

ISBN: 978-602-5539-49-7

# Diktat Praktikum Pengelolaan Hama Terpadu

Yulmira Yanti  
Eka Candra Lina  
Haliatur Rahma  
Arneti





UNIVERSITAS ANDALAS  
FAKULTAS PERTANIAN

# MODUL PRAKTIKUM PENGELOLAAN HAMA TERPADU



DISUSUN OLEH :  
DR. EKA CANDRA LINA, SP, MSI  
DR. YULMIRA YANTI, SSI . MP  
DR. HALIATUR RAHMA, SSI. MP  
DR. IR. ARNETI, MS

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-NYA kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan **“Diktat Praktikum Pengelolaan Hama Terpadu”**. Modul ini merupakan panduan bagi praktikan untuk mengikuti praktikum Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) baik di laboratorium maupun di lapangan.

Dalam menyelesaikan modul ini, kami mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu kami mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan bantuan.

Kami menyadari sepenuhnya, bahwa dalam pembuatan modul ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan modul ini. Akhir kata kami berharap agar modul ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa.

Padang, Februari 2016

Tim Penulis,

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR LAMPIRAN.....	iv
MODUL I KONSEP PHT.....	1
MODUL II MONITORING ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN (OPT) .....	4
MODUL III PENGENDALIAN HAYATI.....	4
MODUL IV PESTISIDA NABATI.....	9
MODUL V PESTISIDA SINTETIK .....	15
DAFTAR PUSTAKA .....	38
LAMPIRAN .....	41

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.....	32
--------------	----

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Pengamatan Pertumbuhan Bibit .....	41
Lampiran 2. Tabel Pengamatan Pertumbuhan Tanaman .....	44
Lampiran 3. Pengamatan perkembangan penyakit .....	47
Lampiran 4. Pengamatan Perkembangan Hama .....	50
Lampiran 5. Pengamatan Jenis Musuh Alami (Predator dan Parasitoid)....	51
Lampiran 6. Monitoring Kegiatan Praktikum .....	53

## **MODUL I**

### **KONSEP PHT**

Sejarah pengendalian hama secara alami dan terpadu di Indonesia telah ada sejak zaman kolonial belanda. Beberapa contoh pengendalian yang pernah dilakukan antara lain penggunaan semut untuk mengendalikan hama *Helopeltis* spp. di perkebunan kakao, pemantauan parasitoid dan penggunaan tuba untuk mengendalikan serangan hama *Artona catoxantha*, introduksi musuh alami dari pulau Jawa ke Sulawesi untuk mengatasi hama *Brontispa longissima*, dan masih banyak lagi. Pasca kemerdekaan (1950-1960), masyarakat umumnya dan petani khususnya mulai mengenal pestisida sebagai sarana pengendalian hama dan penyakit. Hal ini mencapai puncaknya di era revolusi hijau (1970-1986) dan menjadikan pestisida sebagai jaminan keberhasilan dalam bercocok tanam. Keraguan muncul setelah banyak timbul dampak negatif akibat penggunaan pestisida antarlain resistensi hama wereng coklat pada padi, resurgensi, terganggunya kesehatan manusia, dan terbunuhnya organisme bukan sasaran. Sehingga pada tahun 1986 sampai sekarang kembali menerapkan sistem PHT dalam upaya pengendalian hama dan penyakit. Penerapan PHT diawali dengan Inpres No. 3 Tahun 1986 yang berisi: Pencabutan subsidi pestisida, pelarangan 57 insektisida di persawahan, dan pelatihan petani melalui sekolah lapangan pengendalian hama terpadu (SL-PHT).

PHT awalnya merupakan metode pengendalian terhadap hama pengganggu tanaman, dan berkembang dalam lingkup yang lebih luas menjadi metode pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT). Pengertian PHT sangat beragam seperti yang dikemukakan Gray *et al.* (2009) bahwa PHT adalah pengendalian OPT dengan mengkombinasikan pengendalian secara biologi dan kimia dan menggunakan ambang ekonomi untuk mengetahui kapan pengendalian kimia digunakan agar terhindar dari kerusakan ekonomi. Defenisi yang dikemukakan oleh Kogan (1998) memaparkan beberapa hal penting dalam PHT yaitu OPT: organisme pengganggu tanaman yang bersifat merugikan, Terpadu: keselarasan beberapa metode pengendalian untuk mengendalikan satu atau lebih jenis OPT, Manajemen: keputusan yang didasarkan pada prinsip ekologi dan

ekonomi dan pertimbangan sosial yang melibatkan berbagai disiplin ilmu. PHT merupakan bentuk pengendalian yang bersifat fleksibel dan mengutamakan proses daripada hasil. Penerapan PHT secara konsisten akan mendukung pertanian yang berkelanjutan.

Tantangan yang dihadapi sektor pertanian saat ini adalah kecukupan pangan global dan perubahan iklim. Kebutuhan pangan 9.1 miliar manusia pada tahun 2050 menuntut peningkatan hasil produksi pertanian secara signifikan. Sementara itu perubahan iklim menjadi kendala dalam budidaya tanaman dan memberi tekanan langsung pada sektor pertanian dalam upaya peningkatan hasil produksi. FAO (2007) menjelaskan bahwa pemanasan global menyebabkan perubahan iklim dan kenaikan frekuensi maupun intensitas kejadian cuaca ekstrim. Akibatnya terjadi perubahan sistem fisik dan biologis seperti peningkatan intensitas badai tropis, perubahan pola presipitasi, salinitas air laut, perubahan pola angin, masa reproduksi hewan dan tanaman, distribusi spesies dan ukuran populasi, frekuensi serangan hama dan penyakit, serta mempengaruhi berbagai ekosistem yang terdapat di daerah dengan garis lintang yang tinggi, serta ekosistem-ekosistem pantai.

Peningkatan serangan hama dan penyakit akan menyebabkan kehilangan hasil produksi secara langsung maupun tidak langsung. Hal ini harus diatasi dengan strategi pengendalian yang tetap mengedepankan kesehatan konsumen dan kelestarian lingkungan seperti yang disyaratkan dalam perjanjian perdagangan internasional mengenai *sanitary and phytosanitary* (SPS). SPS berisi perjanjian untuk memperlakukan peraturan sanitasi dan phitosanitasi guna melindungi keselamatan dan kesehatan konsumen, hewan, tanaman, dan lingkungan hidup yang dilandasi oleh prinsip kajian ilmiah untuk kelancaran perdagangan komoditi pertanian pangan (Dirjen Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian 2004).

Pemerintah telah memberikan perhatian pada upaya perlindungan tanaman melalui Undang-Undang No. 12 Tahun 1992 bahwa sistem budidaya tanaman, adalah pengembangan dan pemanfaatan sumberdaya alam nabati melalui upaya manusia, modal, teknologi, dan sumberdaya lainnya menghasilkan barang guna memenuhi kebutuhan manusia secara lebih baik. Peraturan Pemerintah Nomor 6,

Tahun 1995 pasal 3 memuat bahwa perlindungan tanaman dilaksanakan dengan konsep pengendalian hama terpadu (PHT). Pengendalian hama dengan konsep PHT merupakan bentuk intensifikasi ekologi yang bertujuan meningkatkan hasil panen dengan meminimalisasi dampak negatif terhadap lingkungan dan manajemen terpadu jasa ekosistem (Bommarco *et al.* 2013). Oleh karena itu berbagai strategi pengendalian baik yang bersifat pencegahan maupun pengendalian perlu diterapkan dengan prinsip intensifikasi jasa ekosistem terlebih dahulu jika sangat diperlukan maka penggunaan pestisida menjadi alternatif terakhir dan dilakukan dengan bijaksana. Secara keseluruhan, penerapan PHT memberikan banyak keuntungan antara lain produk yang dihasilkan memenuhi prinsip SPS, produk bisa bersaing di pasar bebas, dalam prosesnya tidak memberikan dampak negatif terhadap organisme bukan sasaran dan lingkungan.

## MODUL II MONITORING ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN (OPT)

### **A. PENDAHULUAN**

Tanaman tidak akan pernah terpisahkan dengan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang secara ekonomis sangat merugikan petani. Dalam pertanian, organisme pengganggu tanaman adalah semua organisme yang dapat menyebabkan penurunan potensi hasil yang secara langsung karena menimbulkan kerusakan fisik, gangguan fisiologi dan biokimia, atau kompetisi hara terhadap tanaman budidaya. OPT juga bisa diartikan sebagai faktor biotik (mahluk hidup) yang menyebabkan gangguan pada tanaman. Dalam pengertian sehari-hari OPT dibagi menjadi 3 kelompok :1) hama, (serangga, tungau, hewan menyusui, burung, dan moluska). 2) penyakit, (jamur, bakteri, virus, dan nematoda) 3) gulma atau tumbuhan pengganggu.

OPT menyerang tanaman budidaya pertanian dalam areal yang sangat luas, dalam waktu singkat dan akan berulang di setiap musim . Dampak yang timbul akibat serangan OPT menyebabkan kerugian baik terhadap nilai ekonomi produksi, pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta petani sebagai pelaku budidaya tanaman dengan kegagalan panen serta turunnya kualitas dan kuantitas hasil panen. Hal ini disebabkan karena adanya persaingan perebutan unsur hara dan mineral, air, cahaya matahari, proses fisiologi tanaman, pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang terhambat akibat hama dan penyakit.

Pada umumnya, pengendalian OPT dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu pengendalian secara konvensional dan pengendalian bersifat ramah lingkungan. Pengendalian OPT dengan cara konvensional yaitu hanya menggunakan pestisida kimia sintetis sedangkan pengendalian OPT yang bersifat ramah lingkungan yaitu teknik yang lebih memperhatikan keamanan lingkungan dalam pengendalian, dengan membatasi penggunaan pestisida sintetis serta memadukannya dengan pengendalian hayati.

