

**UJI KEMEMPANAN BEBERAPA JENIS HERBISIDA TERHADAP GULMA PADA TANAMAN  
KACANG TANAH DAN DAMPAKNYA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN AKTIVITAS  
BAKTERI RHIZOBIUM DI DALAM TANAH**

*(THE TESTED OF EFFECTIVENES SOME HERBISIDES TO THE WEEDS ON  
GROUNDNUT CROPS AND INPACTED TO THE GROWTH AND ACTIVITY OF  
RHYZOBIUM BACTERIA IN THE SOILS)*

**I Ketut Ngawit dan V.F. Aris Budianto**  
Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, NTB

**ABSTRAK**

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui kemempenan herbisida Alaklor, 2,4-D Amine, Oxsadiozon dan Glyphosat mematikan gulma pada tanaman kacang tanah dan dampak residunya terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri rhizobium di dalam tanah. Keseluruhan kegiatan penelitian dilaksanakan sejak bulan Desember 2009 s/d Mei 2010, menggunakan metode eksperimen. Percobaan dirancang dengan rancangan acak kelompok, dengan empat perlakuan herbisida dan satu perlakuan gulmanya tidak dikendalikan sebagai pembandingan dan masing-masing perlakuan diulang dalam tiga kelompok (blok). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua jenis herbisida yang diuji sangat mempan terhadap gulma berdaun lebar, terhadap jenis gulma rumput-rumputan dan teki herbisida Alaklor dan Glyphosat tergolong mempan. Herbisida 2,4-D Amine dan Oxadiozon cukup mempan terhadap gulma rumput-rumputan akan tetapi kurang mempan terhadap gulma teki. Herbisida Alaklor dan 2,4-D Amine residunya berdampak positif, karena pertumbuhan tanaman kacang tanah, pertumbuhan dan aktivitas bakteri rhizobium lebih baik, dengan intensitas keracunan tanaman lebih rendah, sehingga hasil kacang tanah yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Herbisida Glyphosat ternyata residunya berdampak negatif, yaitu menyebabkan intensitas keracunan tanaman lebih tinggi dan pertumbuhan serta aktivitas bakteri Rhizobium lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Herbisida Oxadiozon tidak menimbulkan dampak terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah dan aktivitas serta pertumbuhan bakteri *Rhizobium* di dalam tanah

Kata kunci: kemempenan, dampak residu herbisida

**ABSTRACT**

*This research was aimed to examine effectiveness of some herbicide i.e. Alaklor, 2,4-D Amine, Oxsadiozon and Glyphosat to killed the weeds on groundnut crops and residue impacted to the growth and activity of Rhyzobium bacteria in the soils. The entire experiment carried out from December 2009 to may 2010, was used experiment method. The experiment was designed according to the Randomized Completely Block Design was consisted of four herbicide treatments and one treatment without herbicide or treatment did not using controlling of weeds as control and each treatments was three replicated. The results showed that the four kinds of herbicide was tested, appear the most effective to the leaves weeds and than Alaklor and Glyphosat herbicide was significantly higher effective than that 2,4-D Amine to the kinds of graminiae weeds and cyperaceae weeds, both Oxadiozon is not effective. Residue of Alaklor and 2,4-D Amine herbicide make float to the surface positive impact, that to cause the growth of groundnut, growth and activity of Rhyzobium bacteria heiger than some treatments both the intensity of toxicity on groundnut lover than treatment without herbicide, so that by treatment of this is obtained the produce of groundnut heiger than some of treatments. Residue of Glyphosat to appear make float to the negative impact, that to cause the intensity of toxicity on groundnut growth and activity of Rhyzobium bacteria lover than some of treatments. Oxadiozon herbicide did not make float impact to the growth of groundnut, activity and growth of Rhyzobium bacteria in the soils.*

*Key words: effectiveness, herbicide residue impacted*

## PENDAHULUAN

Kacang tanah (*Arachis hypogaeae* L.), di antara beberapa jenis kacang-kacangan yang telah banyak diusahakan, mempunyai arti penting terutama sebagai sumber protein, lemak dan kalori. Daerah-daerah di Indonesia di luar pulau Jawa yang banyak mengusahakan kacang tanah adalah Madura, Sulawesi Selatan dan Nusa Tenggara Barat (Soemaatmadja, 1991). Namun demikian pengusaha tanaman kacang tanah secara Intensif di wilayah Indonesia Timur (IBT) seperti daerah Nusa Tenggara Barat (NTB), dihadapkan pada kendala yaitu terbatasnya lahan produktif untuk pengusaha tanaman pangan seperti kacang tanah. Lahan sawah yang dapat diintensifkan di NTB hanya seluas 200.389 ha (9,94%) sedangkan lahan kering yang meliputi sawah tadah hujan, tegalan, kebun dan lain-lain lebih luas yaitu 470.875,47 ha (23,79%) dari keseluruhan luas lahan pertanian di NTB (Bappeda Tk.I NTB, 1990). Oleh karena itu untuk meningkatkan produksi pertanian dan produksi pangan khususnya, usaha intensifikasi lahan kering merupakan pilihan yang paling memungkinkan.

Pengusahaan lahan kering di NTB khususnya di pulau Lombok dibatasi beberapa kendala seperti, terbatasnya air permukaan, rendahnya kestabilan agregasi lapisan olah tanah, rendahnya kadar bahan organik, kurangnya potensi sumber daya manusia dan masih rendahnya kemampuan permodalan petani pengelolanya (Kusnarta *et al.*, 1998; Ngawit, 2002). Selain kendala kesuburan tanah, pengelolaan lahan kering di NTB juga dihadapkan pada masalah gulma yang umumnya lebih sulit dikendalikan dibandingkan pada tanah-tanah subur yang telah dikelola secara intensif. Hal ini menurut Zimdahl (1990), karena gulma sudah beradaptasi dan mantap pada kondisi lahan tersebut sehingga secara fisiologis mampu bersaing dalam mendapatkan unsur hara, air, ruang tumbuh dan sinar matahari.

