



MODUL PENGENDALIAN GULMA LAHAN BASAH

Disusun Oleh:

Dr. Lyswiana Aphrodyanti, S.P., M.Si



Program Studi Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian
Universitas Lambung Mangkurat
2023

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang, dan puji syukur dipanjatkan atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Modul Kuliah Pengendalian Gulma Lahan Basah, sebagai bahan bacaan bagi mahasiswa yang sedang mengambil mata kuliah tersebut.

Tulisan modul ini lebih banyak merujuk ke bahan-bahan tulisan yang sudah ada, tapi lebih banyak diambil intisaryanya dan poin-poin pentingnya, sehingga memudahkan untuk dimengerti, tapi ada juga bagian-bagian yang harus sepenuhnya untuk ditampilkan, seperti perundang-undangan yang berlaku.

Modul ini bisa dijadikan sebagai pengkayaan bahan-bahan yang bisa menghantarkan mahasiswa untuk lebih memperdalam tentang pengendalian gulma lahan basah yang dilaksanakan serta perundang-undangan yang semakin berubah seiring dengan berjalannya waktu. Karena keterbatasan pengetahuan maupun pengalaman pada pelaksanaan pengendalian lahan basah, penulis yakin masih banyak kekurangan dalam modul ini, oleh karena itu penulis masih sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan tulisan ini.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada Dekan dan Pimpinan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, yang memberikan kesempatan dan biaya untuk penerbitan modul ini di Tahun 2023.

Banjarbaru, Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
PENGENDALIAN GULMA LAHAN BASAH	1
Latar Belakang	1
Tujuan Pengendalian Gulma	6
TEKNIK PENGENDALIAN GULMA	8
Preventif (pencegahan).....	8
Pengendalian Gulma Secara Fisik/Mekanik	11
Kultur Teknis (Agronomis).....	15
Pengendalian Gulma Secara Hayati (Biologi)	20
Pengendalian Gulma secara Kimiawi	27
Pengendalian Gulma Secara Terpadu	28
Pengendalian Gulma dengan Upaya Pemanfaatannya.....	29
DAFTAR PUSTAKA	31

PENGENDALIAN GULMA LAHAN BASAH

Latar Belakang

Tumbuhan merupakan salah satu makhluk hidup yang memiliki peranan yang sangat penting baik sebagai bahan makanan atau interaksinya dengan makhluk hidup yang lain. Peranan yang menguntungkan karena tumbuhan yang dibudayakan bisa sumber makanan yang memiliki nilai gizi yang beranekaragam. Namun demikian, ternyata kehadiran tumbuhan tersebut terkadang menimbulkan gangguan. Berbagai macam gangguan tersebut bisa menimbulkan berbagai macam kerugian baik terhadap manusia atau organisme lainnya dan lingkungan. Adapun tumbuhan yang menimbulkan gangguan dikenal dengan istilah gulma. Dalam bidang pertanian gulma merupakan salah satu komponen organisme pengganggu tumbuhan. Gulma adalah tumbuhan yang kehadirannya tidak diinginkan pada lahan pertanian karena menurunkan hasil yang bisa dicapai oleh tanaman produksi.

Gulma memiliki hubungan dengan alam sekitar dan lingkungannya sehingga dengan tindakan pengolahan tanah, waktu tanam, jarak tanam dan varietas yang tepat dapat menekan pertumbuhan gulma sehingga persaingan antara tanaman dengan gulma tidak akan terjadi. Berbagai cara dan upaya telah dilakukan, namun gulma masih tetap efisien dalam perkembangbiakannya. Adapun sifat efisiensi tersebut didapatkan dari seleksi alam dan kemampuan penyesuaian ekologisnya (Yarnelis Sukman, 1995).

Gulma dapat tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada kondisi lingkungan yang kurang optimal. Salah satu kondisi lingkungan yang kurang optimal adalah lahan basah. Lahan basah merupakan lahan yang tergenang air selama satuan waktu tertentu. Tumbuhan yang beradaptasi pada lingkungan seperti ini harus memiliki toleransi yang tinggi terhadap genangan. Hal ini berkaitan erat dengan kebutuhan oksigen pada media tanam. Penyebaran gulma di lahan basah dapat terjadi akibat aliran air yang membawa seluruh bagian gulma tersebut karena memang memiliki sifat terapung di permukaan air seperti eceng gondok, kayu apu, dan kiyambang. Beberapa gulma memiliki perakaran kuat di dalam tanah sehingga tidak memungkinkan terbawa arus air, tetapi perkembangannya di daerah tergenang sangat tidak terkendali seperti gulma supan-supan gunung. Selain itu,

gulma juga dapat tumbuh dengan baik pada lahan bekas tergenang, seperti pada lahan rawa lebak. Gulma biasanya akan tumbuh dengan cepat dibandingkan dengan tanaman budidaya pada saat genangan mulai surut.

Gulma merupakan salah satu kendala utama usaha tani di lahan pasang surut. Gulma yang merupakan pesaing tanaman dalam pemanfaatan unsur hara, air, dan ruang, ditaksir ada sekitar 120 jenis. Sebagian gulma juga menjadi tempat hidup dan tempat bernaung hama dan penyakit tanaman, serta menyumbat saluran air (E. Sutisna Noor, 1997). Gulma secara langsung maupun tidak langsung merugikan tanaman budidaya. Dampak negatif kehadiran gulma pada lahan pertanian atau pada lahan perkebunana dapat menimbulkan berbagai masalah. Secara umum masalah-masalah yang ditimbulkan gulma pada lahan tanaman budidaya ataupun tanaman pokok adalah terjadinya kompetisi atau persaingan dengan tanaman pokok (tanaman budidaya) dalam hal penyerapan zat makanan atau unsur-unsur hara di dalam tanah, penangkapan cahaya matahari, penyerapan air dan ruang tempat tumbuh. Sebagian besar tumbuhan gulma dapat mengeluarkan zat atau cairan yang bersifat toksin (racun), berupa senyawa kimia yang dapat mengganggu dan menghambat pertumbuhan tanaman lain disekitarnya, peristiwa tersebut dikenal dengan istilah aleopati. Sebagai tempat hidup atau inang, maupun tempat berlindung hewan-hewan kecil, insekta dan hama sehingga memungkinkan hewan-hewan tersebut dapat berkembangbiak dengan baik. Akibatnya hama tersebut akan menyerang dan memakan tanaman pokok ataupun tanaman budidaya. Mempersulit pekerjaan di waktu panen maupun pada saat pemupukan. Dapat menurunkan kualitas produksi (hasil) dari tanaman budidaya, misalnya dengan tercampurnya biji-biji dari gulma yang kecil dengan biji tanaman budidaya.

Gulma mengakibatkan kerugian-kerugian pada petani yang antara lain disebabkan oleh persaingan antara tanamn utama sehingga mengurangi kemampuan berproduksi terjadi persaingan dalam pengambilan air, unsu-unsur hara dari tanah, cahaya dan ruang lingkup, pengotoran kualitas produksi pertanian, misalnya pengotoran benih oleh biji-biji gulma, aleopati yaitu pengeluaran senyawa kimiawi oleh gulma yang beracun bagi tanaman yang lainnya, sehingga merusak pertumbuhan, gangguan kelancaran pekerjaan para petani, misalnya

adanya duri-duri *amaranthus spinosus*, *mimosa spinosa* di antara tanaman diusahakan, perantara atau sumber penyakit atau hama pada tanaman, misalnya *Lersia hexandra* dan *Cynodon dactylon* merupakan tumbuhan inang hama ganjur pada padi, gangguan kesehatan manusia, misalnya ada suatu gulma yang tepung sarinya menyebabkan alergi, gulma air mengurangi efisiensi sistem irigasi, yang paling mengganggu dan tersebar luas ialah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Terjadi pemborosan air karena penguapan dan juga mengurangi aliran air.

Permasalahan gulma sebagai organisme pengganggu tumbuhan (OPT) tidak akan pernah hilang dari ruang lingkup pertanian karena keberadaan gulma dilahan sawah atau areal pertanian lainnya tidak diinginkan dan menjadi pesaing utama bagi tanaman pertanian. Ditinjau dari aspek produksi kehadiran gulma di area tanam lebih banyak merugikan daripada menguntungkan.

Persaingan antara tanaman dengan gulma terutama terhadap keperluan unsur hara, mengakibatkan tanaman budidaya akan mengalami stress pada fase pertumbuhannya karena kekurangan unsur unsur hara. Kekurangan unsur hara mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi menurun dan jumlah nakan/tunas serta malai pada tanaman padi berkurang yang akhirnya hasil tanaman menurun atau berkurang.