### **I. HAMA**

Pertanian dan hama merupakan dua sisi penting yang tidak terpisahkan dalam upaya manusia dalam mempertahankan hidup dan memperbaiki tingkat kesejahteraan. Hama dalam arti luas adalah semua bentuk gangguan baik pada manusia, ternak dan tanaman. Pengertian hama dalam arti sempit yang berkaitan

dengan kegiatan budidaya tanaman adalah semua hewan yang merusak tanaman atau hasilnya yang mana aktivitas hidupnya ini dapat menimbulkan kerugian secara ekonomis. Adanya suatu hewan dalam satu pertanaman sebelum menimbulkan kerugian secara ekonomis maka dalam pengertian ini belum termasuk hama. Secara garis besar hewan yang dapat menjadi hama dapat dari jenis serangga, moluska, tungau, tikus, burung, atau mamalia besar. Mungkin di suatu daerah hewan tersebut menjadi hama, namun di daerah lain belum tentu menjadi hama (Dadang, 2006)

Perkembangan dan kehidupan serangga hama sangat dipengaruhi oleh tanaman sebagai makanannya dan tempat berlindung. Kecendrungan serangga hama untuk memilih suatu tanaman inangnya didasarkan atas sifat-sifat yang dimiliki oleh tanaman itu sendiri yang disukai serangga hama dan dikenalnya melalui indera pembau, peraba, penglihatan dan pendengaran seperti antena, mata faset, cerci, ovipositor, tarsus dan palpus.

Dampak kerugian akibat serangan hama pada tanaman

## **II. PENYAKIT**

Defenisi penyakit banyak sekali. defenisi penyakit tanaman, berdasarkan Wester's kamus baru internasional ketiga yaitu: Penyakit adalah gangguan dari yang mengganggu, memodifikasi, (atau tekanan) fungsi vital keadaan normal hidup (tanaman). "Penyakit merupakan respon terhadap agen penyebab tertentu (biotik atau abiotik), kelainan dari organisme, atau kombinasi dari faktor-faktor ini." Menurut Pracaya (2007). Tanaman dikatakan sakit bila ada perubahan seluruh atau sebagian organ-organ tanaman yang menyebabkan terganggunya kegiatan fisiologis sehari-hari. Secara singkat penyakit tanaman adalah penyimpangan dari keadaan normal.

Secara ekonomi, penyakit adalah ketidak mampuan tanaman dalam memberikan hasil yang cukup baik secara kualitas dan kuantitas. Sedangkan secara biologi penyakit adalah penyimpangan fisik normal yang menyebabkan tanaman tidak dapat melakukan kegiatan fisiologis sebagaimana mestinya.

Oleh karena itu, Penyakit tanaman adalah kelainan struktural atau gangguan fisiologis atau keduanya karena organisme atau kondisi yang tidak

menguntungkan yang dapat mempengaruhi tanaman atau bagian-bagiannya atau produk atau mungkin mengurangi nilai ekonominya.

Penyakit dinyatakan/dilihat oleh gejala yang dinampakkan oleh tanaman inang, dan tanda-tanda ( manifestasi aktual ) dari agen penyebab. Secara umum , gejala yang nampak pada tanaman inang dan tanda-tanda dari keberadaan agen penyebab disebut sindrom penyakit. *Gejala ( Symptom )* merupakan perubahan yang ditunjukkan oleh tanaman akibat adanya penyebab penyakit. *Gejala* adalah kondisi dari penyakit, dan manifestasi dari reaksi fisiologis tumbuhan terhadap aktifitas yang merugikan dari agen penyebabnya.

Berdasarkan penyebabnya penyakit tumbuhan dikelompokkan dalam:

- penyakit yang disebabkan oleh penyebab non hidup (abiotik), penyakit demikian bersifat tidak menular (*noninfeksius*).
- penyakit tumbuhan yang disebabkan oleh jasad hidup (biotik), yang bersifat menular (*infeksius*).

Penyebab penyakit abiotik antara lain adalah kurang unsur hara, suhu yang sangat rendah ataupun sangat tinggi, pencemaran (polusi). Sedangkan penyebab penyakit biotik antara lain adalah jamur (fungi), bakteri, fitoplasma, virus, viroid, nematoda dan tumbuhan parasit tingkat tinggi.

Timbulnya suatu penyakit paling sedikit diperlukan tiga faktor yang mendukung, yaitu tanaman inang atau host, penyebab penyakit atau patogen dan faktor lingkungan. Satu tanaman menjadi sakit dalam kebanyakan kasus ketika diserang oleh patogen (biotik) atau dipengaruhi oleh agen abiotik. Oleh karena itu, dalam kasus pertama, untuk penyakit tanaman terjadi, setidaknya dua komponen (yaitu Tanaman dan Patogen) harus datang dalam kontak dan harus berinteraksi. Bahkan tanaman inang dan patogen yang bersentuhan dan berinteraksi, tetapi jika kondisi lingkungan tidak menyenangkan atau dalam kisaran yang menguntungkan, maka penyakit tidak dapat berkembang.

Untuk mengidentifikasi suatu penyakit perlu dilakukan diagnosis. Diagnosis ialah suatu proses untuk mengidentifikasi suatu penyakit tanaman melalui gejalanya dan tanda penyakit yang khas termasuk faktor-faktor lain yang berhubungan dengan proses penyakit tersebut. Diagnosis penyakit yang benar

diperlukan untuk merekomendasikan cara pengendalian yang tepat dan dalam suatu survei tanaman penyakit tanaman.

### III. Gulma

Gulma adalah tumbuh-tumbuhan yang tumbuh pada tempat yang tidak diinginkan sehingga menimbulkan kerugian bagi tujuan manusia. Tumbuhan yang lebih lazim sebagai gulma mempunyai sifat- sifat atau ciri khas tertentu yang memungkinkan untuk mudah tersebar luas dan mampu menimbulkan kerugian. Tumbuhan yang biasa menjadi gulma mempunyai beberapa ciri khas yaitu: pertumbuhannya cepat, mempunyai daya bersaing yang kuat dalam perebutan faktor kebutuhan hidup, mempunyai toleransi yang besar terhadap suasana lingkungan yang ekstrim, mempunyai daya berkembang biak yang besar baik secara generatif atau vegetatif maupun kedua- duanya, alat perkembangbiaknya mudah tersebar melalui angin, air maupun binatang dan bijinya mempunyai sifat dormansi yang memungkinkan untuk bertahan hidup dalam kondisi yang tidak menguntungkan ( Nasution, 1986)

Gulma berkembang biak secara generatif (biji) maupun vegetatif. Secara umum gulma semusim berkembang biak melalui biji. Biasanya produksi biji sangat banyak, bahkan dapat menghasilkan 40.000 biji dalam satu musim, misalnya jajarogan ( *Echinochloa crusgalli* ). Gulma tahunan lebih efisien perkembangbiaknya dari gulma semusim, karena gulma ini dapat tumbuh dengan biji atau hanya secara vegetatif. Contoh teki dan alang-alang, kedua spesies gulma ini produksi bijinya tidak banyak, tetapi dapat tumbuh cepat melalui umbi dan rhizoma (Sukman dan Yakup, 2002).

Klasifikasi atau penggolongan gulma diperlukan untuk memudahkan dalam mengenali atau mengidentifikasi gulma. Pengelompokan gulma diperlukan untuk memudahkan pengendalian, pengelompokan dapat dilakukan berdasarkan daur hidup, habitat, ekologi, klasifikasi taksonomi, dan tanggapan terhadap herbisida. Berdasarkan daur hidup dikenal gulma setahun ( Annual ) yang hidupnya kurang dari setahun dan gulma tahunan ( perennial ) yang siklus hidupnya lebih dari satu tahun. Berdasarkan habitatnya dikenal gulma daratan ( terrestrial ) dan gulma air (aquatic ) yang terbagi lagi atas gulma mengapung ( floating ), gulma tenggelam (submergent), dan gulma sebagian mengapung dan

sebagian tenggelam ( emergent). Berdasarkan ekologi dikenal gulma sawah, gulma lahan kering, gulma perkebunan, dan gulma rawa atau waduk. Berdasarkan klasifikasi taksonomi dikenal gulma monokotil, gulma dikotil, dan gulma paku-pakuan. Berdasarkan tanggapan pada herbisida, gulma dikelompokkan atas gulma berdaun lebar (broad leaves), gulma rumputan ( grasses ), dan gulma teki ( sedges ) ( Fadhly dan Tabri, 2008) . Pengelompokan yang terakhir ini banyak digunakan dalam pengendalian secara kimiawi menggunakan herbisida

Metode pengendalian gulma berbeda dengan pengendalian hama dan penyakit tanaman karena komunitas gulma lebih beragam, merugikan tanaman sejak awal sampai panen, gulma berasosiasi dengan hama, patogen dan musuh alami, serta gulma tumbuh berasosiasi dengan tanaman. (Pane dan Jatmiko, 2002). Pengendalian gulma dilakukan bila gulma tersebut sudah memasuki periode kritis dan harus diberantas. Ada enam metode pengendalian gulma yaitu:(1) preventif atau pencegahan yang bertujuan mengurangi pertumbuhan dan penyebaran gulma agar pengendalian dapat dikurangi atau ditiadakan, (2) mekanik/fisik dilakukan secara manual atau menggunakan alat bantu, (3) kultur teknik bertujuan untuk memanipulasi lingkungan sehingga pertumbuhan gulma tertekan, (4) biologi (hayati) bertujuan untuk menekan populasi gulma dengan menggunakan organisme seperti serangga dan mikroba, (5) kimia dengan menggunakan herbisida, dan (7)terpadu dengan cara menggabungkan beberapa metode pengendalian gulma sehingga secara ekonomi menguntungkan dan secara ekologi dapat dipertanggungjawabkan (Sembodo, 2010).

## **MODUL III PENGENDALIAN HAYATI**

### **A. Musuh Alami**

#### **Pendahuluan**

Pengendalian hama secara biologi/hayati adalah penggunaan makhluk hidup untuk membatasi populasi organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Makhluk hidup dalam kelompok ini diistilahkan juga sebagai organisme yang berguna yang dikenal juga sebagai musuh alami, seperti predator, parasitoid, dan patogen. Dalam PHT, musuh alami menempati peranan penting yang perlu dikedepankan (Rauf *et al.* 1994, Rauf 1996). Sejarah telah mencatat keberhasilan pengendalian hayati yang menjadi fenomena misalnya Konservasi semut *Oecophylla smaragdina* pada tanaman jeruk di Cina 300 M, Introduksi eksotik predator *Rodolia cardinalis* 1889 untuk pengendalian *Icerya purchasi*. Pemanfaatan predator sudah banyak dilaporkan diantaranya, pemanfaatan

predator dari ordo Coccinellidae yaitu *Rodolia cardinalis* dari Australia secara efisien mengendalikan *Icerya purchasi* yang menyerang pertanaman jeruk di California (Hagen *et al.*, 1999).