Adanya masalah gulma yang lebih sulit diatasi pada lahan kering di NTB khususnya di pulau Lombok, dan juga karena pertimbangan penyelamatan produksi dan efisiensi, maka pengendalian gulma yang bersifat segera dengan cara kimiawi telah dilakukan secara luas oleh petani setempat (Rudiyanto, 1990). Jenis herbisida yang banyak digunakan adalah *Atrazin*, *Alachlor*, *Gliphosat* dan *2,4-D Amine* terutama untuk mengendalikan gulma pada tanaman padi dan palawija, yang biasanya diaplikasikan secara pra-tanam atau pra-tumbuh.

Usaha mempertahankan kesuburan biologi tanah dengan mengoptimalkan pemanfaatan bakteri *Rhizobium*, *Azotobacter* dan Pelarut Fosfat untuk meningkatkan fertilitas tanah di lahan kering di satu sisi, dan penggunaan herbisida yang bersifat sterilisasi tanah untuk pengendalian gulma di sisi lain, merupakan dua komponen dalam sistem budidaya tanaman yang bersifat antagonis. Sehubungan dengan masalah ini maka jenis herbisida yang diperlukan adalah jenis yang selain mempunyai kemampuan tinggi menekan pertumbuhan gulma juga bersifat ramah lingkungan dan residunya mampu terdegradasi sebagai sumber nutrisi untuk mikroorganisme seperti bakteri yang berguna di dalam tanah.

Herbisida khususnya yang diaplikasikan melalui tanah dapat berpengaruh positif dan atau negative terhadap mikrobial dekomposer (Torstensson, 1987). Pengaruh negatif herbisida terhadap bakteri *Rhizobium* diduga dapat langsung meracuni bakteri tersebut dan secara tidak langsung melalui perusakan jaringan proses pembentukannya bintil akar sehingga aktivitas bakteri tersebut menjadi terhambat. Sedangkan pengaruh positif herbisida terhadap mikrobial tanah khususnya bakteri *Rhizobium* adalah herbisida dijadikan sumber unsure C dan N sehingga keberadaannya di dalam tanah dapat sebagai stimulan bagi aktivitas hidup bakteri (Assaf dan Turco, 1994; Yanze-Kontchou dan Gachwind, 1994).

Kemampuan setiap jenis bakteri *Rhizobium* memfiksasi Nitrogen sangat berbeda-beda, tergantung dari jenis dan daya adaptasinya terhadap lingkungannya. Sehubungan dengan hal ini Supadi (1991), melaporkan bahwa bakteri *Rhizobium* dan *Azotobacter* dari satu jenis tanah belum tentu dapat mempertahankan kemampuannya bila diinokulasikan pada jenis tanah lain. Hal ini menurut Madjid (1993), tidak semua isolat bakteri *Rhizobium* dan *Azotobacter* mampu beradaptasi dengan lingkungan baru yang mempengaruhinya. Terlebih-lebih bila lingkungan tersebut aplikasi herbisida melalui tanah cukup tinggi intensitasnya. Namun demikian, mikroba mempunyai "adaptation effect" dalam hal kemampuannya mendegradasi suatu herbisida (Torstensson, 1987). Salah satu contoh hasil penelitian Torstensson *et al.* (1999) adalah pengaruh aplikasi yang berulang-ulang dari 2,4-D dan MCPA terhadap laju degradasinya di dalam tanah. Menurut Torstensson *et al.* (1999), proses degradasi herbisida di dalam tanah pada dasarnya merupakan akibat dari proses-proses mikrobial, dan laju degradasi sangat ditentukan oleh besarnya populasi dan pertumbuhan, populasi dan

pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara bagi mikroba tersebut, selain faktor-faktor lingkungan lainnya. Bahkan salah satu strain dari *Pseudomonas* dilaporkan dapat menggunakan herbisida Atrazin sebagai sumber karbon (Yanze-Kontchou dan Gachwind, 1994), atau herbisida Glyphosate sebagai sumber fosfat oleh jenis mikroba lainnya seperti *Rhizobium* dan *Azotobacter* (More *et al.*, 1983; Fitzgibbon dan Braymer, 1988).

Herbisida jenis Amida, Urasil, Urea dan 2,4-D yang berpengaruh terhadap proses fotosintesis dan respirasi, dapat mempengaruhi kadar gula dalam tubuh tanaman. Hal tersebut pada satu sisi dapat menghambat pertumbuhan, di sisi lain bias juga sebagai zat perangsang yang dapat memacu peroses pertumbuhan tanaman. Dalam kasus yang sama beberapa jenis kacang-kacangan yang digunakan sebagai tanaman penutup tanah pada tanaman perkebunan, dapat meningkatkan aktivitas simbiosisnya dengan bakteri *Rhizobium* untuk pembentukan bintil akar (Suryani *et al.*, 1989).

Sehubungan dengan hal tersebut maka dilakukan penelitian untuk mengetahui kemempunan beberapa jenis herbisida menekan pertumbuhan gulma pada tanaman kacang tanah di lahan kering. Selaiannya juga untuk mengetahui dampak beberapa jenis herbisida terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah dan pertumbuhan serta aktivitas bakteri *Rhizobium* di dalam tanah. Sehingga akhirnya dapat ditentukan jenis herbisida yang efektif menekan pertumbuhan populasi gulma pada tanaman kacang tanah namun berdampak positif terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri yang berguna di dalam tanah seperti *Rhizobium*.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan percobaan lapang yang dilakukan pada tanah tegalan, milik petani di Desa Mumbul Sari Kecamatan Bayan, Lombok Utara, NTB. Pelaksanaan penelitian mulai bulan Desember 2009 dan berakhir bulan Mei 2010. Percobaan dirancang dengan rancangan acak kelompok, terdiri dari empat perlakuan pengendalian gulma dengan herbisida dan satu perlakuan tanpa pengendalian gulma (control). Perlakuan herbisida Alachlor menggunakan formula Lasso 480 EC, diaplikasikan tiga hari sebelum tanam dengan dosis 2,5 l a.i/ha dalam 750 l volume semprot/ha; Herbisida 2,4-D Amine menggunakan formula Rilof 250 EC, diaplikasikan dua hari sebelum tanam dengan dosis 2,0 l a.i/ha dalam 500 l

voleme semprot/ha; Herbisida Oxsadiozon dengan formula Ronstar 250 EC, diaplikasikan dua hari setelah tanam dengan dosis 1,0 l a.i/ha dalam 500 l voleme semprot/ha; Herbisida Glyphosat dengan formula Roundap 500 EC, diaplikasikan setelah pengolahan tanah dengan dosis 2,0 l a.i/ha dalam 500 l voleme semprot/ha.