Pada Budidaya tanaman kedelai, gulma sangat berpotensi mengganggu pertumbuhan vegetatif tanaman yang akhirnya berdampak pada penurunan peningkatan kuantitas dan kualitas hasil tanaman kedelai itu sendiri. Menurut Soetikno S. Sastroutomo (1990), penurunan hasil akibat kompetisi gulma pada pertanaman kedelai dapat mencapai 10-50% pada populasi 20% dari populasi tanaman kedelai, oleh karena itu teknik pengendalian gulma pada budidaya kedelai sangat diperlukan. Pada tempat-tempat yang telah ditumbuhi gulma, tanaman kedelai tidak dapat tumbuh dengan baik. Jenis gulma yang biasa tumbuh di pertanaman kedelai sekitar 56 spesies yang terdiri atas 20 jenis rerumputan, 6 jenis teki-teki, dan 30 jenis berdaun lebar di antaranya terdapat jenis-jenis gulma yang sangat merugikan. Pada lahan dengan indeks pertanaman 300% atau tidak mengalami masa istirahat lama, ragam dan jumlah gulma relatif sedikit. Sebaliknya, pada lahan yang mengalami masa istirahat lama (bera), ragam dan jumlah gulma relatif banyak. Beberapa jenis gulma yang dominan pada

pertanaman kedelai antara lain adalah *Amaranthus* sp. (bayam), *Digitaria ciliaris* (rumput jampang), *Echinochloa colonum* (rumput jejagoan), *Eragrotis enioloides* (rumput bebekan), *Cyperus kyllingia* (rumput teki), *Cyperus iria* (rumput jeking kunyit), *Portulaka* sp. (krokot), *Ageratum conyzoides* (wedusan), *Molluge penaphylla* (daun mutiara), dan *Mimosa pudica* (puteri malu). Gulma *Amaranthus* sp, *Digitaria ciliaris*, dan *Cyperus rotundus* dapat menurunkan hasil kedelai masing-masing sebesar 35%, 21%, dan 15%. Di lahan kering masam yang didominasi oleh gulma *Barreria alata* dengan kerapatan nisbi sebesar 79% dapat menurunkan hasil biji kedelai sebesar 60%. Selain kerugian dari sisi kompetisi, ada beberapa jenis gulma yang mempunyai sifat alelopati yaitu kemampuan mengeluarkan zat yang bersifat racun dan dapat menghambat pertumbuhan tanaman tertentu. Misalnya *Imperata cylindrical* menghasilkan zat phenol, *Juglans nigra* dapat memproduksi hidroksi juglon, *Artemisia absinthium* mengeluarkan zat absintin yang dapat mempengaruhi pertumbuhan vegetatif. Keberhasilan pengendalian gulma merupakan salah satu faktor penentu tercapainya tingkat hasil kedelai yang tinggi, pengendalian gulma dapat dilakukan secara kultur teknis, mekanis, biologis, dan khemis, oleh karena harus dilakukan secara intensif (Widiyati *et al.*, 2001 dalam Fadhly, 2004). Gulma pada tanaman kedelai umumnya dikendalikan dengan cara fisika, biologi dan kimiawi. Pengendalian gulma secara kimiawi berpotensi merusak lingkungan sehingga perlu dibatasi melalui pemaduan dengan cara pengendalian lainnya.

Pengertian dari pengendalian gulma (control) harus dibedakan dengan pemberantasan (eradication). Pengendalian gulma (weed control) dapat didefinisikan sebagai proses membatasi infestasi gulma sedemikian rupa sehingga tanaman dapat dibudidayakan secara produktif dan efisien.

Dalam pengendalian gulma tidak ada keharusan untuk membunuh seluruh gulma, melainkan cukup menekan pertumbuhan dan atau mengurangi populasinya sampai pada tingkat dimana penurunan produksi yang terjadi tidak berarti atau keuntungan yang diperoleh dari penekanan gulma sedapat mungkin seimbang dengan usaha ataupun biaya yang dikeluarkan. Dengan kata lain pengendalian bertujuan hanya menekan populasi gulma sampai tingkat populasi yang tidak merugikan secara ekonomik atau tidak melampaui ambang ekonomik (*economic*

threshold), sehingga sama sekali tidak bertujuan menekan populasi gulma sampai nol.

Sedangkan pemberantasan merupakan usaha mematikan seluruh gulma yang ada baik yang sedang tumbuh maupun alat-alat reproduksinya, sehingga populasi gulma sedapat mungkin ditekan sampai nol. Pemberantasan gulma mungkin baik bila dilakukan pada areal yang sempit dan tidak miring, sebab pada areal yang luas cara ini merupakan sesuatu yang mahal dan pada tanah miring kemungkinan besar menimbulkan erosi. Eradikasi pada umumnya hanya dilakukan terhadap gulma-gulma yang sangat merugikan dan pada tempat-tempat tertentu.

Pengendalian gulma pada prinsipnya merupakan usaha meningkatkan daya saing tanaman pokok dan melemahkan daya saing gulma. Keunggulan tanaman pokok harus menjadi sedemikian rupa sehingga gulma tidak mampu mengembangkan pertumbuhannya secara berdampingan atau pada waktu bersamaan dengan tanaman pokok.

Pelaksanaan pengendalian gulma hendaknya didasari dengan pengetahuan yang cukup mengenai gulma yang bersangkutan. Apakah gulma tersebut bersiklus hidup annual, biennial ataupun perennial, bagaimana berkembang biaknya, bagaimana sistem penyebarannya, bagaimana dapat beradaptasi dengan lingkungan dan dimana saja distribusinya, bagaimana bereaksi terhadap perubahan lingkungan dan bagaimana tanggapannya terhadap perlakuan-perlakuan tertentu termasuk penggunaan zat-zat kimia berupa herbisida.

Pengendalian gulma harus memperhatikan teknik pelaksanaannya di lapangan (faktor teknis), biaya yang diperlukan (faktor ekonomis) dan kemungkinan dampak negatif yang ditimbulkannya. Terdapat beberapa metode/cara pengendalian gulma yang dapat dipraktikkan di lapangan. Sebelum melakukan tindakan pengendalian gulma sangat penting mengetahui cara-cara pengendalian guna memilih cara yang paling tepat untuk suatu jenis tanaman budidaya dan gulma yang tumbuh disuatu daerah.

Teknik pengendalian yang tersedia adalah :

1. Pengendalian dengan upaya preventif (pembuatan peraturan/perundangan, karantina, sanitasi dan peniadaan sumber invasi).

2. Pengendalian secara mekanis/fisik (pengerjaan tanah, penyiangan, pencabutan, pembabatan, penggenangan dan pembakaran).
3. Pengendalian secara kultur–teknis (penggunaan jenis unggul terhadap gulma, pemilihan saat tanam, cara tanam-perapatan jarak tanam/heavy seeding, tanaman sela, rotasi tanaman dan penggunaan mulsa).
4. Pengendalian secara hayati (pengadaan musuh alami, manipulasi musuh alami dan pengolahan musuh alami yang ada disuatu daerah).
5. Pengendalian secara kimiawi (herbisida dengan berbagai formulasi, surfaktan, alat aplikasi dsb).
6. Pengendalian secara terpadu
7. Pengendalian dengan upaya memanfaatkannya (untuk berbagai keperluan seperti sayur, bumbu, bahan obat, penyegar, bahan kertas/karton, biogas pupuk, bahan kerajinan dan makanan ternak).

Tujuan Pengendalian Gulma

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengendalikan gulma, hal ini dikarenakan keberadannya lebih menimbulkan kerugian daripada manfaatnya. Hal ini yang mendasari gulma menjadi salah satu perhatian serius karena apabila dibiarkan tumbuh atau diabaikan maka pertumbuhannya akan melebihi pertumbuhan tanaman utama (tanaman pokok).

Adapun tujuan pengendalian gulma ialah untuk mengelola gulma sehingga tercipta suatu keseimbangan lingkungan tertentu antara gulma dan tanaman, dan untuk menciptakan suatu kondisi yang optimal bagi pertumbuhan tanaman budidaya atau tanaman pokok sehingga daya saingnya terhadap gulma juga meningkat atau daya kompetisi tanaman yang tinggi. Pengendalian gulma bertujuan untuk mengontrol pertumbuhan gulma sedemikian rupa agar pertumbuhannya lebih terkendali samai pada batas toleransi tanaman, daya kompetisi gulma terhadap tanaman jadi rendah sehingga tanaman pokok dapat tumbuh dengan baik dan memberikan hasil yang maksimal. Gulma memiliki sifat kompetisi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan daya kompetisi tanaman budidaya pada segala keadaan lingkungan sehingga pengendalian gulma diperlukan sehingga kompetisi tanaman pokok meningkat dan dapat menyaingi gulma.

Pengendalian gulma merupakan tindakan mengontrol/mengendalikan pertumbuhan gulma, menghindari terjadinya kompetisi terhadap keperluan unsur hara, sinar matahari dan tempat/ruang tumbuh (*space*) antara tanaman dengan gulma sehingga kehadirannya di areal pertanaman tidak menyebabkan penurunan hasil yang berarti ataupun menyebabkan kerugian yang lainnya.

Gulma merupakan tumbuhan yang mudah tumbuh pada setiap tempat yang berbeda-beda, mulai dari tempat yang miskin nutrisi sampai yang kaya nutrisi. Kemampuan gulma mengadakan regenerasi yang besar, khususnya gulma perennial (vegetatif). Luasnya daerah penyebaran, karena terdapat bagian tubuh gulma yang dapat dimodifikasikan sehingga memungkinkan lebih unggul dalam persaingan dibandingkan dengan tanaman budidaya. Tidak ada satupun metode yang/cara yang dapat mengendalikan semua spesies gulma secara tuntas di pertanaman. Suatu metode mungkin akan menekan spesies tertentu namun justru akan menguntungkan spesies yang lainnya baik secara langsung maupun tidak langsung. Efisiensi pengendalian gulma tergantung efektifitas tindakan yang memadai untuk mencapai batas minimum pengendalian tertentu.

