2. TINJAUAN PUSTAKA

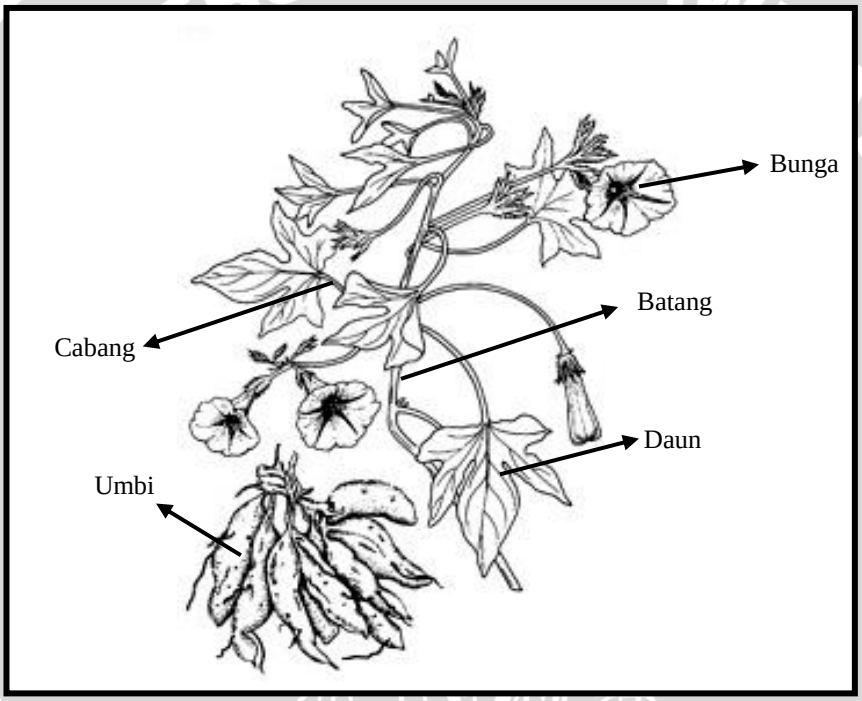
2.1 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Ubi Jalar

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) ialah tanaman umbi-umbian dan tergolong tanaman semusim yang memiliki tipe tumbuh menjalar pada permukaan tanah dan termasuk dalam famili Convolvulaceae dan genus Ipomoea (Stall, 2010). Ubi jalar merupakan salah satu bahan makanan yang sangat sehat dan cocok sebagai salah satu bahan pangan karena kandungan gizi ubi jalar yang tinggi, meliputi beragam vitamin dan mineral yang jumlahnya relatif lebih banyak dari kandungan gizi wortel. Ubi jalar merupakan makanan dengan rasa manis yang bebas lemak dan mengandung 4 gram protein. Nilai kandungan gizi Ubi Jalar per 100 g (3.5 oz) antara lain Energi 360 kJ (86 kcal), Karbohidrat 20.1 g, Pati 12,7 g, Gula 4.2 g, Diet serat 3,0 g, Lemak 0,1 g, Protein 1,6 g, Vitamin A 709 mg (79%), Beta karoten 8509 mg (79%), Thiamine/Vitamin B1 0,1 mg (8%), Riboflavin/Vitamin B2) 0,1 mg (7%), Niacin/Vitamin B3) 0,61 mg (4%), Asam pantotenat/Vitamin B5 0,8 mg (16%), Vitamin B6 0,2 mg (15%), Folat/Vitamin B9 11 mg (3%), Vitamin C 2.4 mg (4%), Kalsium 30,0 mg (3%), Besi 0,6 mg (5%), Magnesium 25,0 mg (7%), Fosfor 47,0 mg (7%), Kalium 337 mg (7%), Sodium 55 mg (2%) dan Seng 0,3 mg (USDA Nutrient database, 2010).

Tanaman ubi jalar dapat ditanam di daerah dengan curah hujan 500-5000 mm/tahun, optimalnya antara 750-1500 mm/tahun. Daerah yang paling ideal adalah daerah yang bersuhu 21-27° C, sedangkan jenis tanah yang paling baik untuk budidaya ubi jalar adalah pasir berlempung, gembur, banyak mengandung bahan organik, aerasi serta drainasenya baik. Ubi jalar memiliki daya adaptasi tinggi atau toleran dengan kondisi lingkungan yang merugikan seperti kekeringan, kesuburan tanah yang rendah, curah hujan tinggi dan perawatan yang minimal dibandingkan dengan tanaman lain (CIP, 2002).