Langkah-langkah pelaksanaan percobaan meliputi persiapan dan analisis vegetasi, pengolahan tanah, perlakuan herbisida dan penanaman tanaman uji yaitu tanaman kacang tanah varietas Gajah. Analisis vegetasi yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat homogenitas penyebaran populasi gulma pada areal (blok/kelompok) yang direncanakan sebagai tempat percobaan, sehingga dapat ditentukan tempat tersebut layak atau tidak, dijadikan sebagai tempat pengujian kemempunan herbisida. Analisis vegetasi diawali dengan pengamatan pendahuluan, kemudian dilanjutkan dengan pengamatan berdasarkan petak contoh (*sample plot*), yang distribusinya ditentukan berdasarkan metode sampling beraturan Jumlah dan luas petak contoh minimal, ditentukan berdasarkan perhitungan kurva area terhadap jenis (*Species area curve*). Pengukuran populasi vegetasi gulma dilakukan dengan metode kuadrat sensus dengan menggunakan parameter kerapatan nisbi, frekuensi nisbi, dominansi nisbi untuk menentukan perbandingan dominansi terjumlah (*Sumed dominance ratio*) dari masing-masing jenis gulma. Untuk mengetahui tingkat homogenitas penyebaran populasi gulma pada setiap blok ditentukan berdasarkan nilai koefisien komunitas yang dihitung dengan rumus sebagai berikut (Wirjahardja, 1975 cit. Ngawit, 1986):

$$C = \frac{2w}{a+b} \times 100\%$$

Keterangan:

C = Nilai koefisien komunitas (%)

W = Jumlah dari dua kuantitas terendah untuk jenis gulma dari masing-masing komunitas (blok) yang dibandingkan.

a = Jumlah dari seluruh kuantitas pada komunitas (blok) pertama yang dibandingkan

b = Jumlah dari seluruh kuantitas pada komunitas (blok) kedua yang dibandingkan

Pengolahan tanah dilakukan dengan menggunakan traktor dengan cara bajak dan garu secara bergantian, selanjutnya tanah diratakan dan dibuat petak-petak perlakuan yang berukuran 4 m x 5 m. Jarak antara petak perlakuan dalam setiap blok 30 cm dan jarak antara blok satu dengan blok yang

lainnya 1,0 m. Pemupukan pertama dilakukan setelah pembuatan petak percobaan selesai dengan dosis 200 g TSP/petak, 100 g ZK/petak dan 30 g urea/petak setara dengan dosis 100 kg TSP/ha, 50 kg ZK/ha dan 15 kg Urea/ha. Penanaman benih kacang tanah dilakukan dengan menugalkan benih sebanyak dua biji per lubang sedalam 2-3 cm, dengan jarak tanam 25 x 30 cm. Pemupukan susulan dilakukan saat tanaman berumur 28 hari setelah tanam dengan upuk Urea sebanyak 75 gram per petak. Pengendalian hama dilakukan secara kimiawi menggunakan insektisida Dorusban 20 EC, sejak tanaman berumur 28 HST sampai umur tanaman 86 HST dengan interval waktu 14 hari. Pengendalian penyakit yang disebabkan oleh virus dilakukan secara preventif yaitu dengan mengendalikan *Aphis cracifora* dengan cara dan waktu yang sama seperti pengendalian hama yang lain.

Aplikasi masing-masing herbisida dilakukan sesuai dengan perlakuan, menggunakan alat semprot sprayer tipe *Wagner Small Pot Sprayer*. Sebelum pelaksanaan penyemprotan herbisida, dilakukan perhitungan volume semprot sesuai dengan takaran untuk setiap petak percobaan. Perhitungan volume semprot dilakukan dengan prosedur kalibrasi berdasarkan lama waktu penyemprotan dan volume air yang disemprotkan oleh sprayer.

Pengamatan parameter meliputi pertumbuhan dan populasi gulma, populasi dan aktivitas bakteri Rhizobium, intensitas keracunan tanaman, dan hasil biji kering tanaman per petak. Pengamatan terhadap pertumbuhan gulma dilakukan dengan mengukur bobot berangkas kering (biomas) gulma saat tanaman berumur 75 HST, dengan cara gulma dicabut secara hati-hati kemudian akarnya dicuci bersih, selanjutnya gulma dikeringanginkan sampai mencapai bobot konstan yaitu selama 14 hari. Sedangkan pengamatan populasi gulma dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada saat tanaman berumur 30 HST, 50 dan 70 HST. Petak sampel pengamatan pada masing-masing petak perlakuan ditentukan berdasarkan metode sampling beraturan dengan arah garis diagonal, sebanyak lima petak sampel dengan luas masing-masing petak 1 m<sup>2</sup>. Metode pengukuran populasi gulma dilakukan dengan metode kuadrat sensus, yaitu menghitung, mengukur dan mencatat jumlah masing-masing jenis gulma pada setiap petak sampel, kemudian dihitung nilai parameter kerapatan nisbi, frekuensi nisbi, dominansi nisbi untuk menentukan perbandingan dominansi terjumlah (*Sumed dominance ratio*) dari masing-

masing jenis gulma. Perhitungan masing-masing parameter tersebut menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Kerapatan mutlak suatu jenis gulma dinyatakan sebagai jumlah individu jenis gulma dalam setiap petak sampel. Sedangkan kerapatan nisbi ( $K_n$ ) dari suatu jenis gulma dinyatakan sebagai:

$$K_n = \frac{\text{Kerapatan Mutlak Suatu Jenis Gulma}}{\text{Jumlah Kerapatan Mutlak Semua Jenis Gulma}} \times 100\%$$