Pengendalian gulma yang penting dilaksanakan pada semua pertanaman pada saat periode kritis persaingan gulma. Pengendalian gulma harus memperhatikan teknik pelaksanaannya di lapangan (faktor teknis), biaya yang diperlukan (faktor ekonomis) dan kemungkinan dampak negatif yang ditimbulkannya. Sebelum tindakan pengendalian dilakukan sangat penting untuk mengetahui cara-cara tersebut untuk memilih cara yang paling tepat untuk suatu jenis tanaman budidaya dan gulma yang tumbuh di suatu daerah.

Adapun teknik pengendalian gulma diantaranya :

- upaya preventif
- fisik/mekanik
- kultur teknis
- hayati
- kimiawi
- terpadu
- upaya pemanfaatannya

TEKNIK PENGENDALIAN GULMA

1. Preventif (pencegahan)

Tindakan paling dini dalam upaya menghindari kerugian akibat invasi gulma adalah pencegahan (preventif). Pencegahan sebenarnya merupakan langkah yang paling tepat karena kerugian yang sesungguhnya pada tanaman budidaya belum terjadi. Pencegahan biasanya lebih murah, namun demikian tidak selalu lebih mudah. Pengetahuan tentang cara-cara penyebaran gulma sangat penting jika hendak melakukan dengan tepat. Dimaksudkan untuk mengurangi pertumbuhan gulma agar usaha pengendalian sedapat mungkin dikurangi/ditiadakan. Praktek pencegahan maka gulma sebagai tumbuhan dewasa maupun biji dan bagian vegetatifnya yang dapat tumbuh dicegah masuk ke suatu daerah yang penting bagi pertanian. Pencegahan gulma baru terutama ditujukan terhadap spesies-spesies yang sangat merugikan dan belum terdapat di lingkungan tsb. Spesies-spesies asing yang cocok ditempat yang baru biasanya dapat menjadi pengganggu yang dahsyat/explosif.

Pengendalian gulma secara preventif adalah pengendalian dengan cara mencegah terjadinya infeksi dari pada mengobati. Pengendalian gulma secara preventif terbagi atas karantina, penggunaan biji yang bersih, memperhatikan sisa-sisa tanaman pertanian (jerami) yang akan dipergunakan sebagai pakan ternak, tidak menggunakan pupuk kandang yang masih baru, mencegah hewan ternak berpindah langsung ke daerah lain, penggunaan alat pertanian, penggunaan tanah atau pasir, pembersihan bahan tanaman yang akan ditanam, pembersihan tebing-tebing saluran pengairan, pembersihan gulma di tepi jalan, mencegah terbentuknya biji-biji gulma dengan cara melakukan pembabatan gulma sebelum berbunga, dan dengan cara meningkatkan kesadaran masyarakat. Cara ini terutama ditujukan terhadap species-species gulma yang sangat merugikan dan belum terdapat tumbuh di lingkungan kita. Species gulma asing yang cocok tumbuh di tempat-tempat baru dapat menjadi pengganggu yang dahsyat (eksplosif). Misalnya kaktus di Australia, eceng gondok di Asia-Afrika.

Cara-cara pencegahan masuk dan menyebarkan gulma baru adalah :

a. Peniadaan Sumber Invasi dan Sanitasi

Beberapa tindakan pencegahan yang dapat dilakukan untuk meniadakan sumber invasi adalah :

1. Menggunakan biji tanaman yang bersih dan tidak tercampur biji lain terutama biji-biji gulma atau pembersihan bibit-bibit pertanaman dari kontaminasi biji - biji gulma.
2. Menghindari penggunaan/ pemakaian pupuk kandang yang belum matang.
3. Membersihkan tanah-tanah yang berasal dari tempat lain, tubuh dan kaki ternak dari biji-biji gulma.
4. Mencegah pengangkutan tanaman beserta tanahnya dari tempat-tempat lain, karena pada bongkahan tanah tersebut kemungkinan mengandung biji-biji gulma dan pencegahan pengangkutan jarak jauh jerami dan rumput-rumput makanan ternak.
5. Pembersihan gulma di pinggir-pinggir sungai dan saluran air dan menyaring air pengairan agar tidak membawa biji-biji gulma ke petak-petak pertanaman yang diairi.
6. Pembersihan ternak yang akan diangkut.
7. Pencegahan pengangkutan tanaman berikut tanahnya dan lain sebagainya.

Apabila hal-hal tersebut di atas tidak dapat dilaksanakan dengan baik, maka harus dicegah pula agar jangan sampai gulma berbuah dan berbunga. Di samping itu juga mencegah gulma tahunan (perennial weeds) jangan sampai berbiak terutama dengan cara vegetatif. Tindakan paling dini dalam upaya menghindari kerugian akibat invasi gulma adalah pencegahan (preventif). Pencegahan dimaksud untuk mengurangi pertumbuhan gulma agar usaha pengendalian sedapat mungkin dikurangi atau ditiadakan. Pencegahan sebenarnya merupakan langkah yang paling tepat karena kerugian yang sesungguhnya pada tanaman budidaya belum terjadi. Pencegahan biasanya lebih murah, namun demikian tidak selalu lebih mudah. Pengetahuan tentang cara-cara penyebaran gulma sangat penting jika hendak melakukan dengan tepat.

b. Karantina Tumbuhan

Karantina tumbuhan bertujuan mencegah masuknya organisme pengganggu tumbuhan lewat perantaraan lalu-lintas/perdagangan. Karantina tumbuhan merupakan cara pengendalian tidak langsung dan relatif paling murah. Karantina dapat diartikan antara lain menempatkan sesuatu di dalam suatu tempat tertentu yang terpisah; menempatkan sesuatu didalam suatu tempat tertentu yang terpisah dalam jangka waktu tertentu; kegiatan pengasingan (isolasi); pembatasan.

Pencegahan Karantina adalah tempat pengasingan atau suatu tindakan sebagai upaya pencegahan masuk dan tersebarnya hama dan penyakit atau organisme pengganggu tanaman dari luar negeri dan dari suatu area ke area lain didalam negeri. atau keluarnya dari dalam wilayah.

Adapun tujuan dari karantina adalah mencegah masuknya organisme pengganggu tumbuhan karantina dari luar negeri kedalam negeri, mencegah tersebarnya organisme pengganggu tumbuhan karantina dari suatu area kearea lain, menjaga kesehatan manusia dari residu pestisida yang ada pada hasil pertanian. Hal itu dilakukan guna untuk mencegah masuknya organisme pengganggu tanaman agar tidak masuk kesuatu negara karena organisme pengganggu tanaman tersebut dapat menjadi hama utama di negara tersebut dan dapat merusak pertanian yang ada di negara tersebut.

c. Peraturan/perundang-undangan

Peraturan perundang undangan kementerian pertanian mengharuskan benih bebas biji gulma dan dilakukan sertifikasi biji harus dilaksanakan dengan cermat dan penuh kewaspadaan terhadap kontaminasi biji-biji gulma. Selain itu, adanya larangan impor hasil-hasil penen yang dicemari biji gulma. Upaya upaya tersebut dilakukan sebagai langkah pencegahan masuknya OPT (gulma) yang dapat menimbulkan permasalahan baru di negara kita. Namun demikian masih perlu pengawasan yang lebih ketat mengingat banyaknya jalan masuk yang tidak terawasi oleh pemerintah karena Indonesia merupakan kawasan perairan yang banyak memiliki persinggahan/pelabuhan kecil yang memungkinkan masuknya bahan tanaman tersebut.

2. Pengendalian gulma secara fisik/mekanik

Pengendalian gulma secara fisik-mekanis adalah pengendalian gulma yang dilakukan dengan merusak fisik atau bagian tubuh gulma sehingga pertumbuhannya menjadi terhambat dan akhirnya mati. Secara teknis, dalam pelaksanaannya pengendalian gulma secara fisik mekanis dilakukan dengan menggunakan beberapa peralatan seperti cangkul, golok, arit, kored, landak, tangan, dan bahan bakar.

Pengendalian ini juga merupakan usaha menekan pertumbuhan gulma dengan cara merusak bagian-bagian gulma sehingga mati atau pertumbuhannya terhambat. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih peralatan untuk digunakan dalam pengendalian gulma adalah sistem perakaran, umur tumbuhan dan gulma, kedalaman dan penyebaran sistem perakaran, umur dan luas infestasi, tipe tanah dan topografi, serta kondisi cuaca / iklim. Pada umumnya petani dalam pengendalian gulma secara mekanis yaitu dengan pengolahan tanah konvensional dan penyiangan dengan tangan. Pengolahan tanah konvensional dilakukan dengan cara membajak, menyisir dan meratakan tanah, dengan tenaga bantu seperti tenaga ternak (sapi/kerbau) dan mesin (hand trackor). Penyiangan dengan tangan dilakukan dengan cara mencabut gulma baik sebagian maupun seluruh bagian tumbuhan dengan menggunakan tangan. Namun metode pengendalian dengan cara penyiangan jarang dilakukan oleh petani, karena membutuhkan waktu lama dalam menekan populasi.

Adapun beberapa cara yang dapat dilakukan adalah :

- a. Pengolahan tanah (*Land preparation*)
- b. Penyiangan (*weeding*)
- c. Pencabutan (*hand pulling*)
- d. Pembabatan (*mowing*)
- e. Pembakaran (*burning*)
- f. Penggenangan

a. Pengolahan tanah (*Land preparation*)

Pengolahan tanah dapat mengendalikan gulma - gulma dengan menggunakan alat-alat seperti cangkul, bajak, garu, traktor, dan lain sebagainya.