Tanaman ubi jalar memiliki batang yang tidak berkayu, berbentuk bulat dengan teras bagian tengah terdiri dari gabus dan berwarna hijau sampai ungu. Batang ubi jalar mempunyai ruas yang panjangnya antara 1-3 cm. Pada setiap ruas tumbuh daun, akar dan cabang. Panjang batang ubi jalar tergantung pada varietas, yakni berkisar 2-3 m untuk

varietas yang merambat dan 1-2 m untuk varietas ubi jalar yang tidak merambat. Umbi (perbesaran akar) ialah bagian tanaman yang dimanfaatkan untuk bahan makanan. Umbi terbentuk akibat pembelahan sel yang cepat diikuti penimbunan pati pada jaringan parenkima pusat. Umbi tanaman ubi jalar sangat bervariasi dalam ukuran, bentuk, warna, bau dan kualitas, tergantung varietasnya. Umbi ini biasanya terbentuk 20- 25 hari setelah tanam tergantung varietasnya. Kulit ubi jalar ada yang berwarna putih, kuning, ungu, jingga dan merah, sedangkan daging umbi ada yang berwarna putih, kuning, jingga dan ungu muda (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).



Gambar 1. Bagian-bagian Tanaman Ubi Jalar (Varheij dan Hayes, 2008)

Daun ubi jalar mempunyai bentuk yang dapat dibedakan menjadi tiga golongan, pertama berbentuk bulat atau hati, tepi daun rata, bergigi dan berkeluk. Kedua, berbentuk elips atau lonjong, tepi daun berkeluk dangkal, kadang-kadang dalam dan rata. Ketiga, berbentuk runcing atau panah, tepian daun berkeluk dalam, menjari dan rata, ukurannya tergantung dari besar kecilnya batang. Bunga tanaman ubi jalar termasuk bunga sempurna, berbentuk terompet dengan panjang 3-5 cm dan lebar bagian ujung antara 3-4 cm dengan warna ungu keputihan. Akar pada tanaman

ubi jalar dapat digolongkan menjadi empat, yaitu akar muda, akar serabut, akar pensil dan akar umbi. Pembentukan akar ini tergantung pada aktivitas kambium primer dan banyaknya pembentukan lignin sel-sel stela. Batang tanaman ubi jalar menjalar sepanjang 1.5-3 m dan berdiameter 3-10 mm. Warna batang hijau sampai keunguan, batang ubi jalar juga mempunyai ruas sepanjang 1-9 cm, pada setiap batas ruas atau buku tumbuh daun, akar, tunas dan cabang (Sastrahidajat dan Soemarno, 1991).

Bunga tanaman ubi jalar berbentuk terompet yang panjangnya antara 2-5 cm dan lebar bagian ujung 3-4 cm. Mahkota bunga berwarna ungu keputihan dan bagian dalam mahkota bunga berwarna ungu muda. Kepala putik melekat pada bagian ujung tangkai putik, benang sari terdiri dari lima tangkai seri dengan panjang antara 1,5-2 cm. Bunganya mengalami masa *fertile* mulai pukul 04.00 pagi sampai 09.00 pagi (Juanda dan Bambang, 2004). Biji ubi jalar berbentuk kapsul terdiri dari 1 biji sampai 4 biji. Biji matang berwarna hitam bentuknya memipih dan keras, biasanya memerlukan pengausan kulit (skarifikasi) untuk membantu perkecambahan (Rubatzky dan Yamaguchi, 1995).

Rubatzky (1995) menyatakan bahwa secara garis besar pertumbuhan tanaman ubi jalar dibagi menjadi 3 fase, yaitu:

1. Pertumbuhan akar serabut aktif

   Pada awal pertumbuhan akar, serabut akar segera muncul dari bagian ruas batang tanaman ubi jalar. Akar-akar tersebut akan berperan dalam proses pembentukan umbi dan proses penyerapan unsur hara dari dalam tanah. Fase ini dimulai dari awal waktu tanam dan berlangsung antara 3-20 hst.

2. Pertumbuhan Tajuk Ekstensif dan Inisiasi Perkembangan Umbi

   Fase kedua ialah pertumbuhan dan penambahan tajuk tanaman disertai dengan inisiasi pembentukan umbi. Waktu yang dibutuhkan pada fase tersebut pada saat tanaman berumur 20-40 hst.