2. Frekuensi mutlak suatu jenis gulma dinyatakan sebagai jumlah petak contoh yang memuat jenis itu dibagi dengan jumlah semua petak contoh yang dipakai. Sedangkan frekuensi nisbi ( $F_n$ ) suatu jenis gulma dinyatakan sebagai berikut:

$$F_n = \frac{\text{Frekuensi Mutlak Suatu Jenis Gulma}}{\text{Jumlah Frekuensi Mutlak Semua Jenis Gulma}} \times 100\%$$

3. Dominansi mutlak suatu jenis dihitung berdasarkan ukuran volume dari jenis gulma tersebut. Volume = Luas basal x rata-rata tinggi x jumlah jenis. Rata-rata luas basal dihitung dengan cara pendekatan berdasarkan ukuran luas penutupan gulma terhadap tanah/areal yang diukur dengan memproyeksikan dalam lembaran plastik transparan bergaris sehingga membentuk kotak-kotak berukuran 1 cm<sup>2</sup>. Dominansi nisbi ( $D_n$ ) dinyatakan sebagai berikut:

$$D_n = \frac{\text{Nilai Dominansi Mutlak Suatu Jenis Gulma}}{\text{Jumlah Nilai Dominansi Mutlak Semua Jenis Gulma}} \times 100\%$$

4. SDR (*Sumed dominance ratio*) : merupakan nilai penting yang dinyatakan sebagai rata-rata nilai nisbi ketiga parameter yang telah dihitung.

$$SDR = \frac{K_n + F_n + D_n}{3}$$

Kemampuan herbisida dihitung berdasarkan kemampuannya menekan populasi dan pertumbuhan gulma. Nilai kemampuan herbisida terhadap gulma dihitung berdasarkan nilai SDR dengan rumus sebagai berikut (Burrill *et al.*, 1996):

$$E_h = \frac{I_0 - I_h}{I_0} \times 100\%$$

Keterangan :

$E_h$  = Nilai kemampuan herbisida (%)

$I_0$  = Nilai SDR gulma pada perlakuan yang gulmanya tidak dikendalikan

$I_h$  = Nilai SDR gulma pada perlakuan herbisida

Berdasarkan nilai kemempnan tersebut, herbisida yang diuji kemempnannya digolongkan dalam salah satu kategori kemempnan, seperti disajikan pada Table 1.

Tabel 1. Kategori kemempnan herbisida menekan pertumbuhan dan populasi gulma

Nilai kemempnan (%)	Kategori kemempnan
0	Tidak mempan
> 0 - 25	Kurang mempan
> 25 - 50	Cukup mempan
> 50 - 75	Mempan
> 75 - 100	Sangat mempan

Sumber: PT. Bayer agrochemicals Indonesia, Jakarta (2001).

Pengamatan intensitas keracunan tanaman, dilakukan pada saat tanaman berumur 14, 28, 42, 56 dan 70 hari setelah tanam. Intensitas keracunan tanaman dihitung berdasarkan kerusakan total daun tanaman akibat keracunan herbisida, yang ditetapkan dengan rumus (Burrill *et al.*, 1996):

$$I = \frac{D_k}{D_k + D_o} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Intensitas keracunan tanaman (%)

D<sub>k</sub> = Daun yang keracunan

D<sub>o</sub> = Daun yang tidak keracunan.

Berdasarkan nilai intensitas keracunan tersebut, tingkat keracunan tanaman kacang tanah akibat residu herbisida dikategorikan berdasarkan nilai skor seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai skor dan kategori keracunan tanaman kacang tanah akibat residu herbisida

Nilai skor	Kategori Tingkat Keracunan Tanaman	Intensitas Keracunan Tanaman (%)
9	Tanaman mati	> 90 - 100
8	Keracunan sangat parah	> 80 - 90
7	Keracunan parah	> 70 - 80
6	Keracunan cukup parah	> 60 - 70
5	Keracunan kurang parah	> 50 - 60
4	Keracunan sedang	> 40 - 50
3	Keracunan ringan	> 30 - 40
2	Keracunan cukup ringan	> 20 - 30
1	Keracunan sangat ringan	> 10 - 20
0	Tanaman tidak keracunan	> 0 - 10

Pertumbuhan bakteri *Rhizobium* pada setiap perlakuan ditentukan berdasarkan jumlah populasi sel per gram tanah dan kemampuannya membentuk koloni setelah diisolasi kembali ke dalam media pikovskaya padat. Sedangkan aktivitasnya diukur berdasarkan kemampuannya membentuk bintil akar dengan cara menghitung jumlah bintil akar per rumpun tanaman kacang tanah. Pengamatan dilakukan saat tanaman berumur 30, 50 dan 70 hari setelah tanam. Selanjutnya pengamatan terhadap hasil tanaman dilakukan dengan cara menghitung berat biji kering kacang tanah per petak ubinan. Untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing perlakuan maka semua parameter yang diamati dianalisis secara statistik menggunakan analisis varians. Sidik ragam yang nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil pada taraf nyata 5 %.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kemempnan Beberapa Jenis Herbisida yang Diuji

Populasi jenis gulma yang diamati dikelompokkan dalam tiga kelompok yaitu gulma berdaun lebar, rumput-rumputan dan teki-teki. Gulma berdaun lebar didominasi oleh jenis *Amaranthus spinosus* L., *Ageratum conyzoides* L., *Portulaca oleraceae* L., *Phisalis minima* L., *Philanthus niruri* L., *Althernanthera* sp., dan *Erechtites valerianspifolia* (Wolf) DC. Kelompok rumput-rumputan didominasi oleh *Digitaria sanguinalis* Scop., *Elusine indica* L., *Axonopus compresus* (Swats) Beauv. dan *Paspalum conjugatum* L. Sedangkan dari kelompok teki didominasi oleh *Cyperus rotundus* L., dan *Cyperus asculantus* L. Pada saat pengamatan pertama (tanaman berumur 30 HST), kelompok gulma berdaun lebar yang masih dominan pada setiap petak perlakuan adalah *Amaranthus spinosus* L. dan *Ageratum conyzoides* L., dari kelompok rumput-rumputan *Digitaria sanguinalis* Scop. dan *Paspalum conjugatum* L., sedangkan kelompok teki hanya *Cyperus rotundus* L. Pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan populasi gulma serta kemempnan masing-masing jenis herbisida yang diuji disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Pada tabel 3, tampak bahwa keempat herbisida yang diuji mampu secara nyata menekan pertumbuhan dan populasi gulma berdaun lebar, baik pada saat tanaman berumur 30, 50 dan 70 hari setelah tanam. Namun demikian terhadap gulma rumput-rumputan dan teki herbisida Alachlor dan