Setelah pengolahan tanah lalu gulma ditanam dan menyebabkan kerusakan fisik yaitu dapat memotong akar gulma sehingga gulma mati disebabkan potongan-potongan akar akan mengering sebelum pulih kembali dan mengganggu kondisi hara tersebut. Efektifitas pengolahan tanah tergantung beberapa faktor seperti siklus hidup gulma dan tanamannya, kedalaman dan penyebaran perakaran, lama dan luasnya infestasi, macam tanaman yang dibudidayakan, jenis dan topografi tanah serta iklim (Buhman *et al* 1999). Pengolahan tanah cukup efektif untuk mengendalikan gulma annual, biennial dan perennial.

Pengaruh yang tidak langsung dari pengolahan tanah terhadap perkembangan gulma adalah terangkatnya deposit biji gulma yang ada di dalam tanah. Biji tersebut terekspose ke permukaan tanah dan berkecambah, gulma yang kemudian tumbuh akan dipotong dan ditanam secara otomatis melalui tindakan pengolahan tanah kedua. Pengendalian gulma dengan cara dicangkul atau di bajak merupakan suatu usaha pengendalian yang cukup praktis pada jenis gulma semusim/setahun, dua tahunan dan tahunan. Pengendalian gulma dengan cara dicangkul atau dibajak dapat dilakukan pada saat pengolahan tanah dan pada saat lahan sudah ada tanaman budidayanya dapat dilakukan dengan cara penyiangan menggunakan cangkul saja. Pengendalian gulma jenis semusim/setahun dengan cara dicangkul atau dibajak ini cukup dengan merusak/mencangkul bagian gulma yang berada di atas tanam saja.

Sedangkan untuk jenis gulma dua tahunan dapat dilakukan dengan merusak/mencangkul bagian gulma yang ada di atas tanah dan mahkotanya. Jenis gulma tahunan dapat dilakukan dengan merusak/mencangkul bagian gulma yang berada di atas tanah maupun di bawah tanah.

b. Penyiangan (*weeding*)

Tanaman membutuhkan penyiangan yang cukup dan segera untuk mencegah pertumbuhan gulma. Penyiangan yang tepat biasa dilakukan sebelum tajuk gulma menghentikan penyerapan zat-zat makanan dari akar. Penundaan sampai gulma berbunga mungkin tidak hanya gagal membongkar akar gulma secara maksimal, tetapi juga kan gagal mencegah tumbuhnya biji-biji gulma yang viabel sehingga memberi kesempatan perkembangbiakan dan penyebarannya. Penyiangan sesudah gulma dewasa akan banyak membongkar akar tanaman dan

menimbulkan kerusakan fisik. Penyiangan yang terlalu sering lebih-lebih pada populasi gulma tinggi disamping akan menimbulkan kerusakan akar akan menyebabkan kerusakan batang tanaman. Praktek penyiangan banyak dilakukan pada daerah-daerah dengan praktek kerja melimpah dan ongkos buruh rendah.

c. Pencabutan (*hand pulling*)

Pengendalian gulma dengan cara ini dapat dilakukan pada jenis gulma semusim/ setahun dan dua tahunan sebelum gulma tersebut menghasilkan biji. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya pemencaran biji gulma ke tempat lain dan mengurangi gulma yang tumbuh di lahan dari biji gulma yang kemungkinan tertinggal di lahan. Sedangkan untuk jenis gulma tahunan pencabutan gulma semacam ini akan mengakibatkan terpotong atau tertinggalnya organ perbanyak vegetatif gulma tersebut di dalam tanah. Akibatnya organ perbanyak vegetatif gulmannya akan tumbuh lagi pada lahan sehingga pencabutan jenis gulma tersebut menjadi berulang-ulang dan pengendaliannya menjadi tidak efektif. cara ini juga biasa disebut penyiangan manual, efektif untuk mengendalikan gulma semusim dan dua musim, memiliki resiko kerusakan yang kecil pada tanaman budidaya, dan layak diterapkan untuk pengendalian gulma pada areal yang tidak luas.

Pencabutan dengan tangan ditujukan untuk gulma annual dan biennial sedangkan untuk gulma perennial praktek pencabutan akan mengakibatkan terpotong dan tertinggalnya bagian di dalam tanah yang dapat tumbuh menjadi gulma baru sehingga kurang efektif. Pada pertanaman, pencabutan akan berhasil dengan baik bila diberi air sampai cukup basah sehingga pencabutana dapat dilakuka lebih mudah. Pelaksanaan pencabutan terbaik adalah pada saat sebelum pembentukan biji, sedangkan pencabutan pada saatgulma sudah dewasa mengakibatkan adanya bagian bawah gulma yang tidak tercabut sehingga tumbuh kembali. Praktek pencabutan dapat sangat praktis, efesien dan murah jika diterapkan pada areal yang tidak luas dimana alat-alat berat sulit untuk mencapainya dan pada daerah yang cukup banyak tenaga kerja. Pada areal luas maka tidak praktis dan mahal. Semakin majunya teknologi maka cara pencabutan dipandang sesuatu yang menjemukan dan kurang produktif.

d. Pembabatan (*mowing*)

Cara ini efektif diterapkan pada gulma semusim atau dua musim yang tidak mempunyai organ perkembangbiakan di dalam tanah seperti stolon dan umbi. Hanya efektif untuk mengendalikan gulma-gulma yang bersifat setahun (*annual*) dan relatif kurang efektif untuk gulma *perennial*. Pembabatan biasa dilakukan di perkebunan yang mempunyai tanaman berupa pohon, padang rumput, tepi jalan umum, jalan KA, dan halaman rumah. Efektifitasnya sangat ditentukan oleh saat interval pembabatan, sebaiknya dilakukan saat daun gulma sedang tumbuh lebat, menjelang berbunga dan sebelum membentuk biji.

Pada alang-alang, pembabatan terus menerus dapat menekan pertumbuhan karena tidak sempat melakukan fotosintesis sehingga cadangan makanan dalam rhizoma lama kelamaan akan habis. Cara demikian disebut pengendalian secara fisiologis karena menghambat proses fisiologi gulm alang-alang. Pembabatan dapat dilakukan dengan traktor tapi memerlukan subsidi energi yang besar.

e. Pembakaran (*Burning*)

Pembakaran gulma menyebabkan terjadinya penggumpalan protoplasma gulma karena suhu tinggi sehingga bagian gulma tersebut akan mati. Bagian gulma yang tidak terbakar belum tentu ikut mati, contohnya seperti pembakaran padang alang-alang yang hanya memusnahkan bagian atas gulma, karena tidak lama berselang gulma alang alang tersebut akan kembali tumbuh dengan memanfaatkan stolon yang berada di bawah permukaan tanah. Pengendalian gulma secara fisik-mekanis melalui pembakaran sering menimbulkan beberapa kerugian seperti timbulnya bencana kebakaran seperti yang terjadi di Riau, menguapnya bahan organik dari areal setempat (*in situ*), meningkatkan resiko erosi, dan mengakibatkan polusi udara. Beberapa jenis biji dan organ perbanyak vegetatif yang terkandung dalam tanah tidak mati. Suhu kritis pada kebanyakan sel adalah $45 - 55^{\circ} \text{C}$, tetapi biji yang telah kering lebih tahan dibandingkan tumbuhan hidup dan kematian sel karena koagulasi dari protoplasma. Pembakaran gulma adalah dengan menggunakan api untuk pengendalian gulma dengan menggunakan alat pembakar (*burner*). Keuntungan penggunaan api adalah tidak adanya efek residu pada tanah maupun tanaman dan organisme pengganggu lain.

Kejelekkannya adalah adanya kemungkinan kebakaran karena api dapat menjalar ke areal lainnya, mengurangi kandungan humus/mikroorganisme tanah, memperbesar erosi, asapnya menimbulkan alergi, dls. Pembakaran kemungkinan juga dapat memacu pertumbuhan biji-biji gulma tertentu yang hanya tertimbun tanah relatif dangkal sehingga terjadi pemecahan dormansi. Pembakaran secara terbatas masih sering dilakukan untuk membersihkan tempat-tempat dari sisa-sisa tumbuhan setelah di pangkas. Pada sistem perladangan di luar Jawa cara ini masih digunakan masyarakat. Pembakaran umumnya banyak dilakukan pada tanah-tanah yang non pertanian, seperti di pinggir-pinggir jalan, pinggir kali, hutan, dan tanah industri (Buhman *et al* 1999). Keuntungan pembakaran untuk pemberantasan gulma di bandingkan dengan pemberantasan secara kimiawi adalah pada pembakaran tidak terdapat efek residu pada tanah dan tanaman. Keuntungan lain dari pembakaran ialah insekta-insekta dan hama-hama lain serta penyakit seperti cendawan-cendawan ikut dimatikan. Kejelekkannya ialah bahaya kebakaran bagi sekelilingnya, mengurangi kandungan humus atau mikroorganisme tanah, dapat memperbesar erosi, biji-biji gulma tertentu tidak mati, asapnya dapat menimbulkan alergi dan sebagainya (Barus 2003).

f. Penggenangan (*flooding*)

Penggenangan gulma akan menghambat respirasi dan metabolisme gulma dalam menyerap oksigen dari udara. Metabolisme gulma yang terhambat lambat laun akan menyebabkan penurunan populasi gulma. Cara ini digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan gulma darat (terrestrial). Penggenangan seluruh bagian gulma akan berada di bawah permukaan air sehingga fotosintesisnya terhambat. Efektif untuk mengendalikan gulma tahunan, dengan cara membuat galangan pembatas dengan tinggi genangan 15-25 cm selama 3-8 minggu. Pada pertanaman padi sawah penggenangan secara drastis mengurangi pertumbuhan gulma karena sebagian besar tidak dapat berkecambah pada kondisi anaerob.

