Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bapak Kepala Pusat Penelitian Tanaman Pangan, serta Bapak Kepala Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor atas kepercayaan dan fasilitas yang diberikan sampai mencapai jenjang fungsional Ahli Peneliti Utama ini. Semoga kerja sama dan bantuan Bapak-bapak, staf pimpinan, kolega dan teman seprofesi di Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, mendorong saya untuk lebih berperan aktif dan berkreasi dalam kegiatan penelitian pertanian yang masih jadi tulang punggung dalam menuju era industri untuk tinggal landas.

Rasa hormat yang mendalam saya kenang kembali kepada ayahanda Koda Bangun almarhum, yang telah memberi semangat dorongan dan contoh sebagai Perintis Kemerdekaan, karena nilai-nilai luhur yang diberikannya telah memberi buah, walaupun pada saat dia telah tiada.

Rasa hormat dan terima kasih saya juga kenangkan kembali kepada almarhum ibunda Tembem Sebayang yang sempat lama menanti saat bersejarah ini, atas kesabaran dan ketekunannya mengantar anak-anaknya sampai dewasa.

Kepada isteri saya Tri Murni Sembiring dan anak-anak Gema, Genta, Tri Kartika, Boyke dan Karol, ucapan terimakasih dan hadiah bahagia ini saya sampaikan, sebagai bagian daripada kehidupannya agar dapat menjadi manusia yang berguna bagi nusa, bangsa dan negara.

Tidak lupa kepada Panitia Penyelenggara Pengukuhan Ahli Peneliti Utama saya ucapkan penghargaan dan rasa terima kasih atas bantuannya sehingga acara ini dapat berjalan dengan baik sesuai dengan rencana. Demikian juga pada kesempatan ini saya mohon maaf kepada ibu, bapak dan undangan sekalian bilamana terdapat kekeliruan yang sengaja atau tidak sengaja.

Terimakasih.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Abidin, B. dan T.M. Lando, 1988. Cara pemberantasan alang-alang dan efisiensi alat pengolahan tanah. *Pemberitaan Penelitian Balittan Sukarami*, (8): 27 - 32
2. Amu Sing, S. and P.K. Sen Gupta. 1980. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv a new host for *Rhynchosporium oryzae* Hashioka and Yakogi. *IRRN, Manila, Philippines*, 5(5):17
3. Balakrishnan, B. and M. Chandrasekharan Nari. 1981. Weed hosts of *Acrocyndrium oryzae* Saw., a sheat rot pathogen of rice. *IRRN, Manila, Philippines*: 6(6): 13.
4. Bandara, J.M.R.S. 1979. Reaction of some common weeds in Sri Lanka rice field to *Corticium sasakii*. *IRRN, Manila, Philippines*: 4(3): 15-16.
5. Bangun, P. and J. Wiroatmodjo. 1986. Dominant weeds and their control in Indonesians food crops. *Symposium in Weed Science. BIOTROP Spec. Publ. No. 24*: 163-181.
7. Bangun, P., M. Ismunadji dan Suwardjo, 1986. Budidaya tanaman pangan di lahan alang-alang dengan pengolahan tanah minimum. *Lokakarya Usahatani Konservasi di Lahan Alang-alang Podsolik Merah Kuning. Badan Litbang Pertanian, Palembang*.
8. Bangun, P. 1986. Masalah dan prospek pengendalian gulma secara kimia pada tanaman padi sawah dimasa depan. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pertanian*. V(1): 14-21.
9. Bangun, P. 1987. Present status of weed problems in different food crops in Indonesia. *Report of ASEAN Planti Meeting on Standardization for Weed Interception 30 Sept. - 2 Oct. 1987, Manila, Philippines*.
10. Bangun, P. 1988. Pemanfaatan kayambang untuk mengendalikan gulma pada padi sawah. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pertanian*. VII(4): 98-103.
11. Bangun, P. 1989. Anak itik sebagai tenaga penyiang pada padi sawah. *Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan, Balittan Bogor*: 14 - 18
12. Bangun, P. dan A. Syarifuddin K., 1991. Tanaman pangan dengan metode tanpa olah tanah dan diolah minimum. *Jurnal Penel. & Pengembangan Pertanian, Vol X (4)*: 61 - 68