3. Pembesaran Umbi

   Fase ketiga berlanjut pada saat tanaman mengalami pertumbuhan yang mengarah pada optimalisasi organ tanaman. Jumlah daun yang terbentuk sudah mencapai optimal. Umbi yang telah terbentuk pada fase kedua akan

mengalami penambahan ukuran dan kandungan pati. Waktu yang dibutuhkan pada fase tersebut adalah setelah fase kedua hingga waktu panen.

Tanaman ubi jalar memerlukan pengairan pada pertumbuhan mulai aktif sampai umur 2 bulan. Pengisian umbi akan lebih sempurna dan kadar tepung lebih tinggi bila 2 minggu sampai 3 minggu sebelum panen cuaca kering dan tidak turun hujan (Tuherkih *et al.*, 1992). Jumlah umbi yang sedikit berkaitan dengan aktifitasi kambium, dimana laju lignifikasi sel-sel tetap lambat sehingga inisiasi dan perkembangan umbi terhambat dan membuat umbi tetap muda dalam waktu lama, dengan demikian meskipun sudah terbentuk umbi tetapi karena ukurannya masih kecil dan muda, maka tidak termasuk dalam hasil panen (Nurhayati *et al.*, 1984).

2.2 Pengaruh Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan Tanaman

Pengaturan kerapatan populasi tanaman dalam suatu areal pertanaman merupakan salah satu teknis budidaya pertanian yang sangat berpengaruh terhadap tingkat hasil yang akan dicapai. Menurut Mimbar (1990), setiap tanaman menghendaki tingkat kerapatan tanam yang berbeda-beda. Salah satu usaha untuk mengatur kerapatan populasi tanaman adalah dengan mengatur jarak tanam, jarak tanam tersebut diatur sedemikian rupa berdasarkan sifat tanamannya dan disesuaikan dengan faktor lingkungan yang ada sehingga diperoleh produksi yang semaksimal mungkin, pada umumnya produksi per satuan luas dapat ditingkatkan dengan cara penambahan kepadatan tanam sampai batas optimum, sedangkan penambahan kepadatan tanam di atas optimum akan menurunkan produksi tanaman.

Jarak tanam mempengaruhi populasi tanaman dan koefisienan tanaman dalam penggunaan cahaya, sehingga mempengaruhi tingkat kompetisi antar tanaman dalam menggunakan air dan unsur hara yang akan berpengaruh pada hasil tanaman (Harjadi, 1991). Pada jarak tanam rapat, perakaran tanaman yang satu akan mengganggu perakaran tanaman yang berdekatan karena akan terjadi persaingan dalam memperebutkan air dan unsur hara yang diserap tanah, sedangkan tajuknya akan mengalami persaingan terhadap cahaya dan udara, terutama O_2 yang diperlukan untuk asimilasi dan pernafasan (Sugito, 1999). Pada jarak tanam yang rapat, tiap individu

tanaman akan menderita karena kompetisi faktor lingkungan pertumbuhan dari tanaman sebelahnya, dengan demikian hasil per individu rendah namun produksi persatuan luas mendapat dukungan dari populasi. Sedangkan pada tanaman dengan jarak tanam renggang, hasil per individu tanaman tinggi tetapi produksi per satuan luas akan rendah karena kurangnya jumlah populasi tanaman (Traynor, 2005).

2.3 Gulma dan Pengaruhnya pada Tanaman Ubi Jalar

Keberadaan gulma merupakan masalah yang terus mengganggu dalam usaha budidaya ubi jalar. Gulma secara nyata dapat menekan pertumbuhan dan produksi karena menjadi pesaing dalam memperebutkan unsur hara serta cahaya matahari sehingga mampu menurunkan produksi ubi jalar. Kerugian yang ditimbulkan oleh gulma sangat bervariasi, tergantung pada populasi dan jenisnya. Komponen integral sebagai salah satu strategi pengendalian gulma pada ubi jalar ialah dengan menggunakan klon atau varietas yang dapat mempertahankan potensi hasil di hadapan gulma dan bisa juga menekan pertumbuhan gulma (Callaway, 1992). Pada awal pertumbuhan, tanaman ubi jalar harus terbebas dari kompetisi gulma karena daya saingnya masih lemah dan baru pada fase pertumbuhan selanjutnya, tanaman ubi jalar dapat menekan pertumbuhan gulma.