3. Kultur Teknis (Agronomis)

Cara pengendalian dengan menggunakan praktek-praktek budidaya dan secara ekologis sehingga menekan gulma. Penanaman rapat agar tajuk tanaman

segera menutup ruang kosong merupakan cara yang efektif untuk menurunkan gulma. Pemupukan yang tepat untuk mempercepat pertumbuhan tanaman sehingga mempertinggi daya saing tanaman terhadap gulma. Pengaturan waktu tanam dengan membiarkan gulma tumbuh terlebih dahulu kemudian dikendalikan dengan praktek budidaya tertentu juga dapat dilakukan.

Penggunaan tanaman pesaing (*Competitive crop*) yang tumbuh cepat dan berkanopi lebat sehingga memberi naungan dengan cepat pada daerah dibawahnya, biasanya pada area perkebunan. Modifikasi lingkungan yang melibatkan pertumbuhan tanaman menjadi baik dan pertumbuhan gulma tertekan. Usaha mengubah nutrisi tanah dan kedudukan air pada saat tertentu, pemberaan setelah panen, pemberaan yang diberi genangan atau embuat drainase bagi tanah yang berair dapat digunakan untuk menekan spesies gulma tertentu. Pengendalian tersebut dinamakan pengendalian secara ekologis karena menggunakan prinsip-prinsip ekologi untuk mengelola lingkungan sedemikian rupa sehingga mendukung dan menguntungkan pertanaman tetapi merugikan gulma.

Terdapat beberapa metode pengendalian secara kultur teknis dengan praktek-praktek budidaya, antara lain :

1. Tanaman yang ditanam cocok dengan kondisi tanah.
2. Penanaman rapat agar tajuk tanaman segera menutup ruang kosong.
3. Pemupukan yang tepat untuk mempercepat pertumbuhan tanaman budidaya sehingga mempertinggi daya saing tanaman terhadap gulma.
4. Pengaturan jarak waktu tanam dengan membiarkan gulma tumbuh terlebih dahulu kemudian dikendalikan dengan praktek budidaya tertentu.
5. Menggunakan tanaman pesaing (*competitive crop*) yang pertumbuhannya cepat dan berkanopi lebar sehingga memberi naungan dengan cepat pada area di bawahnya.
6. Memodifikasi lingkungan yang melibatkan pertumbuhan tanaman menjadi baik dan pertumbuhan gulma tertekan.

Cara pengendalian ini juga disebut pengendalian secara ekologis, oleh karena itu menggunakan prinsip-prinsip ekologi yaitu mengelola lingkungan sedemikian rupa sehingga mendukung dan menguntungkan pertanaman tetapi merugikan bagi gulmanya. Di dalam pengendalian gulma dengan sistem budidaya

ini terdapat beberapa cara yaitu rotasi tanaman (*crop rotation*), sistem bertanam (*cropping, system*), pengaturan jarak tanam (*crop density*), pemulsaan (*mulching*), tanaman penutup tanah (*legum cover crop-lcc*)

1. Rotasi tanaman

Rotasi tanaman atau pergiliran tanaman sebenarnya bertujuan memanfaatkan tanah, air, sinar matahari dan waktu secara optimum sehingga diperoleh hasil yang memadai. Dengan pergiliran tanaman maka pada umumnya permukaan tanah akan selalu tertutup oleh naungan daun tanaman, sehingga gulma tertekan. Pergiliran tanaman bertujuan untuk mengatur dan menekan populasi gulma dalam ambang yang tidak membahayakan. Contohnya : padi—tebu—kedelai, padi—tembakau—padi. Tanaman tertentu biasanya mempunyai jenis gulma tertentu pula, karena biasanya jenis gulma itu dapat hidup dengan leluasa pada kondisi yang cocok untuk pertumbuhannya (Djafarudin 1996).

Rotasi tanaman bertujuan memanfaatkan tanah, air, sinar matahari dan waktu secara optimum sehingga diperoleh hasil yang memadai. Pada suatu areal tertentu ditanam berbagai jenis tanaman secara bergiliran dalam waktu satu tahun. Pertanaman suatu jenis tanaman secara berturut-turut dapat mengakibatkan akumulasi gulma. Dengan pergiliran tanaman maka umumnya permukaan tanah akan selalu tertutup oleh naungan daun tanaman, sehingga gulma tertekan. Praktek bercocok tanam dengan pergiliran tanaman akan meningkatkan kemampuan tanaman terhadap gulma.

2. Sistem Bertanam

Perubahan cara bertanam dari monokultur ke polikultur (*intercropping* atau *multiple cropping*) dapat mempengaruhi species gulma yang tumbuh sehingga menimbulkan perbedaan interaksi dalam kompetisi.

Cara penanaman tumpang sari, tumpang gilir, tanaman sela atau lainnya ternyata dapat menekan pertumbuhan gulma, karena gulma tidak sempat tumbuh dan berkembang biak akibat sinar matahari serta tempat tumbuhnya selalu terganggu. Tumpangsari tanaman jagung dan kacang hijau, pengurangan populasi

gulma dapat mencapai 36% dibandingkan monokultur dan menekan penggunaan herbisida (butachlor) samapi 50% untuk mendapatkan hasil terbaik.

Selain itu, Penggunaan varietas tanaman yang cocok untuk suatu daerah merupakan tindakan yang sangat membantu mengatasi masalah gulma. Penanaman rapat agar tajuk tanaman segera menutupi ruang-ruang kosong merupakan cara yang efektif untuk menekan gulma. Pemupukan yang tepat merupakan cara untuk mempercepat pertumbuhan tanaman sehingga mempertinggi daya saing pertanaman terhadap gulma. Waktu tanam lambat, dengan membiarkan gulma tumbuh lebih dulu lalu di berantas dengan pengolahan tanah atau herbisida. Baru kemudian tanaman ditanam pada tanah yang sebagian besar gulmanya telah mati terberantas (Tjitrosoedirdjo dan Joedjono 1984).

3. Pengaturan jarak tanam

Peningkatan kepadatan tanaman meningkatkan efek naungan terhadap gulma sehingga mengurangi pertumbuhan dan reproduksinya. Meskipun demikian pada jarak tanam yang sempit mungkin tanaman budidaya memberikan hasil relatif kurang. Oleh sebab itu sebaiknya penanaman dilakukan pada jarak tanam yang optimal.

Pengurangan kepadatan tanaman dari jarak tanam 25 x 25 cm menjadi 15 x 25 ternyata mampu mengurangi pertumbuhan gulma lebih dari 30% dan berkorelasi meningkat dengan hasil tanaman kedelai. Pengurangan jarak antar baris yang dikombinasi dengan mulsa dapat mengurangi berat kering gulma 50% jika dibandingkan dengan perlakuan jarak antar baris yang lebih terbuka dan 51 % dibandingkan perlakuan mulsa. Kombinasi peningkatan kepadatan tanaman dan ketersediaan unsur hara ternyata meningkatkan kemampuan kompetisi gulma. Peningkatan populasi jagung dari 20.000 menjadi 40.000 per hektar diikuti dengan pemupukan ternyata memberikan hasil yang lebih tinggi pada perlakuan tanpa pengendalian gulma. Beberapa spesies gulma sangat peka terhadap efek naungan sebagai akibat peningkatan jarak tanam. Gulma teki (*Cyperus rotundus*), pengurangan ketersediaan cahaya 50% ternyata menurunkan berat kering teki lebih dari 50%, produksi umbi berkurang menjadi 30%.

4. Pemulsaan

Penggunaan mulsa dimaksudkan untuk mencegah agar cahaya matahari tidak sampai ke gulma, sehingga gulma tidak dapat melakukan fotosintesis, akhirnya akan mati dan pertumbuhan yang baru (perkecambahan) dapat dicegah. Bahan-bahan yang dapat digunakan untuk mulsa antara lain jerami, pupuk hijau, sekam, serbuk gergaji, kertas dan plastik (Wudianto 2006).

Mulsa adalah bahan-bahan mati seperti jerami, kulit, batang pelepah/kelobot jagung, sekam, serbuk gergaji, biomass, pupuk hijau, rerumputan, plastik dan ditutupkan ke permukaan tanah untuk mengendalikan gulma. Pertama kali dilakukan orang di Hawaii pada perkebunan tebu, kemudian nenas. Bahan yang digunakan adalah kertas plastik yang dihamparkan dengan traktor sehingga permukaan tanah tertutup dan hanya tempat-tempat tertentu yang akan ditumbuhi nenas yang terbuka. Selanjutnya digunakan plastik hitam sehingga sinar matahari dan air tidak dapat masuk. Mulsa akan mempengaruhi cahaya yang akan sampai ke permukaan tanah dan menyebabkan kecambah-kecambah gulma serta beberapa gulma dewasa mati. Selain mempertahankan kelembaban tanah, mulsa akan mempengaruhi temperatur tanah. Penggunaan plastik hitam akan meningkatkan temperatur tanah dan mempengaruhi perkecambahan biji. Gulma perennial menghendaki selapi tebal jerami, namun gulma yang mempunyai pertumbuhan tidak terbatas memang sesuai dengan perlakuan ini. Penggunaan mulsa dalam pengendalian gulma masih relatif terbatas, namun cukup berhasil.

