

ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN (OPT) DAN AGENS HAYATI (AH) PADA TANAMAN PADI



Penulis:

**Warida Hafni, Norna, Nur Azizah Amoliah, Nurul Anisa,
Lestari Cahya Ningsih, Nur Agustin, Khurul Aini Indah Nurjannah,
St. Nurhalisa Syam, Cindy Padua**

Editor:

**Oslan Jumadi
Hilda Karim**

**Penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM
Kampus UNM Parangtambung
Jalan Malengkeri Raya
Makassar
Email: biopress@unm.ac.id**



ISBN 978-602-32965-8-1



**PROGRAM STUDI BIOLOGI, JURUSAN BIOLOGI FMIPA
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR**

ORGANISME PENGANGGU TANAMAN (OPT) DAN AGENS HAYATI (AH) PADA TANAMAN PADI

Editor :

Oslan Jumadi

Hilda Karim

Penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM

Kampus UNM Parangtambung

Jalan Malengkeri Raya

MAKASSAR

Email: biopress@unm.ac.id

Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dan Agens Hayati (AH) Pada Tanaman Padi

Penulis	Warida Hafni, Norna, Nur Azizah Amaliah, Lestari Cahya Ningsih, Nurul Anisa, Nur Agustin, Khurul Aini Indah Nurjannah, St. Nurhalisa Syam, Cindy Padua.
Editor	Oslan Jumadi Hilda Karim
ISBN	978-602-52965-8-1
Desain Cover	Yogi Saputra

Hak Cipta 2019, pada Penulis

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apapun tanpa izin sah dari penerbit.

ISBN 978-602-52965-8-1



Penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM

Kampus UNM Parangtambung

Jalan Malengkeri Raya

MAKASSAR

Email: biopress@unm.ac.id



Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan limpahan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan penyusunan buku ini. Buku ini berisi tentang Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dan Agens Hayati (AH) pada budidaya tanaman padi yang dihimpun dari berbagai literatur serta beberapa informasi dan studi kasus diambil dari hasil kegiatan langsung penulis pada KKN-KP 2019. Buku ini dibuat sebagai produk dari kegiatan KKN-KP Tahun 2019 oleh Mahasiswa Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar angkatan 2016. Buku ini dapat diselesaikan atas bantuan dan kerjasama dari Unit Pelaksana Teknis Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (UPT-BPTPH) Provinsi Sulawesi Selatan yang terletak di Kabupaten Maros.

Ucapan terimakasih kami ucapkan kepada Ketua Jurusan Biologi FMIPA UNM, Pembimbing KKN-KP Tahun 2019, ibu Nani Kurnia, S.Si., M.Si., selaku pengarah dalam menyelesaikan buku ini, kepada semua penulis, dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini. Kami berharap buku ini dapat bermanfaat bagi seluruh masyarakat khususnya masyarakat Sulawesi Selatan. Semoga buku ini dapat menjadi referensi oleh para pembaca yang membutuhkan. Kami memohon maaf yang seber-besarnya jika terdapat kekurangan dan kekeliruan dalam buku ini..

Makassar, Desember
2019

Editor

Daftar Isi

Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
PROFIL JURUSAN BIOLOGI FMIPA UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR	vii
PROFIL UPT BPTPH PROVINSI SULAWESI SELATAN	ix
1. PADI	1
A. Morfologi	1
<i>Khurul Aini Indah Nurjannah</i>	
B. Pemeliharaan	4
<i>Khurul Aini Indah Nurjannah</i>	
C. Siklus Hidup	13
<i>Khurul Aini Indah Nurjannah</i>	
3. ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN	15
A. Definisi	15
<i>Warida Hafni</i>	
B. Vertebrata	17
<i>Nurul Anisa</i>	
C. Invertebrata	20
<i>Nur Agustin</i>	
D. Penyakit	26
<i>Nur Agustin dan Nurul Anisa</i>	
E. Gulma	34
<i>Warida Hafni dan Nurul Anisa</i>	
4. AGENS HAYATI	39
A. Definisi	39
<i>Cindy Padua dan Nur Azizah Amaliah</i>	
B. Mikroorganisme	40
<i>Nur Azizah Amaliah dan Cindy Padua</i>	
C. Vertebrata	60