Salah satu faktor yang mendukung keberhasilan pengendalian hayati adalah mekanisme konservasi dan augmentasi musuh alami yang tepat. Dalam mekanisme konservasi perlu di cermati adalah minimalisasi penggunaan pestisida dan optimalisasi lingkungan (ketersediaan tempat berlindung, nutrisi tambahan, dan inang alternatif). Aumentasi juga memerlukan perhatian terkait proses inokulasi dan inundasi musuh alami. Upaya meningkatkan management hama melalui proses konservasi musuh alami penting untuk diupayakan ketersediaan tanaman berbunga di dalam atau di sekitar tanaman budidaya karena sangat menguntungkan bagi musuh alami. Bentuk konservasi ini merupakan cara menyediakan pakan bagi musuh alami seperti misalnya nektar dan polen, mangsa alternatif atau tempat berlindung bagi inang (Jonsson *et al.* 2008).

Pengendalian hayati menggunakan parasitoid banyak digunakan dan mencapai keberhasilan sesuai yang diharapkan hal ini disebabkan karena parasitoid berasosiasi penuh dengan inangnya dan keberhasilannya sangat mudah di evaluasi. Berdasarkan jenis agens hayati yang banyak digunakan, Hymenoptera menempati posisi tertinggi yaitu sebesar 67,3% dan tersebar pada berbagai jenis family. Pada tanaman sayuran peran musuh alami terutama parasitoid telah banyak dibicarakan, seperti *Diadegma eucerothaga*, namun sampai saat ini peranannya relatif kecil di lapangan. Pengendalian dengan penggunaan musuh alami parasitoid masih menunjukkan hasil yang sedikit, sehingga perlu musuh alami yang tinggi daya parasitisasinya dan lebih cepat mapan.

Dibanding parasitoid pemahaman tentang predator di pertanaman sayuran masih sangat terbatas. Meskipun demikian penggunaan predator juga memiliki beberapa kelebihan antara lain dapat memangsa lebih dari satu mangsa dalam menyelesaikan siklus hidupnya dan bersifat poliphagus sehingga predator dapat melangsungkan hidupnya tanpa tergantung pada satu mangsa, dan secara keseluruhan predator merupakan komponen yang dapat membantu menurunkan populasi hama (Laba 1999). Beberapa serangga predator yang diketahui antara lain dari ordo Coleoptera (*Paederus fuscipes*, *Philonthus* sp, *Micraspis lineata*,

*Coccinella transversalis*, *Cheilomenes sexmaculatus*, *Harmonia octomaculata*, *Coleophora inaequalis*, *Calleida* sp, *Ophionea interstitialis*, *Formicornus* sp), dari ordo Orthoptera (*Metioche* sp), ordo Mantodea (Mantidae), ordo neuroptera (*Chrysoperla* sp), ordo Hemiptera (*Andrallus spinidens*, *Eocanthecona furcellata*, *Pygomenida veripennis*, *Rhynocoris* sp, *Sycanus* sp, *Ectrycotes* sp), ordo Diptera (*Chrysosoma* sp, *Robber fly*, *Ischiodon scutellaris*), ordo Hymenoptera (*Ropalidia* sp, *Polistes* sp, *Vespa* sp, *Eumenes* sp), ordo Dermaptera (*Euborellia* sp), sebagian dari grup laba-laba (spider)(Shepard *at al* 1999).

Beberapa kombinasi pengendalian sebelumnya menunjukkan peningkatan keberhasilan dibandingkan aplikasi secara tunggal. Herrick *et al.* (2008) melaporkan bahwa hasil uji efikasi dilapangan menunjukkan bahwa kombinasi pengendalian *P. xylostella* menggunakan parasitoid *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) dengan predator *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) menunjukkan sifat aditif. Pada kombinasi formulasi insektisida botani dari *P. aduncum* dan *T. vogelii* dengan predator *S. annulicornis* diharapkan bersifat sinergis.

### **Tujuan**

Praktikan memahami hal penting dalam konservasi musuh alami dan mengidentifikasi jenis musuh alami yang ditemukan di lahan percobaan.

### **Cara Kerja**

1. Praktikan menanam tanaman berbunga sebagai tempat perlindungan bagi musuh alami, mendukung ketersediaan mangsa alternatif, dan nutrisi tambahan.
2. Penanaman dilakukan di sekitar areal percobaan.
3. Praktikan mengamati jenis parasitoid dan predator di pertanaman, dicatat di tabel pengamatan.

## **B. Mikroorganisme**

### **I. Rhizobakteri**

Rhizobakteri pemacu tumbuh tanaman yang lebih populer disebut *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) saat ini semakin banyak dikembangkan terutama dalam upaya peningkatan produksi tanaman dan perbaikan kualitas

lingkungan hidup. Penggunaan PGPR dirancang untuk mengurangi input kimia dalam pertanian. Rhizobakteri telah banyak diaplikasikan pada banyak tanaman karena dapat meningkatkan pertumbuhan, daya tumbuh benih di lapang, dan meningkatkan produksi tanaman. Secara langsung, PGPR merangsang pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan hormone pertumbuhan, vitamin dan berbagai asam organik serta meningkatkan asupan nutrisi bagi tanaman. Pertumbuhan tanaman ditingkatkan secara tidak langsung oleh PGPR melalui kemampuannya dalam menghasilkan antimikroba patogen yang dapat menekan pertumbuhan patogen penyebab penyakit tumbuhan (fitopatogenik) dan siderophore (Hindersah dan Simarmata, 2004; McMillan, 2007; Ashrafuzzaman *et al.* 2009; Yazdani *et al.* 2009).

Mekanisme rizobakteri dalam mengendalikan penyakit dan meningkatkan pertumbuhan melalui beberapa cara yaitu produksi senyawa antibiosis, persaingan ruang atau nutrisi, persaingan pemanfaatan unsur Fe melalui produksi siderofor, induksi mekanisme ketahanan, inaktivasi faktor perkecambahan patogen, penguraian faktor kepatogenan seperti toksin, parasitisme yang melibatkan produksi enzim ekstrasel pendegradasi dinding sel, misalnya kitinase (Van Loon, 2007). Beberapa karakter penting rhizobakteri dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman adalah menghasilkan hormon tumbuh seperti IAA, giberelin, memfiksasi N, dan melarutkan P (Faccini *et al.*, 2004 ; Mehrvraz dan Chaichi, 2008).

Berbagai jenis bakteri telah diidentifikasi sebagai PGPR. Sebagian besar berasal dari kelompok gram-negatif dengan jumlah strain paling banyak dari genus *Pseudomonas* dan beberapa dari genus *Serratia*. Selain kedua genus tersebut, dilaporkan antara lain genus *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Erwinia*, *Flavobacterium* dan *Bacillus* (Wahyudi, 2009). Meskipun sebagian besar *Bacillus* (gram-positif) tidak tergolong pengkoloni akar, beberapa strain tertentu dari genus ini ada yang memenuhi kriteria sebagai PGPR. Khusus pada kemampuan melarutkan P, kelompok rhizobakteri seperti *Pseudomonas* spp. dan *Bacillus* spp. dapat mengeluarkan asam-asam organik seperti asam format, asetat dan laktat yang

bersifat dapat melarutkan bentuk-bentuk fosfat yang sukar larut tersebut sehingga menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman (Rao, 2007)

*Pseudomonas* sp merupakan bakteri dengan sel berbentuk batang lurus atau lengkung, ukuran tiap sel bakteri 0,5-0,11  $\mu\text{m}$  x 1,5-4,0  $\mu\text{m}$ , bereaksi negatif terhadap pewarnaan gram, motil dengan satu atau beberapa flagel, aerob dan tidak membentuk spora (Mandigan dan Martinko, 2006). Bakteri ini mampu mendominasi daerah rizosfer dan berkembang secara cepat, motil, dan fakultatif aerobik.

*Bacillus* sp merupakan bakteri dengan sel berbentuk batang berukuran 0,6-0,8 x 2-5  $\mu\text{m}$ , motil, gram positif dan membentuk endospore pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan sehingga toleran pada kondisi lingkungan kritis (Madigan dan Martinko, 2006). *Bacillus* sp termasuk kedalam kelompok PGPR yang memiliki banyak potensi karena kemampuannya dalam memproduksi IAA, melarutkan fosfat, mensekresi siderofor dan berperan sebagai agen biokontrol dengan menginduksi system ketahanan tanaman serta menghasilkan antibiotik (Compant *et al.*, 2005). *Bacillus subtilis* dan *B. cereus* positif menghasilkan siderofor yang mendukung kemampuan bakteri sebagai PGPR karena dapat bertindak dalam kompetisi mikroorganisme patogen dan menggunakan  $\text{Fe}^3$  yang konsentrasinya sangat terbatas dalam tanah (Nawangsih, 2006).

## II. Jamur

Pengendalian hayati terhadap cendawan patogenik memberi harapan untuk dikembangkan di lapangan. Banyak peneliti yang menarik manfaat jamur antagonis sebagai agensia yang efektif untuk mengendalikan berbagai patogen dalam tanah (Istikorini, 2002)

*Trichoderma* dan *Gliocladium* merupakan jamur yang umum terdapat dalam tanah, tumbuh dengan cepat dan bersifat antagonistik terhadap jamur lain. Mekanisme antagonis jamur tersebut terjadi dengan cara kompetisi, mikoparasitik, dan antibiosis. Biakannya dapat diperoleh dengan cara mengisolasi dari tanah (Abadi, 2003). Kedua jamur ini diketahui dapat memarasit miselium jamur *Rhizoctonia* dan *Sclerotium*, serta menghambat pertumbuhan banyak jamur seperti *Phytophthora*, *Fusarium* dan mengurangi penyakit yang disebabkan oleh

sebagian patogen tersebut (Agrios, 1996) Disamping karakternya sebagai antagonis diketahui pula bahwa *Trichoderma* sp. juga berfungsi sebagai decomposer dalam pembuatan pupuk organik. Aplikasi jamur *Trichoderma* sp. pada pembibitan tanaman guna mengantisipasi serangan OPT sedini mungkin.