5. Tanaman penutup tanah (LCC)

Sering disebut tanaman pelengkap (smother crops) atau tanaman pesaing (competitive crops). Sebagai tanaman penutup tanah biasa digunakan tanaman kacang-kacangan (leguminosae) karena selain dapat tumbuh secara cepat sehingga cepat menutup tanah tetapi dapat juga digunakan sebagai pupuk hijau. Sifat penting yang diperlukan bagi tanaman penutup tanah adalah harus dapat tumbuh dan berkembang cepat sehingga mampu menekan gulma. Jenis-jenis leguminosae yang biasa digunakan adalah *Calopogonium muconoides* (CM), *Calopogonium caerelum* (CC), *Centrosoma pubescens* (CP) dan *Pueraria javanica* (PJ). Selain pertumbuhan cepat sifat lainnya yang dikehendaki adalah tidak menyaingi

tanaman pokok. Apabila pertumbuhannya terlalu rapat maka harus dilakukan pengendalian dengan cara pembabatan atau dibongkar untuk diganti dengan penutup tanah yang lainnya. Penggunaan tanaman penutup tanah untuk mencegah pertumbuhan gulma-gulma berbahaya (noxious) terutama golongan rumput merupakan cara kultur teknis yang dipandang paling berhasil diperkebunan. Mencegah perkecambahan dan pertumbuhan gulma, sambil membantu pertanaman pokoknya dengan pupuk nitrogen yang kadang—kadang dapat dihasilkan sendiri (Sasfroutomo 1990). Sifat penting yang diperlukan bagi tanaman penutup tanah adalah harus dapat tumbuh dan berkembang cepat sehingga menekan pertumbuhan gulma dan tidak menyaingi tanaman pokok. Kemampuannya untuk meningkatkan kesuburan tanah terutama kandungan N, banyak dijumpai di daerah perkebunan jenis tanah podsolik yang miskin unsur hara.

4. Pengendalian Gulma Secara Hayati (Biologi)

Pengendalian gulma secara biologis (hayati) ialah pengendalian gulma dengan menggunakan organisme lain, seperti insekta, fungi, ternak, ikan, dan sebagainya. Pengendalian biologis yang insektif dengan insekta atau fungi biasanya hanya ditujukan terhadap suatu spesies gulma asing yang telah menyebar secara luas dan ini harus melalui proses penelitian yang lama serta membutuhkan ketelitian yang lama serta membutuhkan ketelitian. Juga harus yakin apabila spesies gulma yang akan dikendalikan itu habis, insekta atau fungi tersebut tidak menyerang tanaman atau tumbuhan lain yang mempunyai arti ekonomis (Rukman *et al* 1999). Iklim tropis bukan hanya sesuai bagi berbagai jenis tanaman budidaya tetapi juga dapat merupakan kondisi yang baik bagi perkembangan berbagai jenis gulma.

Pengendalian hayati (*biological control*) pertama kali ditentukan oleh Smith (1919) dengan arti sempit sebagai penggunaan musuh alami yang diintroduksikan maupun yang sudah ada di suatu daerah kemudian dikelola agar penekanan terhadap populasi organisme pengganggu yang menjadi sasaran meningkat. Menurut Ordish (1967), yakni penggunaan beberapa bentuk kehidupan untuk mengatasi bentuk kehidupan lain yang menimbulkan kerugian. Singkatnya penggunaan biota untuk melawan biota. Pengendalian hayati dalam arti luas

mencakup setiap usaha pengendalian organisme pengganggu dengan tindakan yang didasarkan ilmu hayati (biologi).

Pengendalian hayati (biological control) adalah penggunaan biota untuk melawan biota. Pengendalian hayati dalam arti luas mencakup setiap usaha pengendalian organisme pengganggu dengan tindakan yang didasarkan ilmu hayati (biologi). Berdasarkan hal ini maka penggunaan Legum Cover Crops (LCC) kadang-kadang juga dimasukkan sebagai pengendalian hayati.

Pengendalian hayati pada gulma adalah suatu cara pengendalian dengan menggunakan musuh-musuh alami baik hama (insekta), penyakit (patogen), jamur dan sebagainya guna menekan pertumbuhan gulma. Hal ini biasa ditujukan terhadap suatu species gulma asing yang telah menyebar secara luas di suatu daerah. Pemberantasan gulma secara total bukanlah tujuan pengendalian hayati karena dapat memusnahkan agen-agen hayati yang lain.

Berdasarkan campur tangan yang terjadi maka dibedakan antara pengendalian alami dan pengendalian hayati. Perbedaan utama terletak pada ada atau tidaknya campur tangan manusia dalam ekosistem. Dalam pengendalian alami disamping musuh alami sebagai pengendali hayati masih ada iklim dan habitat sebagai faktor pengendali non hayati. Sedang pada pengendalian hayati ada campur tangan manusia yang mengelola gulma dengan memanipulasi musuh alaminya.

Pengendalian hayati merupakan metode yang paling layak dan sekaligus paling sulit dipraktekkan karena memerlukan derajat ketelitian tinggi dan serangkaian test dalam jangka waktu panjang (bertahun-tahun) sebelum suatu organ pengendali hayati dilepas untuk pengendalian suatu species gulma. Dasar pengendalian hayati adalah kenyataan bahwa di alam ada musuh-musuh alami yang mampu menekan beberapa species gulma.

Ada beberapa syarat utama yang dibutuhkan agar suatu makhluk dapat digunakan sebagai pengendali alami :

1. Makhluk tersebut tidak merusak tanaman budidaya atau jenis tanaman pertanian lainnya, meskipun tanaman inangnya tidak ada.
2. Siklus hidupnya menyerupai tumbuhan inangnya, misalnya populasi makhluk ini akan meningkat jika populasi gulmanya juga meningkat.

3. Harus mampu mematikan gulma atau paling tidak mencegah gulma membentuk biji/berkembang biak.
4. Mampu berkembang biak dan menyebar ke daerah-daerah lain yang ditumbuhi inangnya.
5. Mempunyai adaptasi baik terhadap gulma inang dan lingkungan yang ditumbuhinya.

Pengendalian gulma secara biologi dinilai cukup aman dan mempunyai beberapa keuntungan, antara lain :

1. Selektivitas tinggi dan tidak menimbulkan hama baru
2. Organisme yang digunakan sudah tersedia di alam
3. Organisme yang digunakan dapat mencari dan menemukan inangnya
4. Dapat berkembangbiak dan menyebar
5. Hama tidak menjadi resisten atau walaupun terjadi sangat lambat
6. Pengendalian berjalan dengan sendirinya.

Pengendalian gulma secara biologi adalah pengendalian gulma dengan menggunakan organisme lain berupa binatang ataupun tumbuhan berderajat rendah hingga berderajat tinggi, misalnya: cendawan, bakteri, tumbuhan/tanaman berderajat tinggi, binatang/hewan ternak.

Pengendalian gulma dapat dilakukan karena setiap spesies tumbuhan (gulma) secara alami mempunyai musuh alami tertentu. Dalam keadaan tidak terganggu, antara tumbuhan dengan musuh alaminya berada dalam keadaan keseimbangan.

Pengendalian gulma ini dilakukan dengan menekan populasi gulma dengan musuh alami hingga tingkat tertentu sehingga secara ekologi maupun ekonomi keberadaan gulma sudah tidak merugikan. Keadaan tersebut dapat dipertahankan dan berlaku untuk jangka panjang sehingga usaha pengendalian lain tidak diperlukan.

Langkah - langkah yang harus dilakukan dalam pengendalian gulma secara biologi adalah eksplorasi agen dari luar membutuhkan identifikasi gulma yang tepat dan negara asalnya. Analisis genetic terhadap senyawa kimia spesifik suatu tanaman, isozym, dan DNA digunakan untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi perbedaan strain gulma dan untuk memfasilitasi koleksi agen

dari strain dan tempat asal yang sama sebagai gulma target. Selanjutnya seleksi agen merupakan langkah kritis dan pemilihan agen terbaik merupakan tujuan utama. Biasanya, setiap agen yang diuji dan diintroduksi membutuhkan tiga tahun pengujian yang membutuhkan dukungan teknik dan fasilitas yang cukup mahal. Karena mahalnya biaya untuk melepas suatu agen, maka harus dipilih agen yang memiliki potensi sukses dalam pengendalian.

Pengujian Kisaran Inang

Mengingat musuh alami yang akan digunakan untuk pengendalian adalah organisme pemakan tumbuhan maka sangat beralasan bahwa ada kekuatiran besar atas kemungkinan selama perjalanan waktu terjadi perubahan status musuh alami menjadi agen perusak (hama) tanaman budidaya. Perhatian bukan hanya ditujukan pada masalah potensi merusak, tapi juga pada pemilihan agen polifag, bahkan oligofag pun harus dapat dipastikan bahwa inang alternatifnya bukan tanaman budidaya ekonomis. Idealnya adalah apabila ditemukan jenis agen monofag.