<i>St. Nurhalisa Syam</i>	
D. Invertebrata	63
<i>Norna</i>	
E. Pestisida Nabati	71
<i>Lestari Cahya Ningsih</i>	
DAFTAR PUSTAKA	81

Profil Jurusan Biologi FMIPA UNM

A. Visi, Misi, dan Tujuan Jurusan Biologi FMIPA UNM

1. Visi

Jurusan Biologi menjadi jurusan unggulan pada tahun 2025 dalam bidang riset dan pengajaran ilmu-ilmu hayati, serta berdaya guna secara maksimal melayani masyarakat.

2. Misi

Menyelenggarakan kegiatan akademik, dengan mengoptimalkan pendayagunaan potensi internal dan eksternal secara sehat dan dinamis untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi dan menghasilkan jurusan yang kompetitif.

3. Tujuan

Menghasilkan Sarjana Pendidikan Biologi dan Sains Profesional, memiliki jiwa kewirausahaan, sehingga memungkinkan untuk menjadi agen pembaharu dalam pengembangan kewirausahaan berbasis biologi, menguasai teknologi yang terkait bidang ilmunya, serta menguasai bahasa Inggris sebagai bahasa pengantar didalam berkomunikasi ilmiah/internasional.

B. Pimpinan Jurusan

Ketua Jurusan Biologi	: Dr. Drs. Abd. Muis, M.Si
Sekretaris Jurusan Biologi	: Rachmawaty, S.Si., M.P, Ph.D
Ketua Prodi Pendidikan Biologi	: Dr. Muhiddin P, S.Pd., M.Pd
Ketua Prodi Biologi	: Dr. Ir. Muhammad Junda, M.Si
Kepala Laboratorium Jurusan Biologi	: Dr. A. Mu'nisa, S.Si., M.Si
Kepala Laboratorium Kebun Percobaan Biologi	: Dr. Adnan, M.S

C. Fasilitas Jurusan Biologi FMIPA UNM

Jurusan Biologi sebagai salah satu jurusan yang ada di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar, mempunyai beberapa fasilitas pendukung yang dapat menunjang proses perkuliahan. Beberapa fasilitas yang dimiliki oleh Jurusan Biologi yaitu:

1. Laboratorium

Laboratorium jurusan Biologi FMIPA UNM memiliki sub unit laboratorium yaitu:

- Laboratorium Botani
 - Laboratorium Zoologi
 - Laboratorium Mikrobiologi
 - Laboratorium Bioteknologi dan Biologi Molekuler
 - Laboratorium Kultur Jaringan
 - Laboratorium Mikroteknik
2. Laboratorium Kebun Percobaan Biologi (LKPB)

LKPB atau Lab Kebun Percobaan Biologi sebagai wadah bagi civitas akademika Biologi FMIPA UNM untuk melakukan penelitian, praktikum, dan sebagai media edukasi di bidang biologi.

3. Ruang Microteaching

Ruangan ini digunakan untuk mata kuliah Microteaching yaitu mata kuliah latihan mengajar bagi mahasiswa prodi Pendidikan Biologi.

4. BioNature

BioNature merupakan salah satu fasilitas di jurusan Biologi FMIPA UNM yang bergerak dalam bidang penerbitan jurusan ilmiah.

5. Perpustakaan

6. Ruang Seminar

7. Gedung Kuliah

D. Program Studi Jurusan Biologi FMIPA UNM

1. Program Studi Pendidikan Biologi

Program studi Pendidikan Biologi merupakan program studi yang akan mencetak calon-calon tenaga pengajar biologi. Program studi Pendidikan Biologi dibagi menjadi dua yaitu Pendidikan Biologi (reguler) dan Pendidikan Biologi ICP (bilingual).