Cendawan *Trichoderma* sp berwarna hijau seperti lumut tetapi lebih cerah. Penampilan warna ini disebabkan oleh pewarnaan fialospora, jumlah spora dan adanya perpanjangan hifa steril. Menghasilkan sejumlah besar enzim ekstraseluler  $\beta$  (1,3)-glukanase dan kitinase yang dapat melarutkan dinding sel pathogen (Howell, 2003).

*Gliocladium* sp mengeluarkan gliovirin dan viridian yang merupakan antibiotic yang bersifat fungistatik. Senyawa tersebut mampu menghambat pertumbuhan cendawan lain. Patogen/penyakit yang dikendalikan adalah penyakit layu tanaman (*Fusarium* spp), *Rhizoctonia solani*, *Phytium* spp dan *Sclerotinia sclerotiorum*. *Gliocladium* sp. memarasit inangnya dengan cara menutupi atau membungkus patogen, memproduksi enzim-enzim dan menghancurkan dinding sel patogen hingga patogen mati. *Gliocladium* sp. dapat hidup sebagai saprofit maupun parasit pada cendawan lain, dapat berkompetisi dengan makanan, dapat menghasilkan zat penghambat dan bersifat hiperparasit (Hardaningsih,1996).

## CARA KERJA

### A. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah media PDA, alkohol 70%, aquades, media dedak, biakan murni *Trichoderma koningii*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Gliocladium virens*.

Alat yang digunakan adalah cawan petri, tabung reaksi, erlenmeyer, timbangan, shaker, handsprayer, pinset, kotak inokulasi, lampu bunsen, autoclave, oven, selotip, bak perkecambahan, glass ukur, kantong plasti, karung goni.

### B. Pelaksanaan

#### 1. Pembiakan Jamur Antagonis

Jamur antagonis dibiakkan di dalam cawan petri, isolat diperbanyak dalam media dedak yang diletakkan di kantong plastik. Isolat yang sudah ada kemudian

ditanamkan ke dalam media (dedak ataupun beras). Isolat jamur antagonis yang diperbanyak dapat digunakan setelah berumur 2 minggu (Sudantha, 1999).

## 2. Pembuatan Suspensi Jamur Antagonis

Untuk persiapan aplikasi, jamur antagonis yang telah berumur 2 minggu diambil sebanyak 10gr dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, lalu ditambahkan dengan aquades steril sehingga volumenya menjadi 100 ml kemudian di-shaker dengan kecepatan 200 rpm selama 30 menit agar konidia-konidianya terlepas dari miselium, setelah itu disaring dengan menggunakan kain muslin. Suspensi kemudian diambil 1 tetes dan diteteskan ke haemocytometer untuk dihitung kerapatan konidianya (Prayogo dan Hardaningsih, 2001)

## 3. Persiapan Media Semai

Media semai yang digunakan adalah berupa campuran top soil dan pupuk kandang dengan perbandingan 1 : 1. Campuran disterilkan dengan cara mengukus dalam drum, dipanaskan pada suhu 100 C selama 1 jam. Setelah dikukus, tanah dikering anginkan setelah itu tanah diisi ke dalam tray semai.

## 4. Aplikasi Jamur Antagonis

Aplikasi dilakukan dengan cara menyemprot suspensi di atas permukaan tanah sebanyak 30 ml dan ditutup kembali dengan plastic selama 1 minggu sebelum penyemaian dilakukan.

# CARA KERJA

## A. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam praktikum ini adalah benih, medium *nutrient agar* (NA), Medium *nutrient broth* (NB), Larutan MacFarland skala 8, *aquadest*, *aluminium foil*, air kelapa, kertas label,

Alat-alat yang akan digunakan dalam praktikum ini adalah cawan petri, gelas piala, *stir bar*, Erlenmeyer, botol *schott*, *microtube*, *autoclave*, *laminar air flow*, *hotplate*, *rotary shaker* horizontal, bunsen, korek api, jarum osebak perkecambahan, alat dokumentasi dan alat tulis.

## **B. Pelaksanaan**

### **1. Peremajaan Isolat Rhizobakteri**

Isolat rhizobakteri diremajakan dengan cara digoreskan pada medium *Nutrient agar* dan diinkubasi pada suhu ruang selama 2 x 24 jam.

### **2. Perbanyak Rhizobakteri**

Perbanyak Rizobakteri dilakukan pada kultur cair. Biakan murni rizobakteri berumur 3 x 24 jam diambil 1 koloni tunggal, kemudian dimasukkan ke dalam 25 ml medium NB dalam botol kultur (vol. 50 ml) dan diinkubasi pada *rotary shaker* selama 24 jam. Selanjutnya 1 ml hasil preculture dipindahkan ke dalam 50 ml air kelapa steril dalam botol kultur (vol. 50 ml) untuk *mainculture* dan diinkubasi dengan cara yang sama selama 2x24 jam dengan kecepatan 150 rpm (Yanti dan Resti, 2010). Suspensi rizobakteri dari *mainculture* diencerkan dan ditentukan kerapatan populasinya dengan mengatur kekeruhannya sama dengan larutan McFarland skala 8 (kepadatan populasi bakteri diperkirakan  $10^8$ sel/ml) (Klement *et al.*, 1990)

### **3. Perlakuan**

#### **• Perendaman benih**

Benih diintroduksi dengan rizobakteri dengan cara direndam dalam suspensi rizobakteri dengan kepadatan  $10^8$  CFU/mL selama 10 menit sesuai perlakuan, lalu disebar di *seed tray*. Bibit dipelihara di persemaian selama 14 hari (untuk tanaman cabai dan tomat). Pemeliharaan pada waktu semai yaitu penyiraman sebanyak 2 kali sehari dengan menggunakan *hand sprayer*.

#### **• Perendaman akar**

Bibit dipindahkan ke bedengan yang telah disiapkan. Rizobakteri diintroduksi dengan cara perendaman bibit dalam suspensi rizobakteri dengan kepadatan  $10^8$  CFU/mL selama 10 menit. Setelah direndam, bibit lalu dipindahkan ke media tanam yang telah disiapkan.

### **4. Pengamatan**

#### **• Pertumbuhan Bibit**

### **i. Daya muncul Lapang**

Daya muncul lapang dihitung dengan membandingkan jumlah benih yang berkecambah dengan total jumlah benih yang dikecambahkan. Pengamatan benih yang berkecambah dilakukan dari awal penanaman sampai akhir pengamatan. Daya Muncul lapang dihitung dengan rumus :

$$DB = \frac{\sum KN}{\sum \text{Benih Yang Ditanam}} \times 100\% \quad \text{.....Rumus 1)}$$

Keterangan: DB : Daya Kecambah Benih

$\sum KN$  : Jumlah benih berkecambah normal

### **ii. Tinggi Tanaman**

Pengamatan tinggi Bibit dengan mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang sampai titik tumbuh batang utama. Pengukuran menggunakan tiang pancang sebagai acuan. Pengamatan dilakukan setiap 1 minggu sekali dimulai saat penanaman bibit ke bedengan. Efektivitas masing-masing isolat rizobakteri dihitung menggunakan rumus , yaitu:

$$E = \frac{P - Kp}{Kp} \times 100\% \quad \text{..... rumus 2).}$$

Keterangan: E = Efektivitas

P = Perlakuan

Kp = Kontrol positif

### **iii. Jumlah Daun**

Jumlah daun diketahui dengan menghitung jumlah daun. Pengamatan dilakukan setiap 1 minggu sekali dimulai saat penanaman bibit ke bedengan. Efektivitas masing-masing isolat rizobakteri dihitung menggunakan rumus 2.

#### **• Pertumbuhan Tanaman**

##### **i. Tinggi Tanaman**

Pengamatan tinggi tanaman dengan mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang sampai titik tumbuh batang utama. Pengukuran menggunakan tiang pancang sebagai acuan. Pengamatan dilakukan setiap 1 minggu sekali dimulai

saat penanaman bibit ke bedengan. Efektivitas masing-masing isolat rizobakteri dihitung menggunakan rumus 2.

**ii. Jumlah Daun**

Jumlah daun diketahui dengan menghitung jumlah daun. Pengamatan dilakukan setiap 1 minggu sekali dimulai saat penanaman bibit ke bedengan. Efektivitas masing-masing isolat rizobakteri dihitung menggunakan rumus 2.

**iii. Muncul Bunga Pertama**

Pengamatan muncul bunga pertama dilakukan setiap hari sampai bunga pertama muncul dan mekar sempurna. Efektivitas masing-masing isolat rizobakteri dihitung menggunakan rumus 2.

**iv. Produksi**

Pengamatan produksi dilakukan dengan memanen buah yang telah matang dan kemudian ditimbang. Efektivitas masing-masing isolat rizobakteri dihitung menggunakan rumus 2.

## **MODUL III**

### **PESTISIDA BOTANI**

#### **Pendahuluan**

Pemanfaatan metabolit sekunder tanaman sebagai agen pengendalian serangga hama telah diketahui sejak zaman Yunani dan Romawi, jauh sebelum era insektisida sintetik. Pada zaman Yunani dan Romawi klasik ampas zaitun, mentimun liar, dan bawang putih digunakan untuk mengendalikan beberapa jenis hama tanaman, termasuk ulat dan belalang (Smith dan Secoy 1975). Pada abad ke-17, pengendalian hama menggunakan ekstrak tanaman semakin berkembang diantaranya ekstrak daun *Nicotiana tabacum* dan *Nicotiana rustica*. Selanjutnya pada abad ke-18 menggunakan serbuk bunga *Chrysanthemum* sp. dan serbuk tanaman dari famili Leguminosae seperti *Derris* sp. sebagai insektisida (Matsumura 1985). Piretrin, nikotin, dan rotenon merupakan bahan aktif penting insektisida nabati yang sering digunakan dalam pengendalian hama di berbagai bagian dunia sebelum tergeser oleh insektisida sintetik pada tahun 1950-an (awal masa keemasan insektisida sintetik).

Secara teori bahan aktif tanaman dapat digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT) karena memiliki fungsi allelokemik, yaitu senyawa kimia yang menghubungkan dua organisme dari jenis yang berbeda. Kogan (1982) membagi allelokimia menjadi dua bagian besar yaitu allomon dan kairomon. Allomon memberikan keuntungan bagi organisme yang menghasilkan dalam hal ini tumbuhan karena dapat mengganggu perilaku pemilihan tanaman oleh serangga atau disebut antisenotik dan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan serangga atau disebut antibiotik. Kairomon memberikan keuntungan bagi organisme yang menerimanya berupa orientasi ke tanaman, memperlambat dan menghentikan gerakan, merangsang makan, dan merangsang peletakan telur.