13. Basri, I.H., Nursal dan Erdiman, 1988. Respon of corn variety to several tillage methods after rainfed paddy. *Pemberitaan Penel. Sukaramei*, (14): 36 - 38
14. Everaats, A.P. 1981. Weeds of vegetables in the highlands of Java. Lembaga Penelitian Hortikultura, Jakarta: 121 pp.
15. Kompas, 1992. Pemakaian dana CGI harus disertai tanggung jawab dan kewaspadaan. *Harian Kompas*, Senin 20 Juli 1992 hal. 1 kol. 1-4 dan hal. 11 kol. 1-7.
16. Maddy, K.T. 1990. The fate of herbicide as a result of the reregistration process in the United States and the State of California and the increasing level of public concern about exposure to any pesticide. *Proc. of the Third Trop. Weed Sci. Conf.*, Kuala Lumpur Malaysia, 4-6 December 1990.
17. Rajapakse, R.H.S. and V.L. Kulaxkara. 1980. Survival of rice bug *Leptocorisa oratorius* on graminaceous weeds during the fallow period between rice cropping in Sri Lanka. *IRRN*, Manila, Philippines: 5(5): 18-19.
18. Statistik Indonesia 1991. Biro Pusat Statistik. Jakarta Indonesia: 587 hal.
19. Sumatra, M., P. Bangun dan Suhandi, 1986. Residu herbisida pada sistem mina padi. *Prosiding Konp. HIGI VIII*, Bandung: 223 - 230
20. Triharso, 1979. Usaha pengendalian penyakit tanaman di daerah pasang surut. *Simposium III Persawahan Pasang Surut*, Palembang: 5-10.
21. Monsanto, 1990. Kebal hama dan herbisida setelah gen tanaman direkayasa. *Monagro Kimia*, Vol.5/Thn II/1990.
22. Walson, A.K. 1989. Current advances in bioherbicide research. *Brighton Crop Protection Conference-Weeds*: 987-996.
23. Wargiono, J. dan P. Bangun, 1988. Pengolahan tanah minimal pada ubikayu. *Prosid. II Budidaya Pertanian Tanpa Olah Tanah*. Fakultas Pertanian IPB, Bogor: 39 - 46
24. Zaini, Z., Ethrina dan A. Sahar, 1988. Effect of tillage on some soil characteristics and yield of soybean planted after rainfed rice. *Pemberitaan Penel. Sukaramei*, (13): 3 - 7

## MAKALAH ILMIAH

1. Bangun, P. dan Iskandar S., 1979. Pengaruh cara pengolahan tanah dan sistim penyiangan terhadap pertumbuhan gulma dan hasil jagung pada dua musim tanam. Prosid. HIGI V, Malang
2. Bangun, P., 1981. Using bio-agent to control aquatic weed. BIOTROP, Bogor.
3. Bangun, P., 1982. Persaingan kayambang (*Salvinia molesta*) dengan tanaman padi. Penelitian Pertanian, Puslitbangtan: 2(24): 64 - 67
4. Bangun, P., 1982. Possibilities of using *Salvinia molesta* as a cover crop to control weed in lowland rice. Proc. Pest Management Symposium, BIOTROP, Bogor.
5. Bangun, P., H. Pane dan M. Sundaru, 1982. Pengaruh pengendalian gulma, jarak tanam dan cara pengolahan tanah pada tanaman jagung di wilayah alang-alang. Pertemuan Tehnis Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering. Fakultas Mekanisasi Pertanian IPB.
6. Bangun, P., 1982. Gulma padi sawah dan irigasi KP. Cikeumeuh. Arena Komunikasi Puslitbangtan.
7. Manurung, S.O., F. Muhadjir dan P. Bangun., 1983. Hormon tumbuh. Masalah dan Hasil Penelitian Padi, Puslitbangtan, Bogor: 67 - 86
8. Bangun, P., J. Wiroatmodjo, B.H. Tampubolon dan D. Herudjito., 1983. Pengaruh kedalaman penggenangan sawah terhadap infestasi gulma, pertumbuhan dan hasil padi sawah. Penel. Pertanian: 3(1): 20 - 23
9. Bangun, P., H.H. Sitompul, J. Wiroatmodjo, S.S. Sastroutomo., 1984. Dekomposisi bahan organik kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) pada tanah sawah. Prosid. Konp. HIGI VII, Surakarta: 29 - 35
10. Bangun, P., S. Partohardjono dan S. Noor, 1984. Respon beberapa varietas dan galur harapan padi gogo terhadap beberapa sistem penyiangan. Prosid. Konp. HIGI VII, Surakarta: 113 - 120
11. Bangun, P., I.V. Sutarto dan S. Noor, 1984. Pengaruh beberapa cara pengendalian gulma dan jarak tanam terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah. Prosid. Konp. HIGI VII, Surakarta: 121 - 126
12. Ardjasa, W.S., dan P. Bangun, 1985. Pengendalian gulma pada kedelai. **Kedelai**. Puslitbangtan, Bogor: 357 - 367