Harley & Forno (1992) mengemukakan suatu kriteria jenis tanaman yang harus diuji sebagai berikut:

- 1) Tumbuhan memiliki hubungan kekerabatan dekat dengan gulma sasaran (misalnya varietas lain atau spesies lain dalam marga (genus) atau suku (famili) yang sama
- 2) Tumbuhan yang telah diketahui sebelumnya sebagai salah satu inang alternative bagi agen yang bersangkutan
- 3) Tumbuhan yang merupakan inang jenis agen perusak yang memiliki hubungan kekerabatan dekat dengan calon musuh alami
- 4) Tumbuhan yang hubungan kekerabatannya tidak jelas tetapi memiliki sifat biokemis atau morfologi yang sama atau sangat mirip dengan gulma sasaran
- 5) Beberapa jenis tanaman budidaya/ekonomis yang umum tumbuh di lingkungan gulma sasaran

Uji Kesukaan Terhadap Inang dengan Pilihan. Uji kesukaan suatu agen calon pengendali gulma dilakukan untuk mengetahui selain gulma yang menjadi target apakah di antara jenis tumbuhan yang diuji ada yang menunjukkan indikasi sebagai inang alternatif. Uji kesukaan dilakukan dengan menyediakan beberapa

jenis tumbuhan uji (kurang lebih lima jenis) dimana gulma target adalah salah satu di antaranya. Setiap jenis tumbuhan uji ditanam dalam pot terpisah dan diletakkan secara acak dan diulang. Selanjutnya agen calon pengendali yang sedang dikaji dalam bentuk larva atau nimfa dilepaskan ke dalam sangkar dalam jangka waktu tertentu. Setiap hari dilakukan pengamatan terhadap adanya kegiatan agen misalnya makan (menimbulkan gejala kerusakan), meletakkan telur, sembunyi, mencari-cari jalan untuk meninggalkan sangkar dan lain sebagainya. Pengujian ini dikatakan berhasil jika agen melakukan kegiatan pada salah satu tumbuhan uji terutama pada gulma sasaran. Apabila agen melakukan kegiatan pada jenis tumbuhan lain, maka tumbuhan tersebut perlu diuji lebih lanjut.

Uji Kesukaan Inang Tanpa Pilihan. Uji inang tanpa pilihan diselenggarakan di dalam sangkar di mana satu jenis tumbuhan uji ditanam dalam pot. Pengujian dilakukan dengan ulangan dan dengan pembandingan. Stadium kehidupan agen yang diuji dapat berupa serangga dewasa, telur yang hampir menetas. Jumlah individunya cukup beberapa ekor larva/serangga dewasa atau beberapa butir telur untuk setiap unit pengamatan.

Penyelenggaraan uji ini dikatakan benar apabila unit pengamatan pembandingan menunjukkan kehidupan agen yang dikaji hidup normal. Jangka waktu penyelenggaraan pengujian ini bisa sangat bervariasi tergantung dari respon dari agen yang diuji. Apabila telur menetas dan semua larva atau semua serangga dewasa mati tanpa meninggalkan bekas kegiatan makan yang berarti maka pengujian dapat dihentikan. Apabila dalam jangka waktu dua minggu larva/yang dewasa masih hidup dan menunjukkan aktivitas makan maka besarnya kerusakan dibandingkan dengan unit pembandingan. Pengujian diteruskan untuk mengetahui apakah mampu menyelesaikan siklus hidupnya. Telur yang berhasil diletakkan oleh induk selama pengujian juga diuji apakah mampu menyelesaikan siklus hidupnya dan bahkan diteruskan sampai beberapa generasi untuk mengetahui apakah mampu meneruskan perkembangan generasinya.

Dengan dua tahap pengujian kekhususan inang ini dapat dihasilkan suatu kesimpulan apakah suatu agen dapat direkomendasikan atau ditolak sebagai calon pengendali suatu jenis gulma sasaran. Apabila dengan pengujian-pengujian kekhususan inang menunjukkan kekhasannya pada gulma sasaran dan tidak

menunjukkan adanya indikasi ancaman terhadap tanaman budidaya/ekonomis maka ijin pelepasan (penggunaannya sebagai pengendalian gulma) dapat direkomendasikan. Setelah suatu agen calon pengendali dapat dilepas di alam terbuka tidak berarti kegiatan penelitian telah selesai, tetapi masih harus diikuti dengan kegiatan pemantauan dan evaluasi.

1. Pemantauan Pasca pelepasan

Setelah pelepasan musuh alami sangat perlu adanya kegiatan pemantauan dan evaluasi dengan tujuan mengetahui kendala adaptasi dan pemantapan populasi agen pengendali. Dengan mengetahui kendala yang ditemukan di lapangan maka upaya rekayasa perlu dilakukan untuk membantu perkembangan agen pengendali gulma sasaran.

2. Evaluasi

Keberhasilan suatu upaya pengendalian gulma adalah sesuatu yang subyektif-anthroposentris dan relatif. Tingkat keberhasilan upaya pengendalian gulma biasanya diukur dengan penurunan populasi sampai pada tingkat yang secara ekonomis kurang/tidak merugikan pada kepentingan manusia pada umumnya atau secara khusus kepentingan pengelola suatu lahan bergulma yang sedang dikelola untuk kegiatan ekonomi. Pada dasarnya pengendalian biologis gulma bukan suatu upaya untuk pemusnahan (eradikasi) tetapi untuk mencapai suatu keseimbangan biotik antara agen-agen pengendali dan gulma sasaran. Tingkat keseimbangan dimana populasi gulma secara ekonomis kurang merugikan adalah yang diharapkan. Dilihat dari sisi ekonomis, dibanding dengan cara pengendalian lain, tidak dapat dipastikan bahwa cara pengendalian biologis lebih murah.

Pengendalian gulma secara biologis (hayati) ialah pengendalian gulma dengan menggunakan organisme lain, seperti insekta, fungi, ternak, ikan dan sebagainya. Pengendalian biologis yang intensif dengan insekta atau fungi biasanya hanya ditujukan terhadap suatu species gulma asing yang telah menyebar secara luas dan ini harus melalui proses penelitian yang lama serta membutuhkan ketelitian. Juga harus yakin apabila species gulma yang akan dikendalikan itu habis, insekta atau fungi tersebut tidak menyerang tanaman atau tumbuhan lain yang mempunyai arti ekonomis.

Sebagai contoh pengendalian biologis dengan insekta yang berhasil ialah pengendalian kaktus *Opuntia* spp. di Australia dengan menggunakan *Cactoblastis cactorum* dari Argentina dan pengendalian *Salvinia* sp. dengan menggunakan *Cyrtobagous singularis*. Demikian juga eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dapat dikendalikan secara biologis dengan kumbang penggerek *Neochetina bruchi* dan *Neochetina eichhorniae*. *Spodoptera pectinicornis* (Hampson) (Lepidoptera: Noctuidae) atau “waterlettuce moth” merupakan agens hayati kayu apu (*Pistia stratiotes* L.)

Hasil penelitian Aphrodyanti (2007), memperlihatkan bahwa *S. Pectinicornis* memiliki kemampuan reproduksi yang tinggi dan lama generasi relatif pendek dan populasinya akan terus bertambah sehingga diharapkan mampu mengimbangi kecepatan perkembangan populasi gulma kayu apu. Selanjutnya, dijelaskan bahwa kemampuan merusak sebagai akibat aktivitas makan larva *S. Pectinicornis* menunjukkan intensitas kerusakan yang cukup tinggi. Larva instar ketiga dan keempat merupakan stadium larva yang paling aktif memakan (merusak) gulma kayu apu. Selain itu, semakin banyak jumlah larva *S. Pectinicornis* pada setiap individu kayu apu akan meningkatkan kecepatan kerusakan gulma tersebut

Penggunaan kepinding *Ophiomyia lantanae* dan *Spenarches lantanae* untuk mengendalikan gulma *Lantana camara*. Serangga *Bactravenosoma* dan *Athesapenta cyperi* dikenal sebagai sundep (pemakan titik tumbuh) pada teki (*Cyperus* sp.). *Nymphula responsalis* yang merusak kiyambang (*Salvinia molesta*).

Jamur atau fungi yang berpotensi mengendalikan gulma secara biologis adalah *Cercospora rodmandii*, *Myrothecium roridum*, dan *Uredo eichhorniae* merupakan patogen untuk eceng gondok, *Myrothesium roridum* patogen pada kiambang dan *Cerospora* sp. patogrn untuk kayu apu. Selain itu, pengendalian biologis yang tidak begitu spesifik terhadap species-species tertentu seperti penggunaan ternak dalam pengembalaan, kalkun pada perkebunan kapas, ikan yang memakan gulma air dan sebagainya.