Lebih dari 2400 jenis tumbuhan yang termasuk dalam 235 famili dilaporkan mengandung bahan pestisida (Grainge dan Ahmed 1988). Bahan pestisida pada tanaman mempengaruhi serangga dengan sifatnya sebagai *antifeedant*, pengaruh letal, penghambat peneluran, aktivitas pengaturan

pertumbuhan, dan aktivitas penghambat reproduksi. Sifat ini bekerja secara tunggal atau gabungan dari beberapa sifat.

Pengaruh letal dimiliki oleh sebagian besar senyawa tumbuhan, kematian serangga terjadi ketika senyawa tersebut masuk melalui pencernaan atau masuk melalui kutikula (efek kontak). Kematian yang cepat terjadi pada serangga yang diberi perlakuan piretrin karena fungsi saluran ion  $\text{Na}^+$  pada akson syaraf terganggu (Matsumura 1985). Banyak senyawa tumbuhan bersifat menghambat makan bagi serangga, seperti senyawa dari golongan terpenoid, alkaloid, quinon dan flavonoid (Harborne 1999). Contoh yang paling terkenal adalah penghambat makan dari golongan terpenoid yaitu azadirakhtin yang telah di formulasi secara komersial (Schmutterer 1995). Penghambatan makan menyebabkan serangga makan sedikit atau tidak makan sama sekali, sehingga menyebabkan gangguan pertumbuhan dan perkembangan. Lina *et al.* (2006) melaporkan penghambatan pertumbuhan dan perkembangan *Spodoptera litura* yang diberi perlakuan fraksi aktif *Aglaia harmsiana* (Meliaceae). Aktivitas lain yang ditemukan pada senyawa dari tumbuhan adalah penghambat peneluran. Bagi serangga, strategi ini merupakan upaya imago untuk menjaga kelangsungan hidup keturunannya, sebagai contoh ekstrak daun kenikir *Cosmos caudatus* (Asteraceae) pada konsentrasi 0.5% menghambat peneluran seluruh imago betina *C. pavonana* dengan persen penghambatan 94.5% (Suhaendah 2001). Berbagai efek yang ditimbulkan oleh senyawa tumbuhan dapat menyebabkan penghambatan reproduksi berupa lama hidup yang menurun dan rendahnya produksi telur oleh imago betina. Penghambatan reproduksi ini bisa juga disebabkan oleh sifat ekstrak itu sendiri. Syahputra *et al.* (2002) menyebutkan bahwa senyawa aktif *Dysoxylum acutangulum* yang masuk ke dalam tubuh larva *C. pavonana* dapat menurunkan reproduksi imago betina akibat terganggunya hormon juvenil dan atau hormon ecdison yang mengendalikan proses reproduksi.

Saat ini perkembangan insektisida nabati semakin pesat seiring dengan kesadaran akan bahaya residu pestisida terhadap kesehatan dan lingkungan. Perkembangan itu ditandai dengan insektisida nabati berbahan aktif azadirakhtin (dari mimba) yang telah diproduksi secara komersial (Schmutterer 1995). Pestisida nabati digunakan sebagai alternatif taktik pengendalian karena memiliki

dampak negatif yang relatif lebih rendah dibandingkan insektisida sintetik. Insektisida golongan ini mengandung bahan aktif alami yang berasal dari tumbuhan yang mudah terdegradasi di alam dan bersifat selektif sehingga aman terhadap organisme bukan sasaran dan lingkungan. Keunggulan lainnya adalah tidak cepat menimbulkan resistensi jika digunakan dalam bentuk ekstrak kasar, dapat dipadukan dengan teknik pengendalian hama lainnya, dan penyiapan secara sederhana dapat mengurangi ketergantungan terhadap produk insektisida sintetik (Arnason *et al.* 1993; Prakash dan Rao 1997; Schmutterer 1995; Prijono *et al.* 2006).

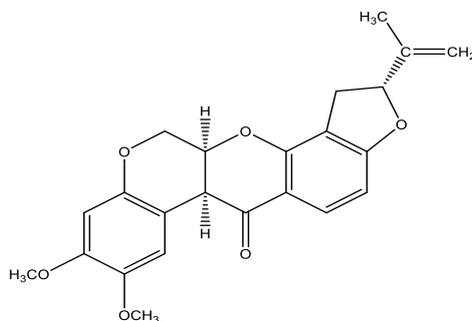
Berbagai keunggulan pestisida botani tersebut sesuai dengan konsep pengendalian hama terpadu (PHT). Pengendalian hama dengan konsep PHT merupakan bentuk intensifikasi ekologi yang bertujuan meningkatkan hasil panen dengan meminimalisasi dampak negatif terhadap lingkungan dan manajemen terpadu jasa ekosistem (Bommarco *et al.* 2013). Selain itu produk pertanian yang diaplikasi dengan insektisida nabati memiliki residu insektisida yang rendah karena bahan aktifnya mudah terdegradasi. Hal ini memberi peluang besar bagi produk pertanian bisa masuk dan bersaing di pasar bebas yang bernaung di bawah *World Trade Organization* (WTO). Salah satu persyaratan yang ditetapkan oleh WTO adalah *Sanitary and phytosanitary* (SPS). Produk yang diperdagangkan harus aman bagi kesehatan konsumen, hewan, dan tanaman serta lingkungan hidup yang dilandasi oleh prinsip kajian ilmiah (Dirjen Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian 2004).

### **Bahan tanaman sumber ekstrak**

*T. vogelii* atau lebih dikenal dengan kacang babi merupakan tumbuhan asli Afrika. Tanaman ini tumbuh tegak dengan tinggi mencapai 2-3 m, dan daunnya berwarna hijau bermanfaat untuk pupuk hijau. Bunganya berwarna ungu, merah, dan putih. Perbanyakan tanaman kacang babi dapat dilakukan dengan biji. Daun kacang babi telah dimanfaatkan sebagai racun ikan, insektisida, dan naungan persemaian tanaman kopi. Tanaman ini juga diketahui mampu meningkatkan mikrofauna tanah (Gaskins *et al.* 1972; Heyne 1987; Sileshi *et al.* 2008).

*T. vogelii* memiliki komponen utama rotenon yang termasuk kelompok senyawa isoflavonoid atau disebut juga flavonoid yang abnormal. Di alam flavonoid dapat ditemukan pada semua bagian tumbuhan tingkat tinggi seperti akar, daun, ranting, bunga, buah, biji, kulit kayu, dan kayu sebagai zat warna alam. Flavonoid adalah senyawa dengan 15 atom C yang terdiri dari dua cincin benzen dan rantai propana sehingga membentuk suatu susunan C6-C3-C6. Susunan ini dapat menghasilkan tiga jenis struktur yaitu 1,3-diarilpropana atau flavonoid; 1,2-diarilpropana atau isoflavonoid; dan 1,1-diarilpropana atau neoflavonoid. Selain pada *T. vogelii*, isoflavonoid dapat ditemukan pada famili angiospermae seperti Leguminosae, Compositae, Iridaceae, Myristicaceae, dan Rosaceae, juga ditemukan pada dua gymnospermae *Juniperus* dan *Podocarpus*. Isoflavonoid kemungkinan juga ada pada tanaman lain tetapi belum terdeteksi hingga saat ini (Harborne *et al.* 1999).

*T. vogelii* telah banyak diteliti sifat insektisidanya terhadap berbagai jenis hama. Serbuk daun *T. vogelii* pada biji kacang tanah dengan perbandingan 1:40 (w/w) dapat menyebabkan kematian kumbang *Caryedon serratus* (Coleoptera: Bruchidae) sebesar 98.8%. Perlakuan serbuk dapat menyebabkan imago betina gagal menghasilkan telur (Delobel dan Malonga 1987). Boeke *et al.* (2004) melaporkan bahwa ekstrak *T. vogelii* dapat digunakan sebagai repelen terhadap kumbang *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) dan serbuk daunnya menyebabkan imago mati sebelum meletakkan telur dan telur yang sudah diletakkan tidak berkembang menjadi imago.



Gambar 1. Struktur kimia rotenon

*T. vogelii* diketahui bersifat racun terhadap berbagai jenis serangga pemakan daun (Prakash dan Rao 1997). Ekstrak kloroform *T. vogelii* dinyatakan aktif terhadap larva *P. xylostella* dengan LD<sub>50</sub> 11.0 mg/g (Morrallo-Rejesus 1986). Wulan (2008) melaporkan pengujian dengan metode residu pada daun, fraksi yang aktif terhadap larva *Crocidolomia pavonana* adalah fraksi n-heksana, fraksi etil asetat, dan ekstrak metanol dengan LC<sub>50</sub> berturut-turut 0.14%, 0.45%, dan 0.30%, sedangkan dengan metode kontak fraksi yang aktif hanya fraksi n-heksana dengan LC<sub>50</sub> sebesar 1,1%. Abizar dan Prijono (2010) mencatat bahwa ekstrak etil asetat daun *T. vogelii* berbunga ungu memiliki aktivitas insektisida yang kuat terhadap larva instar II *C. pavonana* (LC<sub>50</sub> dan LC<sub>95</sub> pada 72 JSP masing-masing 0.091% dan 0.273%). Selain mengakibatkan kematian, fraksi atau ekstrak yang aktif juga berpengaruh terhadap perkembangan larva dan fraksi n-heksana juga memiliki efek *antifeedant*. Lina *et al.* (2013) meneliti dan mematenkan campuran *T. vogelii* dan *P. aduncum* (1:5) sebagai insektisida nabati pengendali ulat kubis *C. pavonana*.

Bahan aktif yang terkandung dalam *T. vogelii* adalah rotenon (Gambar 2.2) dan senyawa rotenoid lain yang bersifat insektisida, seperti deguelin dan tefrosin (Delfel *et al.* 1970; Gaskins *et al.* 1972; Lambert *et al.* 1993). Rotenoid terdapat pada seluruh bagian tanaman *T. vogelii*, namun kandungan tertinggi terdapat pada bagian daun dan yang terendah pada bagian akar (Delfel *et al.* 1970). Kandungan rotenoid semakin meningkat seiring dengan perkembangan tanaman (Hagemann *et al.* 1972). Hal ini sangat menguntungkan untuk budidaya tanaman sebagai sumber ekstrak. Pemanfaatan daun tidak mematikan tanaman bahkan proses panen dapat merangsang tumbuh tunas muda berikutnya.