13. Bangun, P., 1985. Pengendalian gulma pada tanaman jagung. Puslitbangtan: 83 - 97
14. Wahjudi, P. Bangun dan D. Pasaribu, 1985. Jumlah contoh tanaman untuk pengukuran sifat-sifat tanaman padi dan kedelai. Penel. Pertanian: 5(2): 78 - 81
15. Bangun, P. and S. Partohardjono, 1985. Influence of planting methods and weeding system on weed growth and rice yield. Penel. Pertanian: 5(2): 78 - 81
16. Bangun, P. 1985. Pengaruh herbisida terhadap nodulasi akar kedelai. Kongres Nasional IV Perhimpunan Mikrobiologi. Jakarta.
17. Bangun, P. dan N. Sinukaban, 1986. Budidaya padi gogo tanpa pengolahan tanah di lahan alang-alang podsolik merah kuning. Prosid. Kongres Nasional IV HITI, Bogor: 135 - 144
18. Bangun, P. and J. Wiroatmodjo, 1986. Dominant weeds and its control in Indonesian food crops. Symposium in Weed Science, BIOTROP Spec. Public. No. 24: 163 - 181
19. Bangun, P., D. Pasaribu and E. Partasasmita, 1986. Minimum tillage on mungbean in alang-alang. Symposium in Weed Science, BIOTROP, Spec. Public. No.24: 263 - 274
20. Bangun, P., 1986. Masalah dan prospek pengendalian gulma secara kimia pada tanaman padi sawah dimasa depan. Jurnal Penelitian & Pengembangan Pertanian: V(1): 14 - 21
21. Bangun, P., 1986. Penyiangan gulma padi sawah secara manual, mekanik, biologik dan kimiawi. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan, Sukamandi, Puslitbangtan: 282 - 288
22. Bangun, P., 1986. Cara penyiangan padi gogorancah. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan, Sukamandi, Puslitbangtan: 289 - 294
23. Bangun, P., 1986. *Eleocharis dulcis*, gulma yang dibudidayakan. Prosid. Konp. HIGI VIII, Bandung: 59 - 62
24. Sutarto, I.V. dan P. Bangun, 1986. Beberapa alteratip pengendalian gulma pada kacang tanah. Prosid. Konp. HIGI VIII, Bandung: 163 - 168