2. Program Studi Biologi

Program studi Biologi merupakan salah satu prodi yang ada di jurusan Biologi FMIPA UNM yang akan mencetak sarjana sains (S.Si), mencetak ilmuwan dan peneliti muda yang siap terjun ke dalam masyarakat dan dunia kerja.

Profil UPT BTPH Provinsi Sulawesi Selatan

A. Sejarah UPT BTPH

Awal berdirinya Balai Proteksi Tanaman Pangan dibentuk berdasarkan surat keputusan Menteri Pertanian No. 530/Kpts/org/8/1978 yang merupakan unit pelaksana teknis dibidang proteksi tanaman pangan dalam lingkup Departemen Pertanian yang berada dan bertanggungjawab kepada Direktur Jenderal Pertanian Tanaman Pangan. Balai Proteksi Tanaman Pangan IX (BPTP IX) berkedudukan di Maros yang wilayah kerjanya meliputi Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara dan Sulawesi Tenggara.

Sesuai keputusan Menteri Pertanian No. 469/Kpts/organisasi/1994 tanggal 9 Juni 1994 dan surat keputusan Dirjen Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura No.1.HK.050.84.1984 dan No.1.HK.050.9542 tanggal 12 Juni 1995 BPTP IX diubah menjadi Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura IX (BTPH IX) yang wilayah kerjanya meliputi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara. Sulawesi Tengah dan Sulawesi Utara menjadi Lokasi Proteksi Tanaman yang berkedudukan di Manado.

Tahun 2001, dalam rangka pelaksanaan otonomi daerah, pemerintah pusat menginstruksikan kepada seluruh Gubernur untuk membentuk BTPH di setiap provinsi. Menindak lanjuti hal tersebut, Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan membentuk Unit Pelaksana Teknis Dinas Balai Proteksi Tanaman Pangan Dan Hortikultura (UPTD BTPH) sesuai surat keputusan Gubernur No. 264. tahun 2001.

Sejak tahun 2009 ditetapkan tugas pokok, fungsi dan rincian tugas UPTD Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (BTPH) dengan tanggungjawab menyelenggarakan tugas teknis dinas di bidang pengamatan, peramalan dan pengendalian OPT, dampak fenomena iklim, serta pengawasan pupuk dan pestisida pada tanaman pangan dan hortikultura, dalam melaksanakan tugas tersebut UPTD BTPH mempunyai fungsi pengelolaan di

bidang perlindungan tanaman pangan dan hortikultura di Sulawesi Selatan (Peraturan Gubernur No 44 Tahun 2009 tanggal 18 Pebruari 2009). Pada tahun 2017 ditetapkan Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPTPH) berdasarkan SK Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 23 Tahun 2017.

B. Visi dan Misi Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Sulawesi Selatan

1. Visi

Terwujudnya kemandirian masyarakat petani dalam menerapkan pengendalian hama terpadu (PHT agribisnis) pada sistem pembangunan pertanian berkelanjutan yang berbasis pedesaan dan berwawasan agribisnis.

2. Misi

- 1) Meningkatkan pengetahuan, keterampilan dan kemampuan petani tentang pengendalian hama terpadu (PHT).
- 2) Menciptakan kondisi yang kondusif untuk terbinanya kemandirian petani dalam pengelolaan OPT.
- 3) Meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani dari usaha taninya.
- 4) Melindungi petani dan konsumen hasil pertanian dari akibat samping penggunaan pestisida.
- 5) Mengurangi pencemaran lingkungan dan mempertahankan keanekaragaman hayati ekosistem pertanian.
- 6) Menurunkan tingkat kehilangan hasil (Losses) akibat serangan OPT.

C. Uraian Tugas

UPT Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura melaksanakan kegiatan operasional yang secara berjenjang mulai dari tingkat provinsi, kabupaten dan kecamatan, antara lain:

1. Pengamatan dan pelaporan organisme pengganggu tumbuhan dan dampak perubahan iklim.
2. Peramalan organisme pengganggu tanaman (OPT) dan dampak perubahan iklim (DPI).
3. Kajian teknologi perlindungan tanaman.

4. Pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) dan dampak perubahan iklim (DPI).
5. Surveilance dan pengambilan contoh tanaman.
6. Penyebaran Informasi organisme pengganggu tanaman (OPT).
7. Penetapan rekomendasi pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT).
8. Melakukan bimbingan dan konsultasi masyarakat tani.
9. Membina para petugas perlindungan.
10. Pembinaan terhadap kelembagaan PHT: Petani, Pos Pelayanan Agens Hayati (PPAH), Klinik PHT, Regu Pengendali Hama (RPH) dan Kecamatan PHT.

Kegiatan teknis operasional tersebut dilaksanakan pada 2 Seksi yang ada pada UPT Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura yaitu Seksi Diagnosis dan Peramalan OPT/DPI dan Seksi Pengendalian OPT/DPI dan Pengawasan Pupuk dan Pestisida, yang ditunjang oleh unit kerja antara lain:

1. Instalasi Pengamatan Peramalan dan Pengendalian OPT

Instalasi Pengamatan, Peramalan dan Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (IP3OPT) sebanyak 5 (lima) unit yang berkedudukan di Luwu, Bone, Bulukumba, Maros dan Pinrang, yang mempunyai tugas teknis bidang pengamatan, peramalan dan pengendalian organisme pengganggu tumbuhan dan dampak perubahan iklim dalam wilayah kerjanya.

2. Laboratorium Pengujian Pestisida

Laboratorium Pengujian Pestisida dipimpin oleh penanggung jawab laboratorium yang mempunyai tugas pokok melaksanakan pengujian residu dan formulasi pestisida pada UPT Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura. Laboratorium Pengujian pestisida berkedudukan di Maros dan hanya satu satunya Laboratorium Pengujian Pestisida untuk wilayah Indonesia Timur dan telah terakreditasi dari Komite Akreditasi Nasional (KAN).

3. Laboratorium OPT

Laboratorium Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dipimpin oleh penanggung jawab laboratorium yang mempunyai tugas pokok melaksanakan identifikasi hama dan penyakit tanaman pangan dan hortikultura pada UPT

Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura. Laboratorium OPT berkedudukan di Maros dan telah mendapat pengakuan (bersertifikat) dari Komite Akreditasi Nasional (KAN) dengan menerapkan system manajemen mutu ISO 9001:2015 untuk melakukan kegiatannya.

4. Laboratorium Agensi Hayati

Laboratorium Agensi Hayati dipimpin oleh penanggung jawab laboratorium yang mempunyai tugas pokok melaksanakan pengembangan dan pemasyarakatan agensi hayati pada UPT Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura. Laboratorium Agensi Hayati berkedudukan di Maros dan juga telah mendapat pengakuan (bersertifikat) dari Komite Akreditasi Nasional (KAN) dengan menerapkan system manajemen mutu ISO 9001:2015 untuk melakukan kegiatannya

5. Petugas Pengamat Hama Penyakit

Petugas pengamat hama penyakit adalah pendukung tugas dan fungsi UPT Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura. Petugas pengamat hama penyakit ini adalah petugas terdepan yang memegang peranan penting dalam penanganan OPT dan DPI pada tanaman pangan dan hortikultura. Petugas pengamat hama penyakit yang ditugaskan pada setiap wilayah pengamatan (kecamatan) mempunyai tugas pokok melaksanakan pengamatan dan melaporkan keadaan OPT dan bencana alam, menyusun rekomendasi pengendalian OPT serta melaksanakan pengawasan pestisida pada wilayah kerjanya.

BAB I

PADI (*Oryza sativa*)

A. Morfologi

Berdasarkan literatur Fadhla dan Hamidi (2019), padi dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan kedalam :

Regnum	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub-divisio	: Angiospermae
Classis	: Monokotil (monocotyledoneae)
Ordo	: Glumiflorae (Poales)
Familia	: Gramineae (Poaceae)
Subfamilia	: Oryzoideae
Genus	: <i>Oryza</i>
Species	: <i>Oryza sativa</i> L.