Gliphosat nyata lebih baik kemampuannya dibandingkan dengan 2,4-D Amine dan Oxadiozon. Bahkan pada saat tanaman berumur 50 dan 70 hari, herbisida 2,4-D Amine dan Oxadiozon tidak mampu lagi menekan pulasi dan pertumbuhan gulma teki. Sehubungan dengan hasil ini, maka dapat dinyatakan bahwa keempat jenis herbisida tersebut tergolong sangat mempan terhadap gulma berdaun lebar (Tabel 4).

Herbisida Alachlor dan Gliphosat mempan terhadap gulma rumput-rumputan dan teki baik sejak tanaman berumur 30 hari maupun sampai tanaman berumur 70 hari. Herbisida 2,4-D Amine dan Oxadiozon tergolong cukup mempan terhadap gulma rumput-rumputan, akan tetapi kurang mempan terhadap gulma teki (Tabel 4). Tampaknya gulma teki yang paling sulit dikendalikan dibandingkan dengan gulma berdaun lebar dan rumput-rumputan. Hal ini diperkuat dari hasil pengamatan biomas gulma pada saat tanaman beumur 75 hari setelah tanam (Tabel 5), bahwa biomas gulma teki pada perlakuan herbisida 2,4-D Amine dan Oxadiozon tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pengendalian gulma (kontrol). Herbisida Alachlor dan Gliphosat mampu secara

nyata menekan pertumbuhan gulma teki, namun kemampuan tumbuh dan berkembangnya masih tetap tinggi.

Teki termasuk gulma tahunan yang berkembang biak terutama dengan umbi yang bersifat dormansi permanen dan tahan terhadap tekanan kekeringan. Umbi teki yang tumbuh mula-mula membentuk akar rimpang, kemudian dari akar rimpang tersebut tumbuh tunas-tunas baru yang selanjutnya membentuk umbi lagi, sehingga dalam waktu 2 – 3 minggu akan terbentuk sistem akar rimpang dan umbi yang saling berhubungan. Sistem akar rimpang dan umbi yang kompleks menyebabkan teki lebih tahan terhadap herbisida, lebih-lebih bila umbinya mengalami masa dormansi (Mercedo, 1977 *cit.* Tjitrosoedirdjo *et al.*, 1984). Diduga herbisida Alachlor dan Gliphosat hanya mampu meracuni secara sistemik tunas-tunas muda teki tanpa mampu meracuni system perakaran dan umbinya, karena sistem akar rimpang dan umbi teki memiliki jaringan protektif berupa jaringan *periderm* yang tebal, sehingga penetrasi bahan aktif herbisida tersebut terhambat sampai ke titik tumbuh akar dan umbi teki (Stakman dan Harar, 1967 *cit.* Soedarsan *et al.*, 1975; Ngawit, 1986).

Tabel 3. Pengaruh perlakuan beberapa jenis herbisida terhadap nilai dominansi terjumlah (*summed dominance ratio=SDR*) masing-masing jenis gulma

Perlakuan	Nilai SDR (%)								
	Gulma berdaun lebar			Gulma rumput-rumputan			Gulma teki		
	Umur tanaman (HST)			Umur tanaman (HST)			Umur tanaman (HST)		
	30	50	70	30	50	70	30	50	70
Kontrol	19,48 a	21,78 a	22,06 a	23,17 a	31,12 a	32,44a	32,11 a	34,11a	35,14a
Alachlor	4,26 b	2,22 b	4,56 b	7,44 c	9,34 c	11,34c	11,62 c	11,35b	12,74b
2,4-D Amine	3,77 b	4,05 b	7,32 b	12,72 b	18,33b	22,65b	19,84 b	26,61a	28,14a
Oxadiozon	4,18 b	5,22 b	8,21 b	16,24 b	19,41b	24,72b	20,74 b	26,33a	30,26a
Gliphosat	2,70 b	3,15 b	6,80 b	8,02 c	10,12 c	12,42c	9,83 c	12,22b	14,21b
BNT <sub>0,05</sub>	3,60	3,24	4,67	6,61	4,42	6,17	7,22	10,62	11,10

Tabel 4. Nilai dan kategori kemempanan beberapa jenis herbisida terhadap gulma pada tanaman kacang tanah saat berumur 30, 50 dan 70 hari setelah tanam (HST)

Herbisida	Nilai kemempanan (%) dan kategori kemempanan								
	Gulma berdaun lebar			Gulma rumput-rumputan			Gulma teki		
	Umur tanaman (HST)			Umur tanaman (HST)			Umur tanaman (HST)		
	30	50	70	30	50	70	30	50	70
Alachlor	78,13	89,81	79,32 Sm	67,88	69,98M	65,04M	63,81	66,69 M	63,74M
	Sm	Sm		M			M		
2,4-D Amine	80,64	81,40	76,82 Sm	45,10	41,10	30,17	38,21	24,85Km	19,92Km
	Sm	Sm		Cm	Cm	Cm	Cm		
Oxadiozon	78,54	76,03 Sm	79,20 Sm	34,22	37,62	25,79	35,40	22,80Km	13,88
	Sm			Cm	Cm	Cm	Cm		Km
Gliphosat	86,13	85,54 Sm	79,17 Sm	65,36	67,48	61,71	69,38	64,17M	59,56
	Sm			M	M	M	M		M

Keterangan: Sm = sangat mempan; M = mempan; Cm = cukup mempan; Km = kurang mempan; Tm = Tidak mempan