Penurunan pertumbuhan dan hasil tanaman akibat persaingan dengan gulma terjadi pada waktu tertentu yaitu pada periode kritis tanaman. Periode kritis tanaman dan gulma terjadi sejak tanam sampai seperempat atau sepertiga dari daur hidup tanaman tersebut. Pengendalian gulma pada fase awal pertumbuhan tanaman adalah cara yang paling tepat, menurut Moenandir dan Isnawati (1994) sepertiga umur tanaman peka terhadap persaingan dengan gulma, persaingan gulma pada waktu itu menyebabkan turunnya hasil secara nyata. Hasil penelitian Harsono (1998) mengungkapkan bahwa kehilangan hasil tanaman kacang tanah akibat gangguan gulma berkisar antara 20% hingga 80%, tergantung pada jenis dan kerapatan gulma serta waktu terjadinya gangguan gulma. Sedangkan menurut Sastroutomo dan Soetikno (1990) besarnya penurunan dalam hasil panen yang disebabkan oleh gulma sangatlah bervariasi, tergantung dari jenis tanaman pokoknya, jenis gulma dan faktor-faktor pertumbuhan yang mempengaruhi, adanya gulma dalam jumlah yang cukup banyak

dan rapat selama musim pertumbuhan akan menyebabkan kehilangan hasil secara total. Pengelolaan gulma yang efektif adalah aspek penting untuk mengoptimalkan hasil produksi tanaman budidaya dari gangguan gulma yang bersaing dalam memperebutkan nutrisi, air dan sinar matahari (Smith dan Miller, 2011).

Menurut Moenandir (2010) gulma yang biasanya tumbuh di area tanam ubi jalar adalah *Cynodon dactilon* (grinting), *Amaranthus spinosus* (bayam duri), *Portulaca oleracea* (krokot), *Imperata cylindrica* (alang-alang) dan *Cyperus rotundus* (teki), disamping itu ada pula *Digitaria sanguinalis* (sunduk gangsir) dan *Eleusin indica* (lulangan).

2.4 Metode Pengendalian Gulma

Pengendalian gulma ialah proses membatasi investasi gulma sedemikian rupa sehingga tanaman dapat dibudidayakan secara produktif dan efisien (Sukman dan Yakup, 2002). Di daerah tropis kerugian akibat adanya gulma bisa mencapai 90% jika penyiangan terutama pada periode awal pertumbuhan terlambat (Bayley, 2001). Gulma berinteraksi dengan tanaman melalui persaingan untuk mendapatkan satu atau lebih faktor tumbuh yang terbatas seperti cahaya, hara dan air. Tingkat persaingan akan bergantung pada curah hujan, varietas, kondisi tanah, kerapatan gulma, lamanya tanaman, pertumbuhan gulma, serta umur tanaman saat gulma mulai bersaing (Jatmiko *et al.*, 2002). Pengendalian gulma bertujuan untuk menekan populasi gulma sampai tingkat populasi yang tidak merugikan secara ekonomis sehingga sama sekali tidak bertujuan menekan populasi gulma sampai dengan nol. Beberapa metode pengendalian gulma yang dapat dilakukan di antaranya yaitu pengendalian gulma secara mekanis dengan penyiangan dan secara kimiawi dengan menggunakan herbisida.

2.4.1 Pengendalian Gulma dengan Penyiangan

Gulma yang tumbuh kembali setelah pengolahan tanah dan penanaman akan menggangu pertumbuhan tanaman budidaya. Oleh karena itu, penyiangan yang cukup dan segera untuk mencegah pertumbuhan gulma pada sebagian tanaman budidaya harus dilakukan. Penyiangan ialah cara pengendalian gulma secara mekanik,

dilakukan pada saat tanaman sudah tumbuh dengan maksud menekan populasi gulma sampai ambang ekonomi. Tanaman memerlukan penyiangan sempurna untuk mencegah pertumbuhan gulma. Pengendalian gulma dengan penyiangan ialah cara yang paling sering digunakan oleh petani. Penyiangan ini sangat efektif untuk lahan yang tidak terlalu luas, sedangkan pada lahan yang luas penyiangan menjadi tidak efektif karena membutuhkan biaya tenaga kerja yang cukup banyak. Penyiangan gulma yang tepat biasa dilakukan sebelum tajuk gulma menghentikan penyerapan zat makanan dari akar. Menurut Moenandir (1993), pemilihan waktu penyiangan gulma yang tepat akan dapat mengurangi jumlah gulma yang tumbuh serta dapat mempersingkat masa persaingan.