Rotenon merupakan salah satu senyawa insektisida nabati penting dan sering digunakan untuk mengendalikan hama sejak tahun 1848. Sumber rotenon yang banyak digunakan pada masa itu berasal dari akar tuba (*Derris elliptica*) sebelum akhirnya tergeser oleh insektisida sintetik (Matsumura 1985). Pemanfaatan daun *T. vogelii* sebagai sumber rotenon lebih menguntungkan dibandingkan dengan akar tuba, karena pemanenan dan penanganan bagian daun lebih mudah daripada membongkar akar. Selain itu penggunaan *T. vogelii* lebih ramah lingkungan karena pemanfaatannya tidak mematikan sumber ekstrak.

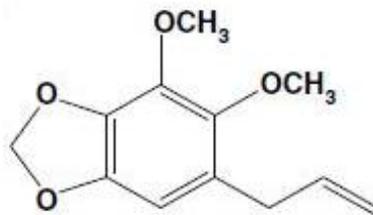
Rotenon memiliki aktivitas insektisida yang kuat terhadap berbagai jenis serangga sebagai racun perut dan racun kontak (Perry *et al*, 1998; Djojosemarto 2008). Rotenon bersifat racun respirasi sel yang menghambat transfer elektron antara NADH dehidrogenase dan koenzim Q pada kompleks I dari rantai transpor elektron di dalam mitokondria. Rotenon menyekat pemindahan elektron dari Fe-S ke koenzim ubiquinon sehingga menghambat proses respirasi sel dan menurunkan produksi ATP, akibatnya aktivitas sel terhambat dan serangga menjadi lumpuh dan mati (Hollingworth 2001). Hambatan terhadap proses respirasi sel tersebut menyebabkan produksi ATP menurun sehingga sel kekurangan energi yang selanjutnya dapat menyebabkan kelumpuhan berbagai sistem otot dan jaringan lainnya.

Tumbuhan sirih hutan *Piper aduncum* L (Piperaceae) berasal dari Amerika tropis dan diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1860. Sirih hutan tumbuh pada ketinggian 90 sampai 1000 m dpl (Heyne 1987). Perlakuan dengan ekstrak heksana daun *P. aduncum* pada konsentrasi 1-20 mg/ml mengakibatkan kematian larva caplak *Rhipicephalus microplus*, parasit pada ternak seperti sapi, keledai, kuda, dan domba, sebesar 11,4%-70,42% dengan LC<sub>50</sub> 9,30 mg/ml dan pada konsentrasi 5-100 mg/ml menghambat reproduksi imago sebesar 12,5%-54,2%. Sementara itu perlakuan dengan minyak atsiri daun *P. aduncum* pada konsentrasi 0,1 mg/ml mengakibatkan kematian larva caplak tersebut sampai 100% (Silva *et al.* 2009). Minyak atsiri *P. aduncum* dilaporkan juga toksik terhadap kumbang daun kacang *Cerotoma tingomarianus* dengan metode aplikasi kontak, perlakuan pada konsentrasi 1% dapat mengakibatkan kematian kumbang hampir 100% (Fazolin *et al.* 2005). Bernard *et al.* (1995) melaporkan bahwa ekstrak kasar daun *P. aduncum* pada konsentrasi 0,4% dapat menghambat perkembangan larva penggerek batang jagung *Ostrinia nubilalis* hingga 90%. Hasyim (2011) melaporkan juga bahwa perlakuan ekstrak *n*-heksana buah *P. aduncum* pada konsentrasi 0,20% mengakibatkan kematian larva instar II lebih dari 95%.

Dilapiol (Gambar 2) merupakan komponen utama fraksi aktif daun *P. aduncum* dan perlakuan dengan dilapiol 0,1 ppm menyebabkan kematian larva nyamuk *Aedes atropalpus* sebesar 92% (Bernard *et al.* 1995). Hasyim (2011) melaporkan bahwa komponen utama dalam fraksi aktif dari ekstrak *n*-heksana

buah *P. aduncum* adalah dilapiol (golongan fenilpropanoid), dengan area puncak pada kromatogram berdasarkan analisis dengan kromatografi gas sebesar 68,8%. Selain bersifat insektisida, dilapiol yang diisolasi dari minyak atsiri daun *P. aduncum* juga bersifat anticendawan dan antibakteri (Parmar *et al.* 1998; Kato & Furlan 2007).

Senyawa dilapiol memiliki gugus metilendioksifenil (MDF) yang merupakan ciri penting dari berbagai senyawa yang bersifat sebagai sinergis insektisida (Metcalf 1967; Bernard *et al.* 1990; Scott *et al.* 2008). Senyawa yang memiliki gugus MDF dapat menghambat aktivitas enzim polisubstrat monooksigenase (PSMO) yang berperan dalam menurunkan daya racun senyawa atau metabolit toksik di dalam tubuh. Terhambatnya enzim PSMO dapat mengakibatkan penumpukan senyawa atau metabolit toksik di dalam tubuh serangga yang akhirnya dapat mengakibatkan kematian (Bernard *et al.* 1995).



Gambar 2 Struktur kimia dilapiol. Sumber: Scott *et al.* (2008)

## Tujuan

Menyiapkan ekstrak sederhana (air yang mengandung surfaktan) dari tumbuhan kacang babi (*Tephrosia vogelii*), sirih hutan (*Piper aduncum*) dan lain-lain, untuk aplikasi praktis dalam pengendalian hama pada tanaman budidaya.

## Alat dan Bahan

### Cara Kerja

- (1) Bahan tumbuhan yaitu daun *T. vogelii*, buah *P. aduncum* atau sumber tanaman lainnya yang segar di pisahkan dari bahan tanaman lainnya. Kemudian ditimbang sebanyak 25 g.

- (2) Siapkan air pengencer yang mengandung diterjen bubuk dengan konsentrasi 1 g/l.
- (3) Daun atau bahan tanaman lain dimasukkan ke dalam labu blender, tambahkan air yang mengandung diterjen, kemudian dihaluskan (diblender). Banyaknya bahan tumbuhan yang digunakan disesuaikan dengan konsentrasi ekstrak yang akan diuji, misalnya 25 g/l.
- (4) Saring cairan ekstrak tumbuhan dengan menggunakan kain kasa. Cairan ekstrak yang telah disaring dapat digunakan langsung untuk penyemprotan.

## **MODUL IV**

### **PESTISIDA SINTETIK**

Dibidang pertanian penggunaan pestisida mampu menekan kehilangan hasil tanaman akibat serangan hama dan penyebab penyakit tanaman yang memungkinkan peningkatan produksi pertanian dapat dicapai. Karena keberhasilan tersebut di dunia pertanian, pestisida seakan-akan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari budidaya segala jenis tanaman baik tanaman hortikultura, pangan maupun perkebunan. Pestisida demikian melekatnya pada kegiatan pertanian di Indonesia. Hal ini dapat dibuktikan dari reaksi petani apabila menghadapi terjadinya serangan hama dan penyebab penyakit tanaman tentu akan menanyakan pestisida apa yang tepat digunakan dan dimana dapat diperolehnya.

Sejak penggunaan pestisida dilakukan secara besar-besaran dalam pengendalian hama dan penyebab penyakit tanaman, para pakar telah melaporkan berbagai dampak negatif pestisida bagi kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Setiap jenis pestisida memiliki resiko bahaya bagi kesehatan dan lingkungan hidup meskipun tidak semua jenis pestisida memiliki resiko yang sama. Resiko bagi kesehatan dalam bentuk racun akut dan racun kronik yang berjangka panjang. Disamping itu banyak lagi dampak negatif yang ditimbulkannya (Untung, 2006).

Dampak negatif penggunaan pestisida antara lain, meningkatnya resistensi dan resurgensi organisme pengganggu tumbuhan (OPT), terganggunya keseimbangan biodiversitas termasuk musuh alami dan organisme penting lainnya, terganggunya kesehatan manusia dan hewan, dan tercemarnya produk tanaman, tanah, air dan udara. Oleh karena itu penggunaan pestisida perlu dikurangi atau dirasionalisasi baik melalui penerapan PHT maupun penerapan pertanian organik (Hasibuan, 2008).

Pestisida yang semula dirancang untuk mendatangkan manfaat dan keuntungan bagi manusia akhirnya mendatangkan kesengsaraan bagi manusia. Keadaan ini tidak diinginkan oleh semua pihak yang berkepentingan termasuk pemerintah, petani dan industri pestisida. Mengingat hal itu semua pihak

telah sepakat untuk mengembangkan dan menerapkan konsep. sistem pengelolaan hama terpadu (PHT).(Oka, 1995).

PHT sebagai pengendalian hama yang menggunakan semua teknik dan metode yang sesuai dalam cara-cara yang seharmonis mungkin dalam mempertahankan populasi hama di bawah tingkat yang menyebabkan kerusakan ekonomi di dalam lingkungan dari dinamika polulasi spesies hama yang bersangkutan. PHT tidak hanya terbatas sebagai teknologi pengendalian hama yang berusaha memadukan berbagai teknik pengendalian termasuk pengendalian secara kimiawi yang merupakan alternative terakhir,tetapi mempunyai makna yang lebih mendasar lagi. PHT adalah suatu konsep ekologi, falsafah, cara berpikir, cara pendekatan berdasar pada konsep ekonomi dan budaya dengan menitik beratkan pada potensi alami seperti musuh alami, cuaca serta menempatkan manusia sebagai pengambil keputusan dalam pengelolaan usaha taninya.

PHT adalah teknologi pengendalian hama yang didasarkan prinsip ekologis dengan menggunakan berbagai taktik pengendalian yang kompatibel antara satu dengan lainnya sehingga populasi hama dapat dipertahankan dibawah jumlah yang secara ekonomik tidak merugikan serta mempertahankan kesehatan lingkungan dan menguntungkan bagi pihak petani (Oka,1995).