5. Pengendalian Gulma secara Kimiawi

Pengendalian gulma secara kimiawi adalah pengendalian dengan menggunakan herbisida. Yang dimaksud dengan herbisida adalah senyawa kimia yang dapat digunakan untuk mematikan atau menekan pertumbuhan gulma, baik secara selektif maupun non selektif. Macam herbisida yang dipilih bisa kontak maupun sistematik dan penggunaannya bisa pada saat pratanam, pratumbuh atau pasca tumbuh. Keuntungan pengendalian gulma secara kimiawi adalah cepat dan efektif, terutama untuk areal yang luas. Beberapa segi negatifnya ialah bahaya keracunan tanaman, mempunyai efek residu terhadap pencemaran lingkungan. Sehubungan dengan sifatnya ini maka pengendalian gulma secara kimiawi ini harus merupakan pilihan terakhir apabila cara-cara pengendalian gulma lainnya tidak berhasil (Fadhly, 1992). Kelebihan dan keuntungan penggunaan herbisida dalam pengendalian gulma antara lain:

1. Herbisida dapat mengendalikan gulma yang tumbuh bersama tanaman budidaya yang sulit disaingi.
2. Herbisida pre-emergence mampu mengendalikan gulma sejak awal.
3. Pemakaian herbisida dapat mengurangi kerusakan akar dibandingkan pengerjaan tanah waktu menyiangi secara mekanis.
4. Erosi dapat dikurangi dengan membiarkan gulma (rumput) tumbuh secara terbatas dengan pemakaian herbisida.
5. Banyak gulma yang bersifat pohon lebih mudah dibasmi dengan herbisida.
6. Lebih efektif membunuh gulma tahunan dan semak belukar.
7. Dapat menaikkan hasil panen tanaman dibandingkan dengan perlakuan penyiangan biasa.

Disamping kelebihan dan keuntungan, herbisida mempunyai kekurangan-kekurangan yang dapat merugikan, antara lain dapat menimbulkan : Efek samping Species gulma yang resisten Polusi Residu dapat meracuni tanaman.

Penggunaan herbisida yang berhasil sangat tergantung akan kemampuannya untuk membasmi beberapa jenis gulma dan tidak membasmi jenis-jenis lainnya (tanaman budidaya). Cara kerja yang selektif ini merupakan faktor yang paling penting bagi keberhasilan suatu herbisida.

Ada 4 (empat) faktor yang mempengaruhi keberhasilannya atau selektifitas herbisida, yaitu :

- a. Faktor Tanaman :
 1. Umur dan kecepatan pertumbuhan.
 2. Struktur luar seperti bentuk daun (ukuran dan permukaan), kedalaman akar, lokasi titik tumbuh, dll
 3. Struktur dalam seperti translokasi dan permeabilitas membran / jaringan
 4. Proses-proses biokimia seperti pengaktifan enzim, herbisida, dll
- b. Faktor Herbisidanya :
 1. Struktur
 2. Konsentrasi
 3. Formulasi (cair atau granular)
- c. Faktor Lingkungan :
 1. Temperatur,
 2. Cahaya,
 3. Hujan,
 4. Faktor-faktor tanah
- d. Cara Pemakaian/Aplikasi :
 1. Tipe herbisida (digunakan ke tanah, ke tanaman),
 2. Volume penyemprotan,
 3. Ukuran butiran semprotan,
 4. Waktu penyemprotan.

6. Pengendalian Gulma Secara Terpadu

Yang di maksud dengan pengendalian gulma secara terpadu yaitu pengendalian gulma dengan menggunakan beberapa cara secara bersamaan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang sebaik-baiknya (Moenandir, 1993).

Yang dimaksud dengan pengendalian gulma secara terpadu yaitu pengendalian gulma dengan menggunakan beberapa cara secara bersamaan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang sebaik-baiknya. Dengan mendasarkan pada alternatif pengendalian yang tersedia, maka dipilih dua cara pengendalian yaitu pengendalian menggunakan herbisida dan pengendalian secara mekanis.

Untuk mengendalikan jenis gulma yang dominan yaitu gulma berdaun sempit digunakan herbisida purna tumbuh yang bekerja sebagai racun sistemik berspektrum luas dan berbahan aktif Isopropilamina glisofat 486 g/l.

Pengendalian mekanis merupakan usaha menekan pertumbuhan gulma dengan cara merusak bagian-bagian gulma sehingga gulma tersebut mati atau pertumbuhannya terhambat. Pengendalian gulma secara mekanis dilaksanakan melalui pengolahan tanah secara berulang dengan traktor, penyiangan gulma secara manual dengan alat / cangkul (“kesrik”) dan alat potong rumput. Teknik pengendalian gulma secara mekanik umumnya cukup baik dilakukan pada berbagai jenis gulma setahun, tetapi pada kondisi tertentu juga efektif bagi gulma-gulma tahunan. Disamping untuk mengendalikan gulma, pengolahan tanah dilakukan sekaligus untuk pemeliharaan tanaman yang telah memasuki jadwal agar pertumbuhan tanaman dapat optimum.

7. Pengendalian Gulma dengan Upaya Pemanfaatannya

Gulma disamping merugikan juga memberikan manfaat bagi manusia, terutama bila kepentingan manusia terhadap tumbuhan tersebut bersifat subjektif. Makabatasan terhadap gulma ada 2 yaitu secara teknis dan plastis. Teknis berkaitan dengan proses produksi tanaman pertanian, sehingga dapat mengganggu proses produksi tanaman, sedangkan plastis tidak mengikat suatu spesies tumbuhan, pada tingkatan tertentu tanaman berguna dapat menjadi gulma, dan tanaman gulma dapat menjadi tanaman yang tidak mengganggu dan bisa dikatakan berguna. Adapun manfaat tanaman gulma tersebut diantaranya :

1. Gulma dapat menambah kesuburan tanah terutama bahan organik, contohnya *Ageratum conyzoides* dan *eichhornia crassipes*
2. Kita jadikan sebagai bahan makanan ternak, contohnya *Pennisetum purpureum* dan *Axonopus compressus*, *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon*
3. Sebagai bahan industri kertas dan kerajinan, contohnya *eichhornia crassipes*
4. Sebagai bahan sayuran biasanya gulma jenis pakis – pakisan, *Limnocharis flava*
5. Gulma juga berfungsi sebagai pagar hias rumah contoh : *Crotalaria anagyroide*, *Clitoria ternatea*, *Tithonia diversifolia*

6. Mencegah atau mengurangi timbulnya erosi, contohnya *Mimosa invisa*, *Tithonia diversifolia*
7. Bahan penutup tanah dalam bentuk mulsa atau serasah, contohnya *Mimosa invisa*, *Imperata cylindrica*, *Ageratum conyzoides*, *Amaranthus spinosus*
8. Sebagai medium penanaman jamur merang, contohnya *Imperata cylindrica*, *Eichhornia crassipes*
9. Sebagai bahan obat tradisional, contohnya *Amaranthus spinosus* sebagai obat penghancur dahak dan obat bisul, *Mimosa invisa* sebagai obat penawar / anti racun ular, *Imperata cylindrica* akarnya sebagai pencampur jamu

DAFTAR PUSTAKA

- Ashton, F. M. and T. J. Monaco. 1991. *Weed Science: Principles and Practice*. 3rd Ed. John Wiley and Sons, Inc.: New York. 466 p.
- Barus E. 2003. *Pengendalian Gulma di Perkebunan*. Yogyakarta : Kanisius.
- Buhman R, *et al.* 1999. *Gulma dan Teknik Pengendaliannya*. Yogyakarta : Kanisius.
- Djafarudin. 1996. *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman Umum*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Eprim, Yeheskiel Sah. 2006. *Periode Kritis Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) Terhadap Kompetisi Gulma Pada Beberapa Jarak Tanam di Lahan Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.)*. Skripsi. Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Fadhly AF. 2004. *Pengendalian Gulma pada Pertanaman Jagung*. Yogyakarta : Kanisius.
- Fadhly, A.F. dan Tabri, F. 2004. *Pengendalian Gulma pada Pertanaman Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros. Goldsworthy, P. R. dan N.M. Fischer. 1992. *Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta. 874 hal.
- Moenandir J. 1993. *Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma*. Jakarta : Brawijaya Press.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan tanaman Pangan, 2007, *Kedelai Teknik Produksi dan Pengembangannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- Pusat Penelitian dan Pengembangan tanaman Pangan, 1985, *Kedelai*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Tanggal Artikel : 08-12-2014.
- Radiyah, T., 1992. *Pengolahan Kedelai*. Subang : BPTTG Puslitbang Fisika Terapan-LIPI.
- Rukman, Rahmat, dan Saputra S. 1999. *Gulma dan Teknik Pengendalian*. Yogyakarta : Kanisius.
- Smith, J. R. 1981. *Weed of Major Economic Importance in Rice and Yields Losses Due to Weed Competition*. P 19-36. In *Proceedings of The Conference on Weed Control of Rice*. IRRI. Manila. Philippines.
- Sutikno, Sastroutomo. 1990. *Ekologi Gulma*. Gramedia Pustaka Utam, Jakarta.

- Tyas 2010. Persaingan Gulma Teki dengan Tanaman Kedelai.
<http://breederlifeblogspot.com/2010/02/persaingan-gulma-teki-dengan-tanamanhtml>.
- Sasfroutomo SS. 1990. Ekologi Gulma. Jakarta : Gramedia Pustaka.
- Sukman Y, dan Yakup. 1991. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. Palembang : FAPERTA UNSRI.
- Tjitrosoedirdjo S, dan Joedjono W. 1984. Pengelolaan Gulma di Perkebunan. Jakarta : Gramedia.
- Wudianto, Rini. 2006. Petunjuk Penggunaan Pestisida. Jakarta : Penebar Swadaya.