Oryza spp. memiliki keragaman sifat morfologis pada setiap kelompok spesiesnya. Keragaman morfologis kuantitatif yang luas umumnya terdapat pada karakter tinggi tanaman, jumlah anakan, umur berbunga, jumlah gabah, total per malai, panjang bulu, dan diameter batang. Sedang karakter dengan keragaman sempit terdapat pada panjang malai, bobot 1.000 butir, ukuran gabah, jumlah dan panjang ruas. Pada karakter kualitatif keragaman terdapat pada morfologi bulir, batang, ligule, dan daun. Sedangkan pada morfologis malai spesies padi liar didominasi oleh tipe malai terbuka tegak dan tidak bercabang (Suhartini, 2010).

Karakter Morfologis meliputi pengamatan tinggi tanaman, luas daun, biomassa dan jumlah anakan diambil dari sampel yang sama, yaitu tiap petak diambil sampel sebanyak lima rumpun pada saat fase pembungaan. Tinggi tanaman diukur mulai dari pangkal tanaman dari permukaan tanah sampai pada malai tertinggi dengan menggunakan

meteran. Luas daun diukur dengan menggunakan leaf area meter. Jumlah anakan dihitung langsung di lapangan secara visual dengan menggunakan handcounter. Biomassa tanaman diambil hanya bagian atasnya saja tanpa bagian akar tanaman (Harjoso, dkk., 2011).

Morfologi Varietas Padi di lahan sawah UPT-BTPH Kabupaten Maros

1. Inpari 32

Komoditas: Padi Sawah Irigasi. Tahun: 2013. Asal Seleksi: Ciherang/IRBB64. Bentuk gabah: Medium. Bentuk tanaman: Tegak. Berat 1000 butir: 27,1 gram. Daun bendera: Tegak. Kadar amilosa: \pm 23,46%. Kerebahan: Agak tahan. Nomor seleksi: BP10620F-BB4-15-BB8. Potensi hasil: 8,53 ton/ha GKG. Rata-rata hasil: 6,30 t/ha. Tekstur nasi: Sedang. Tinggi tanaman: 97 cm. Umur tanaman: 120 hari. Keterangan: Memiliki ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri strain III, agak tahan terhadap hawar daun bakteri strain IV, tahan terhadap blast ras 033, agak tahan terhadap tungro, dan agak rentan terhadap wereng coklat biotipe 1, 2, dan 3. Rasa nasi pulen dengan kadar amilosa 21,8%. Status: Komersial.



Gambar 1.1 Varietas Padi Inpari 32

2. Ciliwung

Nomor seleksi: B4183B-PN-33-6-1-2. Asal persilangan: IR38//2*Pelita I-1/IR4744-128-4-1-2. Golongan: Cere. Umur tanaman: 117 - 125 hari. Bentuk tanaman: Tegak. Tinggi tanaman: 114 - 124 cm. Anakan produktif: 18 - 25 batang. Warna batang: Hijau. Warna lidah daun: Tidak berwarna. Warna daun: Hijau tua. Muka daun: Kasar. Posisi daun: Tegak. Daun bendera: Miring sampai tegak. Bentuk gabah: Sedang sampai ramping. Warna gabah: Kuning bersih. Kerontokan: Sedang. Kerebahan: Tahan. Tekstur nasi: Pulen. Kadar amilosa: 22%. Indeks Glikemik: 86. Bobot 1000 butir: 23 g. Rata-rata hasil: 4,8 t/ha. Potensi hasil: 6,5 t/ha. Ketahanan terhadap Hama Penyakit: Tahan wereng coklat biotipe 1, 2 dan rentan wereng coklat biotipe 3 dan agak tahan terhadap hawar daun bakteri strain IV.