Pengendalian gulma yang tumbuh setelah lewat periode kritis keberadaannya tidak merugikan sehingga tidak perlu dikendaliakan. Sukman dan Yakup (2002) mengemukakan bahwa penyiangan yang tepat bisa dilakukan sebelum tajuk gulma menghentikan penyerapan zat makanan dari akar. Penundaan sampai gulma berbunga mungkin tidak hanya gagal membongkar akar gulma secara maksimal, tetapi juga akan mencegah tumbuhnya biji gulma sehingga perkembangbiakan dan penyebaran gulma dan bibit tanaman serta kemungkinan kerusakan bibit tanaman menyebabkan suatu resiko tersendiri. Penyiangan sesudah gulma dewasa akan banyak membongkar akar tanaman dan menimbulkan kerusakan fisik (Sindel, 2000).

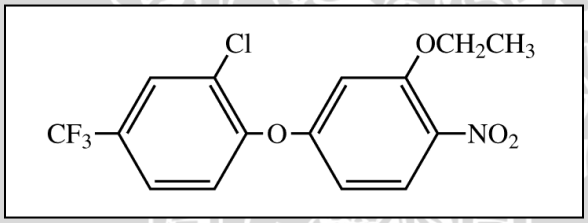
2.4.2 Pengendalian Gulma dengan Herbisida

Pengendalian gulma dengan penyiangan kurang efektif untuk mengendalikan gulma tahunan karena cara ini tidak dapat mencabut akar gulma yang dalam. Kesulitan pengendalian ini dapat dikurangi dengan menggunakan herbisida. Herbisida ialah bahan kimia yang dapat menghentikan pertumbuhan gulma atau seterusnya bila diperlakukan pada ukuran yang tepat (Moenandir, 1990). Pengendalian gulma dengan herbisida akhir-akhir ini sangat diminati terutama pada lahan pertanian yang luas. Pengendalian ini mempunyai keuntungan dapat mengendalikan gulma sebelum mengganggu dan mencegah kerusakan perakaran. Metode ini mempunyai kelemahan misalnya menimbulkan efek samping terhadap spesies gulma yang resisten, polusi residu dapat meracuni tanaman pada pola tanam

pergiliran tanaman (Sukman dan Yakup, 2002). Penggunaan herbisida dalam mengendalikan gulma sering dilakukan, namun harus tetap mempertimbangkan aspek ekologis dan ekonomis (Ainsworth, 2003). Pengendalian gulma dengan herbisida yang terus-menerus dan berlebihan akan dapat mengakibatkan gulma menjadi toleran dan resisten pada herbisida tertentu.

2.5 Herbisida Oksifluorfen

Herbisida Oksifluorfen ialah jenis herbisida dari golongan difenil eter yang mempunyai rumus kimia 2-chloro-1-(3ethoxy-4-nitrophenoxy)-4-(trifluorometthyl) benzene (Ashton dan Monaco, 1991). Herbisida ini mudah diserap namun trans-lokasinya terbatas dan menyebabkan kerusakan protein pada konsentrasi 10 ppm (Kunert, 1985). Oksifluorfen memiliki rumus molekul $C_{15}H_{11}C1F_3NO_4$. Herbisida ini memiliki inti yang terdiri dari 2 cincin fenil yang dihubungkan oleh ikatan eter dengan rumus bangun seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Rumus Bangun Oksifluorfen

Oksifluorfen merupakan herbisida pra-tumbuh yang berbentuk pekatan dan dapat diemulsikan. Herbisida ini sangat efektif dalam mengendalikan gulma berdaun lebar, rumput dan teki dengan dosis rendah (Sastroutomo, 1992). Oksifluorfen yang diaplikasikan pra-tumbuh disemprotkan langsung pada permukaan tanah, kemudian melekat pada partikel-partikel tanah dan membentuk suatu lapisan pembatas pada permukaan tanah oleh adanya residu kimia. Oksifluorfen dapat menghambat perpanjangan akar dan batang tumbuhan, dengan konsentrasi herbisida yang tinggi dan dihubungkan dengan sifat herbisida oksifluorfen yang dapat menghambat transportasi elektron dan sintesa ATP dalam proses respirasi, maka akan menghambat bahan-bahan terlarut seperti asam lemak, glukosa dan asam amino ke titik tumbuh.