Tabel 5. Pengaruh aplikasi beberapa jenis herbisida terhadap biomas gulma pada tanaman kacang tanah saat berumur 75 hari setelah tanam (HST)

Perlakuan	Bobot biomas gulma (gram) saat tanaman berumur 75 HST		
	Gulma berdaun lebar	Gulma rumput-rumputan	Gulma teki
Kontrol	1862,34 a	2874,51 a	2687,64 a
Alachlor	23,17 c	236,22 d	268,41 c
2,4-D Amine	36,54 b	1478,34 c	2573,22 a
Oxadiozon	31,81 b	2176,31 b	2478,81 a
Gliphosat	20,64 c	347,72 d	675,43 b
BNT <sub>0,05</sub>	12,66	456,52	402,61

### Dampak Herbisida Terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Bakteri Rhizobium

Pertumbuhan dan perkembangan populasi bakteri Rhizobium akibat adanya residu beberapa jenis herbisida, ditentukan berdasarkan jumlah populasi sel per gram tanah dan kemampuannya membentuk koloni setelah diisolasi kembali ke dalam media padat pikovskaya. Sedangkan aktivitasnya diukur berdasarkan kemampuannya membentuk bintil akar pada tanaman kacang tanah. Berdasarkan hasil analisis varian ternyata herbisida yang diuji ada yang berdampak positif dan ada pula yang berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri Rhizobium di dalam tanah.

Pada tabel 6, tampak bahwa pada perlakuan herbisida Alachlor dan 2,4-D Amine populasi Rhizobium per gram tanah, nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pada perlakuan herbisida Oxadiozon, Gliphosat dan perlakuan pembanding (control). Populasi itu terus meningkat sejalan dengan semakin tuanya umur tanaman. Kemampuan tumbuh dari bakteri Rhizobium

setelah diisolasi kembali dan ditumbuhkan secara invitro ternyata juga menunjukkan trend yang sama, bahwa pada perlakuan herbisida Alachlor dan 2,4-D Amine kemampuan Rhizobium membentuk koloni pada media padat pikovskaya nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Jumlah koloni Rhizobium yang terbentuk semakin bertambah pula sejalan dengan semakin tuanya umur tanaman.

Tampaknya aplikasi herbisida Alachlor dan 2,4-D Amine memberikan efek yang positif terhadap pertumbuhan Rhizobium, karena terjadi dinamik populasi dan kemampuan membentuk koloni pada biakan padat pikovskaya yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Kemudian diikuti pula dengan arah yang sama sejalan dengan semakin tuanya umur tanaman. Kenyataan ini memperkuat dugaan sebelumnya bahwa herbisida termasuk Alachlor dan 2,4-D Amine dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik dan an-organik dalam tanah, untuk memenuhi kebutuhan nutrisi bakteri Rhizobium tersebut. Proses ini dapat terjadi akibat adanya gugus *Ester isooktil-2,4-D* dan *Amida* sebagai bahan aktif dari kedua jenis herbisida tersebut yang sifat volatilitasnya lebih rendah dan lebih nonpolar, sehingga lebih sulit terabsorpsi oleh akar tumbuhan dan lebih banyak terurai di daerah rizosphere. Akibatnya hasil penguraian bahan aktif herbisida tersebut, lebih banyak dapat dimanfaatkan oleh mikrobia tanah sebagai sumber unsur N dan C (Klingman 1973 *cit.* Ngawit, 1986).

Dimanfaatkannya herbisida Alachlor dan 2,4-D Amine sebagai sumber nutrisi oleh bakteri Rhizobium tampak semakin jelas bila dikaitkan dengan pertumbuhan populasi dan kemampuan membentuk koloni bakteri Rhizobium pada perlakuan yang tidak diberi herbisida (kontrol), ternyata secara signifikan lebih rendah pada setiap waktu pengamatan, sejalan dengan semakin tuanya umur tanaman (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh aplikasi beberapa jenis herbisida terhadap populasi bakteri rhizobium per gram tanah ( $10^6$ ) dan kemampuannya membentuk koloni pada biakan padat pikovskaya saat tanaman berumur 30, 50 dan 70 hari setelah tanam (HST)

Perlakuan	Populasi bakteri per gram tanah ( $10^6$ )			Jumlah koloni pada biakan padat pikovskaya		
	Umur tanaman (HST)			Umur tanaman (HST)		
	30	50	70	30	50	70
Kontrol	2,33 b	2,42 b	3,72 b	62,43 b	76,88 b	81,26 b
Alachlor	3,12 c	5,62 c	7,03 c	133,44 c	148,74 c	236,33 c
2,4-D Amine	3,03 c	5,11 c	6,77 c	146,12 c	165,22 d	267,81 d
Oxadiozon	0,13 a	0,16 a	0,03 a	4,24 a	2,14 a	1,04 a
Gliphosat	1,02 a	0,02 a	0,01 a	2,10 a	2,01 a	1,14 a
BNT <sub>0,05</sub>	0,19	0,41	0,42	24,62	26,84	31,44

Tabel 7. Pengaruh aplikasi beberapa jenis herbisida terhadap jumlah bintil akar kacang tanah per rumpun saat tanaman berumur 30, 50 dan 70 hari setelah tanam (HST)

Perlakuan	Jumlah bintil akar kacang tanah per rumpun		
	Umur tanaman 30 HST	Umur tanaman 50 HST	Umur tanaman 70 HST
Kontrol	88,36 a	81,64 a	77,81 a
Alachlor	121,22 b	132,84 b	130,54 b
2,4-D Amine	129,32 b	134,51 b	138,22 b
Oxadiazon	74,82 a	70,67 a	69,02 a
Glifosfat	81,74 a	74,13 a	71,44 a
BNT <sub>0,05</sub>	34,33	36,74	37,11