25. Bangun, P., 1986. Tanggapan beberapa varietas dan galur harapan padi gogorancah terhadap sistim penyiangan di tanah podsolik merah kuning. Prosid. Konp. HIGI VIII, Bandung: 169 - 178
26. Sutarto, I.V., P. Bangun dan I. Tarsa, 1986. Pengendalian gulma secara terpadu pada kacang tanah. Prosid. Konp. HIGI VIII, Bandung: 189 - 194
27. Wargiono, J. dan P. Bangun, 1986. Tanggapan klon harapan ubikayu terhadap cara pengendalian gulma pada tanah podsolik merah kuning. Prosid. Konp. HIGI VIII, Bandung: 195 - 200
28. Sumatra, M., P. Bangun dan Suhanda, 1986. Residu herbisida pada sistim mina padi. Prosiding Konp. HIGI VIII, Bandung: 223 - 230
29. Sutarto, I.V., S. Hutami, Y. Supriyati dan P. Bangun, 1986. Penampilan gulma, pertumbuhan, dan hasil kacang tanah pada berbagai takaran mulsa dan kedalaman pengolahan tanah di tanah latosol. Seminar Balittan Bogor: 232 - 239
30. Bangun, P., M. Ismunadji dan Suwardjo, 1986. Budidaya tanaman pangan di lahan alang-alang dengan pengolahan tanah minimum. Lokakarya Usahatani Konservasi di Lahan Alang-alang Podsolik Merah Kuning. Badan Litbang Pertanian, Palembang.
31. Sudiman, A. dan P. Bangun, 1986. Pengaruh pemberian alachlor, metalachlor, thiorin, dan chlorbromuron terhadap pertumbuhan kedelai (*Glycine max* (L) Merrill dan gulma. Penel. Pertanian: 6(2): 87 - 93
32. Bangun, P., 1986. Penampilan beberapa varietas/galur harapan padi gogo terhadap sistim penyiangan pada tanah podsolik merah kuning. Seminar Balittan Bogor Vol. I: 44 - 51
33. Bangun, P., 1987. Budidaya pertanian tanaman pangan dengan metoda tanpa olah tanah. Prosid. Seminar Budidaya Pertanian Tanpa Olah Tanah Fak. Pertanian IPB: 111 - 120
34. Sutater, T., D. Kusmajadi dan P. Bangun, 1987. Pengaruh pengendalian gulma terhadap gulma dan produksi tanaman cabe merah. Bull. Penel. Hortikultura, XV(4): 49 - 54
35. Bangun, P., 1987. Efikasi herbisida oxyfluorfen pada gulma dipertanaman ubikayu (*Manihot utilosima*). Bull. HIGI Komisariat Indonesia Bagian Timur, (1): 28 - 41

36. Bangun, P., 1987. Kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) sebagai tumbuhan penutup pada padi sawah. Seminar Balittan Bogor: 329 - 336
37. Bangun, P., 1987. Present status of weed problems in different food crops in Indonesia. ASEAN Plant Quarantine Centre, Philippine.
38. Bangun, P. dan J. Wiroatmodjo, 1988. Masalah dan pengendalian gulma pada tanaman ubikayu. Prosid. Seminar HIGI-UNILA, Peranan Herbisida dalam Pengembangan Produksi Tanaman Lahan Kering di Lampung, Bandar Lampung: 218 - 226
39. Bangun, P., 1988. Pengendalian gulma menggunakan herbisida di lahan kering pada tanaman pangan. Prosid. Seminar HIGI- UNILA, Peranan Herbisida dalam Pengembangan Produksi Tanaman Lahan Kering di Lampung, Bandar Lampung: 66 - 87
40. Bangun, P., 1988. Gulma lahan kering dan pengendaliannya. Prosid. Seminar HIGI-UNILA, Peranan Herbisida dalam Pengembangan Produksi Tanaman Lahan Kering di Lampung, Bandar Lampung: 37 - 52
41. Wargiono, J. dan P. Bangun, 1988. Pengaruh cara pengolahan tanah dan pengendalian gulma terhadap erosi dan hasil ubikayu. Prosid. Konp. IX HIGI, Jilid I, Bogor: 99 - 106
42. Bangun, P. dan A. Sudjana, 1988. Penampilan beberapa varietas jagung terhadap sistem pengendalian gulma. Prosid. Konp. IX HIGI, Jilid I, Bogor: 107 - 114
43. Wirawati, A., S. Tjitrosoedirdjo dan P. Bangun, 1988. Studi kompetisi antara padi (PB36) dengan rumput *Paspalum distichum*. Prosid. Konp. IX HIGI, Jilid II, Bogor: 103 - 112
44. Wargiono, J. dan P. Bangun, 1988. Tingkat hasil ubikayu pada berbagai cara pengolahan tanah dan pengendalian gulma. Prosid. Konp. IX HIGI Jilid II, Bogor: 134 - 139
45. Sutarto, I.V., P. Bangun dan D. Pasaribu, 1988. Pengaruh pengelolaan lahan jenuh air tanah, pembunbunan dan varietas kedelai terhadap penampilan gulma. Prosid. Konp. IX HIGI, Jilid II: 196 - 203
46. Sutater, T. dan P. Bangun, 1988. Pengaruh cara penyiangan terhadap infestasi gulma dan produksi cabe kriting. Prosid. IX HIGI, Jilid II, Bogor: 315 - 322