Sasaran dalam sistem pengelolaan hama terpadu adalah mengurangi penggunaan pestisida sintetis dengan memadukan beberapa teknik pengendalian yang cocok. Penggunaan pestisida masih diperbolehkan akan tetapi hanya sebagai alternatif terakhir. Pestisida merupakan salah satu komponen PHT yang termasuk dalam pengendalian kimiawi. PHT bukan anti pestisida tetapi PHT ingin memanfaatkan pestisida sedemikian rupa sehingga prinsip dan sasaran PHT tetap dapat dipertahankan dengan mengurangi sekecil mungkin dampak negatif yang ditimbulkannya. Pestisida digunakan pada saat yang tepat bila pengendali alami dan cara pengendalian lainnya tidak mampu menahan populasi hama yang pada kondisi lingkungan tertentu ternyata meningkat melebihi ambang ekonomi. Tujuan penggunaan pestisida adalah sekadar menurunkan populasi hama sampai pada aras populasi keseimbangan, yang pada aras tersebut agensia pengendali alami mampu mengendalikan hama secara mantap.Apabila hasil monitoring

mengharuskan kita menggunakan pestisida maka jenis pestisida yang digunakan harus memiliki sifat selektivitas sasaran yang tinggi atau spesifik dan tidak berspektrum lebar (Untung, 1993). Sifat-sifat pestisida yang akan digunakan dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman harus sesuai dengan prinsip PHT yaitu: (1) efektif menurunkan populasi hama sasaran yang sedang meningkat di atas ambang ekonomi, (2) tidak mempengaruhi populasi hama-hama lain, (3) tidak menurunkan fungsi populasi musuh alami sebagai pengendali hama alami dan (4) sesuai dengan prinsip PHT (Hasibuan, 2008).

Dalam PHT penggunaan pestisida sintetik harus berdasarkan data populasi hama di lapangan yang dikenal dengan ambang ekonomi. Ambang ekonomi merupakan kepadatan populasi hama yang memerlukan tindakan pengendalian untuk mencegah terjadinya peningkatan populasi berikutnya yang dapat mencapai Ambang Luka Ekonomi. Ambang Luka Ekonomi adalah kepadatan populasi terendah yang dapat mengakibatkan kerusakan ekonomis. Kerusakan ekonomis terjadi apabila nilai kerusakan yang diakibatkan oleh serangan hama pada aras populasi tersebut sama besarnya dengan nilai atau biaya pengendalian yang harus dilaksanakan untuk menekan populasi hama sehingga tidak merugikan. Ambang ekonomi sangat ditentukan oleh harga produk, biaya pengendalian, harga pestisida dan persepsi masyarakat tentang kerusakan tanaman. Ambang pengendalian dimasa yang akan datang telah memperhitungkan seluruh aspek dinamika dan interaksi antar komponen ekosistem termasuk faktor cuaca, dan proses fisiologi pertumbuhan tanaman (Untung, 2006). Menurut Baehaki (2009) pengendalian hama berdasarkan Ambang Ekonomi juga bertujuan untuk mengatasi penggunaan pestisida yang berlebihan yang berdampak terhadap tingginya residu pestisida pada produk pertanian dan pencemaran lingkungan.

Agar petani dapat memutuskan secara tepat kapan dan dimana penyemprotan harus dilakukan maka mereka harus melakukan pengamatan rutin atau monitoring paling sedikit seminggu sekali. Yang diamati tentang keadaan populasi hama, populasi musuh alami, pertumbuhan tanaman, cuaca dan lain-lainnya. Setelah petani mengadakan analisis terhadap data ekosistem yang terkumpul, dengan menggunakan pengertian tentang prinsip ekologi dan ekonomi yang sederhana dengan penuh keyakinan petani dapat memutuskan perlu atau

tidak digunakan pestisida. Proses pengambilan keputusan PHT ini sangat berbeda dengan konsep pengendalian hama secara konvensional yang menggunakan pedoman penyemprotan pestisida secara preventif dan terjadwal sehingga dapat menimbulkan dampak negatif yang merugikan (Untung, 1993).

Dalam penggunaan pestisida sintetis harus memperhatikan aspek-aspek seperti: (1) Penggunaan secara legal yaitu penggunaan pestisida yang tidak bertentangan dengan undang-undang yang berlaku di negara kita. Gunakanlah pestisida yang mempunyai izin edar dan terdaftar di komisi pestisida. (2) Penggunaan secara benar yakni gunakanlah pestisida sesuai dengan metode aplikasinya sehingga pestisida yang diaplikasikan mampu menampilkan efikasi biologisnya yang optimal. Dengan kata lain penggunaan pestisida harus efektif dan mampu mengendalikan OPT sasaran. (3) Penggunaan pestisida secara bijaksana yaitu gunakanlah pestisida yang mengikuti prinsip-prinsip pengelolaan resiko (*risk management*) untuk menjamin keselamatan pengguna dan konsumen serta lingkungan, serta penggunaan pestisida yang ekonomis dan efisien. (Djojsumarto, 2000).

Keberhasilan pengendalian hama secara kimiawi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: (1) pestisida yang digunakan harus disesuaikan dengan OPT sasaran, biasanya OPT sasaran ini ada dicantumkan di label kemasan pestisida, kegagalan dalam pengendalian secara kimiawi dikarenakan pestisida yang digunakan bukan pestisida yang diperuntukkan untuk OPT yang bersangkutan (2) kepekaan sasaran berarti pestisida yang kita gunakan harus mampu mengendalikan OPT, jika OPT telah resisten maka pestisida tersebut tidak akan mampu lagi mengendalikan OPT tersebut, jika OPT telah berkurang kepekaannya atau kehilangan kepekaannya maka penggunaan pestisida akan gagal, (3) faktor teknik aplikasi, adapun yang sangat berpengaruh adalah waktu atau saat yang terbaik untuk mengaplikasikan pestisida, takaran aplikasi dan cara aplikasi. Jika teknik aplikasinya keliru maka pengendalian secara kimiawi tidak akan mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. (Djojsumarto, 2000).

Dosis insektisida juga sangat penting untuk diketahui karena insektisida sendiri pada dasarnya adalah racun pembunuh atau penghambat proses yang berlangsung dalam sistem hidup khususnya serangga atau artropoda lainnya.

Karena insektisida pada umumnya juga merupakan bahan racun bagi sistem hidup lainnya, termasuk manusia, tindakan-tindakan pengamanan dalam pembuatan dan pemakaiannya perlu diperhatikan. Adanya informasi mengenai dosis efektif suatu insektisida merupakan faktor penting dalam aplikasi terutama penggunaan insektisida secara efektif, efisien dan ekonomis serta pertimbangan keamanan manusia dan lingkungan hidupnya (Tarumingkeng, 1992).

#### Tujuan Praktikum:

Mengenalkan kepada mahasiswa bagaimana aplikasi pestisida yang benar, konsentrasi dan volume aplikasi yang sesuai dan kapan saat yang tepat menggunakan pestisida sintetis jika ditinjau dari konsep PHT.

#### Bahan dan Alat:

Tanaman cabe yang ditanam dengan jarak tanam 30 x 40 cm, Decis 25 EC, tabung semprot ukuran 14 liter, masker, sarung tangan, ember plastik, pengaduk, saringan dan lain-lain

#### Metode:

Aplikasi pertama dilakukan satu hari setelah pengamatan pendahuluan yaitu apabila ditemukan populasi hama atau ditemukan kerusakan tanaman yang disebabkan oleh serangan hama dan pathogen. Interval aplikasi satu minggu sekali dan aplikasi terakhir satu minggu sebelum panen. Jumlah tanaman sampel 10 tanaman perpetak. Metode pengambilan sampel dengan sistem diagonal.

#### Pengamatan:

Dihitung tingkat populasi hama atau tingkat kerusakan tanaman per tanaman sampel.

Pengamatan pertama dilakukan setelah tanaman berumur 30 hari setelah tanam, diamati tiap minggu sampai panen. Pengamatan selanjutnya dilakukan satu hari sebelum dan 3 hari sesudah penyemprotan dan diulang tiap minggu.



## DAFTAR PUSTAKA

- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2007. *Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries*. Rome (IT): FAO.
- Abadi, A. L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Bayu Media Publishing. Malang. Hlm. 68-69.
- Adinugroho W.C. 2008. “Konsep Timbulnya Penyakit Tanaman”. Tidak Diterbitkan. Tugas Kuliah. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Agrios, G.N. 1997. Plant Pathology. Forth Edition. Academic Press, New York.
- Anonim, 2014. Statistik Iklim, Organisme Pengganggu Tanaman dan Dampak Perubahan Iklim 2011-2013. Pusat data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretaris Jendral, Kementerian Pertanian.
- Arnason JT, Mackinnon S, Durst A, Philogene BJR, Hasbun C, Sanchez P, Poveda L, San Roman L, Isman MB, Satasook C *et al.* 1993. *Insecticides in tropical plants with non-neurotoxic modes of action*. In Downum KR, Romeo JT, Stafford HAP, editor. *Phytochemical Potential of Tropical Plants*. 27:107-151 New York (US): Plenum Press.
- Baehaki, S.E. 2009. Strategi Pengelolaan Hama Terpadu tanaman padi dalam perspektif praktek pertanian yang baik (Good Agricultural Practices). Pengembangan Inovasi Pertanian 2(1):65-78
- Bommarco R, Kleijn D, Potts SG. 2013. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution* 28(4):230-238.
- Bommarco R, Kleijn D, Potts SG. 2013. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution* 28(4):230-238
- Dadang. 2006. Pengendalian Terpadu Hama Utama dan Potensial Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn). Prosiding workshop yang diselenggarakan oleh Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi, LPPM. IPB. Bogor
- Direktorat Jenderal Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, Deptan. 2004. *Diplomasi Indonesia disektor Pertanian, pada Forum Kerja Sama Internasional*. Jakarta (ID): PT Gramedia Widiasarana Indonesia.