Selain memiliki kemampuan tumbuh dan berkembang lebih cepat, bakteri *Rhizobium* pada perlakuan herbisida Alachlor dan 2,4-D Amine juga memiliki aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, dan trend tersebut sejalan dengan semakin tuanya umur tanaman. Hal itu tampak dari hasil pengamatan parameter jumlah bintil akar per rumpun tanaman bahwa rata-rata jumlah bintil akar pada perlakuan herbisida Alachlor dan 2,4-D Amine nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 7). Tampak pula bahwa, pada perlakuan herbisida Oxadiazon dan Glifosfat serta pada perlakuan tanpa aplikasi herbisida (control) terjadi penurunan jumlah bintil akar tanaman sejalan dengan semakin tuanya umur tanaman. Penurunan aktivitas bakteri *Rhizobium* dalam membentuk bintil akar selain karena pengaruh toksisitas herbisida, juga berkaitan dengan tingkat kemempangan herbisida tersebut menekan populasi dan pertumbuhan gulma. Kemempangan herbisida Oxadiazon menekan pertumbuhan dan populasi

gulma terutama kelompok gulma rumput-rumputan dan teki termasuk kategori kurang mempan, akibatnya terjadi tekanan terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah karena kompetisi dengan gulma masih tetap berlangsung. Pada akhir vese vegetatif tanaman (umur 70 hari setelah tanam) kemampuan *Rhizobium* membentuk bintil akar tetap lebih unggul pada perlakuan herbisida Alachlor dan 2,4-D dibandingkan dengan perlakuan tanpa aplikasi herbisida (control). Hal ini diduga berkaitan dengan kemampuan tumbuh dari tanaman kacang tanah, yang lebih baik pada perlakuan tersebut, sehingga bintil akar lebih banyak terbentuk sejalan dengan semakin lama keberadaan Alachlor dan 2,4-D Amine di dalam tanah.

### Dampak Residu Herbisida Terhadap Tanaman Kacang Tanah

Sejak awal pertumbuhan tanaman (umur 10 hari) sampai akhir vese vegetatifnya (saat umur 70 hari setelah tanam), tanaman menunjukkan gejala keracunan terhadap herbisida yang berbeda-beda pada setiap perlakuan. Tanaman mengalami tingkat keracunan sedang sampai ringan terjadi pada perlakuan herbisida Glifosfat saat tanaman berumur 14 s/d 28 hari, kemudian intensitasnya semakin menurun pada tingkat keracunan cukup ringan sampai sangat ringan sejalan dengan semakin tuanya umur tanaman, namun tidak menyebabkan tanaman sampai mati. Pada Tabel 8, tampak bahwa perlakuan herbisida Alachlor, 2,4-D Amine dan Oxadiazon intensitas keracunan yang dialami tanaman tertinggi terjadi saat tanaman berumur 14 hari yaitu pada tingkat keracunan cukup ringan sampai sangat ringan, kemudian setelah tanaman berumur lebih dari 28 hari, tanaman tidak mengalami keracunan lagi.

Tabel 8. Pengaruh aplikasi beberapa jenis herbisida terhadap intensitas dan kategori keracunan tanaman kacang tanah

Perlakuan	Intensitas keracunan (%) dan kategori keracunan tanaman kacang tanah				
	Umur tanaman kacang tanah (HST)				
	14	28	42	56	70
Kontrol	0,53 a (Tk)	0,41 a (Tk)	0,12 a (Tk)	0,04 a (Tk)	0,21 a (Tk)
Alachlor	21,44 b (Cr)	10,78 b (Sr)	6,56 a (Tk)	1,43 a (Tk)	0,41 a (Tk)
2,4-D Amine	22,31 b (Cr)	11,24 b (Sr)	4,22 a (Tk)	1,62 a (Tk)	0,16 a (Tk)
Oxadiazon	20,64 b (Cr)	10,74 b (Sr)	3,61 a (Tk)	0,44 a (Tk)	0,04 a (Tk)
Glifosfat	42,61 c (Sd)	34,32 c (Kr)	21,72 b (Cr)	14,33 b (Sr)	10,63 b (Sr)
BNT <sub>0,05</sub>	4,64	3,73	7,44	1,74	0,42

Keterangan:

Sd = Tanaman keracunan sedang

Kr = Tanaman keracunan ringan

Cr = Tanaman keracunan cukup ringan

Sr = Tanaman keracunan sangat ringan

Tk = Tanaman tidak keracunan



Akibat keracunan tanaman yang hanya tergolong pada tingkat sangat ringan sampai sedang, baik pada perlakuan herbisida Glyphosat maupun pada perlakuan lainnya, menyebabkan tanaman tidak mengalami hambatan pertumbuhan yang berarti. Hal ini tampak pada Tabel 9, bahwa bobot biomas tanaman kacang tanah saat berumur 75 hari lebih banyak dipengaruhi oleh kemempnaan herbisida menekan pertumbuhan dan populasi gulma, dibandingkan dengan pengaruh keracunan residunya. Hal yang sama tampaknya juga terjadi pada hasil biji kering kacang tanah (Tabel 9), bahwa meskipun tanaman mengalami keracunan sedang sampai keracunan ringan pada perlakuan herbisida Glyphosat, tanaman masih bisa menyelesaikan siklus hidupnya secara normal sehingga dapat berbuah dan menghasilkan biji secara normal. Sehubungan dengan hal itu, maka diperoleh bobot biomas dan biji kering kacang tanah pada perlakuan herbisida Alachlor dan Glyphosat nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, meskipun jika dibandingkan antara Alachlor dan Glyphosat, masih tetap unggul herbisida Alachlor terutama efeknya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah.

Tabel 9. Pengaruh aplikasi beberapa jenis herbisida terhadap bobot biji kering per petak ubinan dan biomas kering kacang tanah saat berumur 75 HST

Perlakuan	Bobot biji kering per petak ubinan (kg)	Bobot biomas kering per rumpun (gram)
Kontrol	3,731 a	18,66 a
Alachlor	15,372 d	39,12 d
2,4-D Amine	13,724 cd	37,42 cd
Oxadiazon	7,223 b	29,84 b
Glyphosat	12,453 c	36,71 c
BNT <sub>0,05</sub>	2,436	4,361

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data hasil percobaan dan uraian pada pembahasan terhadap hasil tersebut, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kemempnaan herbisida Alachlor, 2,4-D Amine, Oxadiazon dan Glyphosat yang diuji, tergolong sangat mempan terhadap gulma berdaun lebar. Sedangkan terhadap gulma rumput-rumputan dan teki hanya herbisida Alachlor dan Glyphosat yang tergolong mempan.