47. Sutater, T. dan P. Bangun, 1988. Pengendalian gulma pada tanaman tomat. Prosid. IX HIGI, Jilid II Bogor: 323 - 328
48. Wargiono, J. dan P. Bangun, 1988. Pengolahan tanah minimal pada ubikayu. Prosid. II Budidaya Pertanian Tanpa Olah Tanah. Fakultas Pertanian IPB, Bogor: 39 - 46
49. Bangun, P. dan Iskandar S., 1988. Budidaya jagung menggunakan paket teknologi herbisida. Prosid. II Budidaya Pertanian Tanpa Olah Tanah. Fakultas Pertanian IPB, Bogor: 47 - 52
50. Sutarto, I. V., P. Bangun dan Subakti, 1988. Penampilan pertumbuhan dan hasil kedelai terhadap pengolahan tanah minimum, pemberian mulsa dan penampilan biji setelah padi sawah. Prosid. II Budidaya Pertanian Tanpa Olah Tanah. Fakultas Pertanian IPB, Bogor: 53 - 68
51. Bangun, P., 1988. Gulma pada tanaman pangan serta cara-cara penanggulangannya di daerah transmigrasi. Ditlin. Direktorat Perluasan Areal, Jakarta.
52. Bangun, P., 1988. Mulsa hidup pada padi sawah. Seminar Balittan Bogor: 83 - 92
53. Bangun, P., 1988. Pengendalian gulma pada budidaya jagung. Jagung. Puslitbangtan, Bogor: 243 - 252
54. Bangun, P., 1988. Pemanfaatan kayambang untuk mengendalikan gulma pada padi sawah. Jurnal Litbang Pertanian, VII(4): 98 - 103
55. Sutarto, I.V. dan P. Bangun, 1989. Pengaruh radiasi matahari terhadap gulma dominan di lahan kering Cipanas, Cianjur. Prosid. IX HIGI, Jld III, Bogor: 47 - 58
56. Sutater, T. dan P. Bangun, 1989. Kemangkusan herbisida ekuizal dalam pengendalian gulma di pertanaman tomat dan kentang. Bull. Penel. Hortikultura: XVIII (3): 60 - 66
57. Bangun, P. dan M. Syam, 1989. Pengendalian gulma pada tanaman padi. Padi. Puslitbangtan, Jld 2: 579 - 599
58. Bangun, P., 1989. Anak itik sebagai tenaga penyiang pada padi sawah. Seminar Hasil Penel. Tan. Pangan, Balittan Bogor: 14 - 18
59. Bangun, P., 1989. Kayambang sebagai penutup tanah pada padi sawah. Penel. Pertanian, 9(4): 157 - 160