- Direktorat Jenderal Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, Deptan. 2004. *Diplomasi Indonesia disektor Pertanian, pada Forum Kerja Sama Internasional*. Jakarta (ID):PT Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Djafarudin. 2001. *Dasar-dasar Perlindungan Tanaman (Umum)*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Djojosumarto,P.2000. *Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian*.Kanisius.Yogyakarta.
- Fadhly, A.F. dan F. Tabri. 2008. *Pengendalian Gulma pada Pertanaman Jagung Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros*.
- Grainge M, Ahmed S. 1988. *Handbook of Plants with Pest Control Properties*. New York (US): J Wiley.
- Gray ME, Susan T, Ratdiffe, Rice ME. 2009. The IPM paradigm: concepts, strategies and tactics. Di dalam: Radeliffe EB, Hutehingsor WD, Cancelado RE., editor. *Integrated Pest Management; Concepts, Tactics, Strategies, and Case Studies*. Cambridge: Cambridge University Press. Pp. 22-34
- Harborne JB, Baxter H, Moss GP. 1999. *Phytochemical dictionary; A handbook of bioactive compounds from plant*. 2<sup>nd</sup> Edition. UK (GB): TJ International LTd.
- Hardaningsih, S. 1995. Efektivitas *Gliocladium roseum* Untuk Megendalikan Penyakit Terbawa Benih Pada Tanaman Kacang-Kacangan. Prosiding Kongres Nasional XII dan Seminar Nasional PFI, Mataram. Hlm 185 - 188.
- Hasibuan M.2008. *Kajian Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada petani padi di Sumatera Selatan*. [ Tesis] Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan. 117 hal
- <http://www.agriinfo.in/?page=topic&superid=5&topicid=1965>
- [https://id.wikipedia.org/wiki/Perhimpunan\\_Fitopatologi\\_Indonesia](https://id.wikipedia.org/wiki/Perhimpunan_Fitopatologi_Indonesia)
- <https://sustainablemovement.wordpress.com/2012/03/02/219/>, diunduh tanggal 20 sept 2015
- Klement Z., Rudolph, K., Sand. D.C., 1990. *Methods in Phytobacteriology*. Budapest: Academia Kiado.
- Kogan M. 1982. Plant resistance in pest management. *In* Metcalf RL, Luckman WH, editor. *Introduction to Insect Pest Management*. 2<sup>nd</sup> Edition. New York (US): Jhon Willey & Sons. Pp 93-134

- Kogan, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, 43, 243–270.
- Lina EC, Dadang, Manuwoto S, Syahbirin G, Prijono D. 2013. Synergistic action of mixed extracts of *Brucea javanica* (Simaroubaceae) *Piper aduncum* (Piperaceae), and *Tephrosia vogelii* (Leguminosae) against cabbage head caterpillar *Crociodolomia pavonana*. *JBiopest* 6(1):77-83 (terindeks scopus).
- Lina EC, Prijono D, Dadang. 2006. Pengaruh fraksi aktif *Aglaia harmsiana* terhadap fisiologi larva *Spodoptera litura* (F) (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Tumbuhan Tropika* 6(1) : 1-8.
- Martoredjo, T. 1984. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan Bagian dari Perlindungan Tanaman. Andi Offset. Yogyakarta.
- Matsumura F. 1985. *Toxicology of Insecticides*. 2<sup>nd</sup> Edition. New York (US): Plenum Press.
- Mehrvraz & Chaichi MR. 2008. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and garin quality of barley. *American-Eurasian J. Agric. & Environ.Sci.*3 (6):855-860
- Nasution, U. 1986. Gulma dan Pengendaliannya di Perkebunan Karet Sumatera Utara dan Aceh. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Tanjung Morawa (P4TM). Medan
- Oka, I.N. 1995. Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia. Gajahmada University Press. Yogyakarta.
- Pane, H dan S.Y. Jatmiko. 2002. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi
- Pracaya. 2007. Hama dan Penyakit Tanaman. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Prakash A, Rao J. 1997. *Botanical Pesticides in Agriculture*. Boca Raton: CRC Press.
- Prayogo, Y dan Hardaningsih, S. 2001. Potensi Jamur *Gliocladium roseum* Untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa (*Col letotrichum manihotis* ) Pada Ubi Kayu. Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah PFI, Bogor. Hlm. 112-114.
- Prijono D, Sudiar JI, Irmayetri. 2006. Insecticidal activity of Indonesian plant extracts against the cabbage head caterpillar, *Crociodolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae). *J ISSAAS* 12 (1): 25-34.
- Purnomo, B. 2006. Dasar-dasar Perlindungan Tanaman, (Tanpa Penerbit)

- Rifai, ahmad <http://mahasiswa.ung.ac.id/613413023/home/categories/makalah-perlantan>
- Schmutterer H, editor. 1995. *The Neem Tree, Azadirachta indica A. Juss, and Other Meliaceae Plants: Sources of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes*. Weinheim (DE): VCH.
- Sembodo, D.R.J. 2010. *Gulma dan Pengelolaanya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Smith AE, Secoy DM. 1975. Forerunners of pesticides in classical Greece and Rome. *J Agric Food Chem* 23:1050-1055.
- Sudantha, I. M. 1999. Pengendalian Secara Hayati Jamur *Sclerotium rolfsii* Pada Tanaman Kedelai Menggunakan Biofungisida Biotric. Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Nasional PFI Purwokerto. Hlm . 121-125.
- Suhaendah E. 2001. Pengaruh ekstrak empat jenis tanaman terhadap mortalitas dan peletakkan telur *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sukman, Y., dan Yakup. 2002. *Gulma dan Tehnik Pengendaliannya*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Syahputra E, Prijono D, Simanjuntak P. 2002. Pengaruh fraksi aktif kulit batang *Dysoxylum acutangulum* Miq. (Meliaceae) terhadap reproduksi *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae). *J Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 2(1):1-7.
- Tarumingkeng, R.C. 1992. *Insektisida, Sifat, Mekanisme Kerja dan Dampak Penggunaannya*. UKRIDA. Jakarta
- Timothy S. Schubert<sup>2</sup>, Lisa L. Breman<sup>3</sup> and Sarah E. Walker. 1999. Basic Concepts of Plant Disease and How to Collect a Sample for Disease Diagnosis. *Plant Pathology Circular No. 307*.
- Untung, K. 1993. *Konsep Pengendalian Hama Terpadu*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Van Loon LC. 2007. Plant response to plant growth-promoting rhizobacteria. *Eur. J. Plant Pathology*. 199:243-254
- Wahyudi, A.T. 2009. *Rhizobacteria Pemacu Pertumbuhan Tanaman : Prospeknya sebagai Agen Biostimulator & Biokontrol*. Nano Indonesia. [www.nuance.com](http://www.nuance.com)
- Widyastuti, SM., Sumardi dan Harjono. 2005. *Patologi Hutan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

- Yanti, Y., dan Resti Z., 2010. Induksi Ketahanan Tanaman Bawang Merah dengan bakteri rhizoplan indigenos terhadap penyakit hawar daun bakteri (*xanthomonas axonopodis pv allii*). Dalam Loekas Soesanto, Endang Mugiastuti, Ruth Feti Rahayuniati dan Abdul Manan (Ed). Prosiding seminar nasional pengelolaan opt ramah lingkungan Purwokerto, 10-11 November 2010. Hal. 235-241
- Yanti, Y., Habazar T., Resti Z., Suhalita D., 2013. Penapisan Isolat Rizobakteri Dari Perakaran Tanaman Kedelai Yang Sehat Untuk Pengendalian Penyakit Pustul Bakteri (*Xanthomonas axonopodis pv. glycines*). Jurnal HPT Tropika 13(1):24-34
- Yanti, Y., Resti, Z., 2011. Identifikasi Isolat Bakteri Endofit Indigenos yang Mampu Menginduksi Ketahanan Tanaman Bawang Merah terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas axonopodis pv. allii*). Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan BKS-PTN Wilayah Barat Palembang, 23-25 Mei 2011.
- Yazdani, M.A. Bahmanyar, H. Pirdashti dan M.A. Esmaili. 2009. Effect of Phosphate Solubilization Microorganisms (PSM) and Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Yield and Yield Components of Corn (*Zea mays* L.). Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology. Vol.3(7). P : 90-92.
- Yudiarti, T. 2007. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. ed 2. Gajahmada University Press. Yogyakarta.



	Jumlah Benih Berkecambah								
	Tinggi Bibit								
	Jumlah Daun								
	Jumlah Benih Berkecambah								
	Tinggi Bibit								
	Jumlah Daun								
	Jumlah Benih Berkecambah								
	Tinggi Bibit								
	Jumlah Daun								
	Jumlah Benih Berkecambah								
	Tinggi Bibit								
	Jumlah Daun								

**Lampiran 2. Tabel Pengamatan Pertumbuhan Tanaman**

Perlakuan / Sampel	Parameter	Pengamatan minggu ke-											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	VIII	IX	X	dst
	Tinggi Tanaman												
	Jumlah Daun												
	Muncul Bunga Pertama												
	Produksi												
	Tinggi Tanaman												
	Jumlah Daun												
	Muncul Bunga Pertama												
	Produksi												

Perlakuan / Sampel	Parameter	Pengamatan minggu ke-											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	VIII	IX	X	dst
	Tinggi Tanaman												
	Jumlah Daun												
	Muncul Bunga Pertama												
	Produksi												
	Tinggi Tanaman												
	Jumlah Daun												
	Muncul Bunga Pertama												
	Produksi												

Perlakuan / Sampel	Parameter	Pengamatan minggu ke-											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	VIII	IX	X	dst
	Tinggi Tanaman												
	Jumlah Daun												
	Muncul Bunga Pertama												
	Produksi												
	Tinggi Tanaman												
	Jumlah Daun												
	Muncul Bunga Pertama												
	Produksi												

**Lampiran 3. Pengamatan perkembangan penyakit**

Perlakuan / Sampel	Penyakit yang ditemukan	Tingkat Keparahan pada Pengamatan minggu ke-											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	VIII	IX	X	dst









Perlakuan / Sampel	Hama yang ditemukan	Tingkat Serangan pada Pengamatan minggu ke-											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	VIII	IX	X	dst



## **Lampiran 5. Monitoring Kegiatan Praktikum**

### **1. Pengolahan Lahan**

Tanggal pengolahan :

Panjang/Lebar/Tinggi Bedengan :

Perlakuan pra tanam :

### **2. Pembibitan**

Tanggal Pembibitan :

Asal perolehan/ Varietas Benih :

Perlakuan pra pembibitan :

Perlakuan pada pembibitan :

### **3. Penanaman**

Jarak Tanam :

Perlakuan saat penanaman :

### **4. Pemeliharaan**

Jenis Pengendalian OPT & waktu

Aplikasi :