2. Herbisida 2,4-D Amine dan Oxadiazon cukup mempan terhadap gulma rumput-rumputan akan tetapi kurang mempan terhadap gulma teki.
3. Herbisida Alachlor dan 2,4-D Amine residunya berdampak positif, karena pertumbuhan tanaman kacang tanah, pertumbuhan dan aktivitas bakteri rhizobium lebih baik, dengan intensitas keracunan tanaman lebih rendah, sehingga hasil kacang tanah yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.
4. Herbisida Glyphosat ternyata residunya berdampak negatif, yaitu menyebabkan intensitas keracunan tanaman lebih tinggi dan pertumbuhan serta aktivitas bakteri Rhizobium lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya.
5. Herbisida Oxadiazon tidak menimbulkan dampak terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah dan aktivitas serta pertumbuhan bakteri Rhizobium di dalam tanah

### DAFTAR PUSTAKA

- Assaf, N.A and R.F. Turco. 1994. Influence of Carbon and Nitrogen Application on the Mineralization of Atrazine and its Metabolites in Soil. *Pestic. Sci.*, 41:41- 47.
- Bappeda NTB, 1990. *Data Pokok Pembangunan Propinsi Nusa Tenggara Barat*. Kerjasama Bappeda Tk.I NTB dengan Kantor Wilayah Badan Pertanahan Nasional (BPN) Propinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). 159 p.
- Burrill, L.C., J. Cardenas, and E. Locatelli, 1976. *Field Manual for Weed Control Research*. International Plant Protections Center. Oregon State University. Corvallis.
- Fernandez, M., C. Cadlia, A. Garate and R.M. Esteban. 1985. The Electro-Ultrafiltration Method for Controlling the Effect of *Bacillus cereus* on Phosphorus Mobilization in Calcareous Soil. *Biology and Fertility of Soils*, 1: 97-102.
- Fitzgibbon, J. and H.D. Braymer, 1988. Phosphate starvation induces uptake of Glyphosate by *Pseudomonas* sp. strain PG2982. *Appl. Environ. Microbiol.*, 54:1886-1888.
- Kusnarta, I.G.M., H.M. Tarudi, I.P. Silawibawa, dan M. Husni Idris, 1998. Kajian Usahatani Konservasi dengan Budidaya Lorong Menggunakan Tanaman Buah Serikaya (*Annona squamosa* L.) dan Legum. Laporan Hasil Penelitian Dosen Muda. Fakultas Pertanian Universitas Mataram.

- Madjid, A., 1993. Peningkatan Fosfor tersedia Tanah, Serapan Fosfor dan Hasil Padi Gogo akibat Pemberian Pupuk TSP dan Inokulasi Mikroba Pelarut fosfat Pada Untisol Jasinga. Tesis. Program Pascasarjana, UNPAD, Bandung.
- Moore, J.K., H.D. Braymer and A.D. Larson, 1983. Isolation of a *Pseudomonas* sp. which utilizes the phosphate herbicide Glyphosate. *Appl. Environ. Microbiol.*, 46:316-320.
- Ngawit, I Ketut, 1986. Uji Kemempunan Beberapa Jenis Herbisida terhadap Gulma pada Pertanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae* L.) dan Dampaknya terhadap Penyakit Becak Daun. Tesis, Sarjana Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram. 120 p.
- Ngawit, I Ketut, 2002. Optimalisasi Penerapan Teknologi Budidaya Lorong (*Allay Cropping*) antara Tanaman Buah-Buahan Tahunan dengan Beberapa Jenis Tanaman Sayur-sayuran semusim di Wilayah Pengembangan Lahan Kering Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Barat NTB. Makalah Seminar Program Pengembangan Budaya Kewirausahaan di PT, DP3M, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Jakarta.
- Rudiyanto, B., 1990. Untaian Teknologi Padi Gogorancah. Dalam: Adisarwanto *et al.* (Eds). *Risalah Lokakarya Perbaikan Teknologi Tanaman Pangan*. Mataram, Lombok. Nusa Tenggara Barat.
- Smith, A.E., K. Mortensen, A.J. Aubin and M.M. Molloy, 1994. Degradation of MCPA, 2,4-D, and other phenoxyalkanoic acid herbicides using an isolated soil bacterium. *J. Agric. Food Chem.*, 42: 401-405.
- Somatmadja, 1991. Meningkatkan Produksi Kacang-Kacangan, Lembaga Pusat Penelitian Pertanian, Bogor. 20 p.
- Soedarsan, A., Noorsandias and Santika, H., 1975. Effect of Some Weed Species on the Growth of Young Tea. 5<sup>th</sup>. Proc. Asian Pasific Weed Science Society Confrention, Tokyo. 87-91 p.
- Supadi, T.H., 1991. Bakteri Pelarut Fosfat dari Beberapa Jenis Tanah dan Efeknya terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.). Desertasi, Universitas Padjadjaran Bandung.
- Tjitro Soedirdjo, S., Utomo, HI., dan Wiratmodjo, I., 1984. Pengelolaan Gulma di Perkebunan. PT. Gramedia, Jakarta. 210 p.
- Torstensson, N.T.L., 1987. Microbial decomposition of herbicides in soil. *Progress in Pesticide Biochemistry and Toxicology*, 6: 249-270.
- Torstensson, T., J. Stark and B. Goransson, 1999. The effect of repeated applications of 2,4-D and MCPA on their breakdown in soil. *Weed Res.*, 15: 159-164.
- Yanze-Kontchou, C. and N. Gschwind, 1994. Mineralization of the herbicide Atrazine as a carbon source by a *Pseudomonas* strain. *Appl. Environ. Microbiol.*, 60:4297-4302.
- Zimdahl, 1990. *Weed-Crop Competition*. Fourth Ed. A Review IPPC University of Oregon. Corvalis, Oregon.