Akibatnya bahan yang digunakan untuk pertumbuhan sedikit, sehingga mengganggu pembelahan dan perkembangan sel (Rao, 1983).

Mode of action adalah urutan masuk dari suatu herbisida ke dalam tubuh tanaman yang dapat mematikan. Mode of action meliputi sejumlah segi anatomi, fisiologi dan respon biokimia yang dapat membuat suatu bahan kimia mempunyai kegiatan meracun tanaman, seperti kerusakan fisik, degradasi molekul lemak dan senyawa kimia lain dalam tubuh tanaman (Moenandir, 1990). Lebih lanjut dijelaskan bahwa penggunaan oksifluorfen pada konsentrasi 1-10000 g ha^{-1} menyebabkan kerusakan membran. Herbisida golongan difenil eter mempunyai kemampuan meng-hambat respirasi dan fotosintesis serta meracuni tanaman dengan cara merusak membran sel yang mengakibatkan kebocoran isi sel dan kerusakan pada jaringan (Aston dan Monaco, 1991). Daya racun yang ditimbulkan oleh herbisida ini pada tanaman berjalan dengan cepat yakni dengan merusak sebaran sel yang menyebabkan stomata tertutup sebagai akibat dari meningkatnya daya tembus air pada membran, dengan demikian menyebabkan hilangnya plastida dari sekumpulan sarung sel dan pada akhirnya menimbulkan absis pada daun (Rao, 1983).

Menurut Ashton dan Crafts (1981), masuknya herbisida oksifluorfen yang diserap oleh akar akan membatasi translokasi nutrisi ke dalam tubuh tanaman. Dalam melakukan aktivitasnya, herbisida golongan difenil eter ini berpengaruh pada fotosintesis dan respirasi secara alamiah setelah integritas membran mengalami gangguan. Karena tingkat pengrusakan yang ditimbulkan sangat dipengaruhi oleh adanya cahaya, maka makin meningkatnya cahaya yang digunakan dalam proses fotosintesis berakibat pula pada peningkatan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh herbisida oksifluorfen (Rao, 1983).

Oksiflourfen dikembangkan untuk pada tanaman pangan dan perkebunan. Herbisida ini diaplikasikan melalui tanah dan mempunyai sifat *immobile* pada tanah. Hal ini disebabkan oksifluorfen memiliki daya larut yang sangat rendah pada air serta daya ikat yang kuat pada tanah. Nama dagang oksifluorfen adalah GOAL 2E dan merupakan herbisida selektif yang dapat dipakai sebagai herbisida pra-tumbuh dan purna tumbuh. Sifat herbisida pra-tumbuh dapat dapat dipergunakan untuk

mengendalikan gulma pada tanaman kacang-kacangan, ketela dan tebu serta sangat efektif mengendalikan gulma berdaun lebar, rumput dan teki berdosis rendah (Sastroutomo, 1992).

Oksifluorfen mempunyai sifat sebagai herbisida kontak non sistemik dan memiliki kemampuan luas untuk mengendalikan gulma berdaun lebar, rumput-rumputan dan teki. Penggunaan herbisida oksifluorfen sangat berpengaruh pada tanaman dan gulma, baik pada bagian vegetatif maupun generatif serta tanah sebagai media tumbuh. Hasil penelitian Widaryanto (1994), mengungkapkan bahwa walaupun herbisida tidak berpengaruh langsung terhadap tanaman namun mempengaruhi dari pertumbuhan tanaman antara lain jumlah dan luas daun, bobot kering tanaman, jumlah ginophor, jumlah polong isi, bobot kering per tanaman dan berpengaruh pada hasil tanaman kacang tanah per hektar. Penggunaan herbisida oksifluorfen juga dapat menekan bobot kering gulma misalnya gulma berdaun lebar (*Amaranthus spinosus*, *Ageratum conyzoides*), dari jenis rumput-rumputan (*Digitaria* sp., *Echinochloa colonum*, *Eleusine indica*, *Axonopus compressus*), maupun teki (*Cyperus rotundus*, *Cyperus iria*), tetapi kurang mampu menekan pertumbuhan grinting (*Cynodon dactylon*).