60. Bangun, P., 1989. Control of *Salvinia molesta* and *Eichhornia crassipes* in Indonesia. ASEAN PLANTI Technical Meeting No. 25, Serdang Selangor, Malaysia.
61. Bangun, P., 1989. Control of *Mikania micrantha* and *Mimosa pigra* in Indonesia. ASEAN PLANTI Technical Meeting No. 25, Serdang Selangor, Malaysia.
62. Bangun, P., 1989. Pengendalian gulma menggunakan herbisida dipikarsulben pada padi sawah sebar langsung. Seminar Hasil Pen. Tan. Pangan, Balittan Bogor, Vol.3: 620 - 628
63. Husny, Z., I. Anas dan P. Bangun, 1989. Hubungan antara persiapan tanam dan sistem pengendalian gulma dengan aktivitas mikroorganisme tanah. Prosid. Kong. Nasional HITI ke V, 7 - 10 Desember 1989, Medan: 14 hal.
64. Anas, I. dan P. Bangun, 1989. Mikroorganisme tanah dari budidaya pertanian oleh tanah minimum. Seminar Nasional Ke III Budidaya Pertanian Tanpa Olah Tanah. Faperta IPB: 9 hal.
65. Marzuki, A.R. and P. Bangun, 1990. The effectivity of pretilachlor 300 EC herbicide on weeds in direct-seeded lowland rice. Proc. of the Symposium on Weed Management. Bogor, Indonesia, Biotrop Spec. Publication No. 38: 179 - 187
66. Bangun, P., 1990. Pengaruh zat perangsang akar rootone terhadap pertumbuhan dan hasil ubikayu. Prosid. I, Seminar Nasional, BPPT, Bandarjaya Lampung, 165 - 171
67. Bangun, P., 1990. Pengendalian gulma menggunakan herbisida paraquat dan paraquat-diuron pada ubikayu. Prosid. Seminar Nasional, BPPT, Bandarjaya Lampung: 172 - 178
68. Sutarto, I.V. dan P. Bangun, 1990. Penampilan pertumbuhan dan hasil kacang tanah terhadap populasi teki dan ekstraknya. Prosid. I Konp. X HIGI, Malang: 129 - 134
69. Wiroatmodjo, J. dan P. Bangun, 1990. Pengendalian gulma dan pemupukan nitrogen pada nodulasi dan hasil kedelai. Prosid. I Konp. X HIGI, Malang: 335 - 342

70. Sutarto, I.V., D. Pasaribu dan P. Bangun, 1990. Pengaruh "Organic Soil Treatment" dan pupuk NPK terhadap nematoda parasit tanaman, perkembangan akar dan pertumbuhan kacang tanah. Seminar Nasional II Aplikasi Agrokimia dan Konsekuensi Lingkungannya, Kerjasama Faperta IPB, Ditlin, HIGI dan Peragi Komisariat Bogor: 12 hal
71. Bangun, P., 1990. Pengelolaan gulma pada tanaman pangan. *Perlindungan Tanaman*. P.T. Agricon: 253 - 269
72. Bangun, P., 1991. Phytotoxicity of fenoxaprop-ethyl to five lowland rice varieties. *Proceed. of the Thirteenth Asian Pacific Weed Science Society Conf. Jakarta, Indonesia, Vol I: 57 - 63*
73. Bangun, P. dan A. Syarifuddin K., 1991. Tanaman pangan dengan metode tanpa olah tanah dan diolah minimum. *Jurnal Penel. & Pengembangan Pertanian, Vol X (4): 61 - 68*
74. Bangun, P., 1991. Persiapan tanam padi gogo dengan zero tillage pada lahan alang-alang podsolik merah kuning. *Lokakarya Penelitian - Komoditas dan Studi Khusus, Cisarua 13 - 15 Mei 1991: 16 hal*
75. Bangun, P., 1992. Persaingan *Amaranthus spinosus* dengan tanaman kedelai. *Prosidi. Konp. XI Himpunan Ilmu Gulma Indonesia, Ujung Pandang, 6 - 8 Agustus 1992: 101 - 109*
76. Bangun, P., 1992. Residu herbisida metsulfuron metil pada padi sawah. *Prosidi. Konp. XI Himpunan Ilmu Gulma Indonesia, Ujung Pandang, 6 - 8 Agustus 1992: 177 - 183*
77. Zahara, H., D.M. Arsyad dan P. Bangun, 1992. Pengendalian gulma dan daya hasil varietas/galur kedelai di lahan sawah tanpa pengolahan tanah. *Prosidi. Konp. XI Himpunan Ilmu Gulma Indonesia, Ujung Pandang, 6 - 8 Agustus 1992: 239 - 246*