Gambar 1.3 Varietas Padi Ciliwung

3. Ciherang

Nomor Seleksi: S3383-ID-PN-3-1. Asal Persilangan: IR18349-53-1-3-1-3/³*IR19961-131-3-13//⁴*IR64. Golongan: Cere. Umur tanaman: 116-125 hari. Bentuk Tanaman: Tegak. Tinggi

Tanaman: 107-115 cm. Anakan Produktif: 14-17 batang. Warna batang: Hijau. Warna lidah daun: Tidak berwarna. Warna daun: Hijau. Muka daun: kasar pada sebelah bawah. Posisi daun: Tegak. Daun bendera: Tegak. Bentuk gabah: Panjang ramping. Warna gabah: Kuning bersih. Kerontokan: Sedang. Kerabahan: Sedang. Tekstur nasi: Pulen. Kadar amilosa: 23%. Indeks Glikemik: 54. Bobot 1000 butir: 28 g. Rata-rata hasil: 6,0 t/ha. Potensi hasil: 8,5 t/ha. Ketahanan terhadap Hama Penyakit: Tahan terhadap wereng coklat biotipe 2 dan agak tahan biotipe 3 dan Tahan terhadap hawar daun bakterisrain III dan IV.



Gambar 1.2 Varietas Padi Ciherang

B. Pemeliharaan

1. Varietas Unggul Baru (VUB)

VUB (Varietas Unggul Baru) yang digunakan yaitu mampu beradaptasi dengan lingkungan untuk menjamin pertumbuhan tanaman yang baik, hasil tinggi dan kualitas baik serta rasa nasi diterima pasar. Tanam VUB secara bergantian untuk memutus siklus hidup hama dan penyakit. Saat ini telah tersedia berbagai varietas

unggul yang dapat dipilih sesuai dengan kondisi wilayah, mempunyai produktivitas tinggi, dan sesuai permintaan konsumen (Tim Penyusun BPTP Aceh, 2009).

2. Benih Bermutu

Benih bermutu adalah benih dengan vigor tinggi dan bersertifikat. Pemilihan benih bermutu dilakukan dengan cara :

- a. Merendam benih dalam larutan garam dengan menggunakan indikator telur. Telur diletakkan didasar air dan masukkan garam sampai telur mulai terangkat kepermukaan, kemudian telur diambil dan benih dimasukkan ke dalam air garam, selanjutnya benih yang mengambang dibuang.
- b. Dapat juga dengan cara membuat larutan garam dapur (30 gr garam dapur dalam 1 lt air) atau larutan pupuk ZA (1 kg pupuk ZA dalam 2,7 lt air), masukkan benih ke dalam larutan garam atau pupuk ZA (Volume larutan 2 kali volume benih), kemudian diaduk-aduk dan benih yang mengambang dibuang.

Keuntungan menggunakan benih bermutu : Benih tumbuh cepat dan serempak, jika disemaikan akan menghasilkan bibit yang tegar dan sehat, pada saat ditanam pindah bibit tumbuh lebih cepat, jumlah tanaman optimum, sehingga akan memberikan hasil yang lebih tinggi (Tim Penyusun BPTP Aceh, 2009).

3. Persemaian

Penanaman seluas 1 ha, benih yang dibutuhkan sebanyak \pm 20 kg. Benih bernas (yang tenggelam) dibilas dengan air bersih dan kemudian direndam dalam air selama 24 jam. Selanjutnya diperam dalam karung selama 48 jam dan dijaga kelembabannya dengan cara membasahi karung dengan air. Untuk benih hibrida langsung direndam dalam air dan selanjutnya diperam. Luas persemaian sebaiknya 400 m² /ha (4% dari luas tanam). Lebar bedengan 5

pembibitan 1,0-1,2 m dan diberi campuran pupuk kandang, serbuk kayu dan abu sebanyak 2 kg/m² . Penambahan ini memudahkan pencabutan bibit padi sehingga kerusakan akar bisa dikurangi. Antar bedengan dibuat parit sedalam 25-30 cm (Tim Penyusun BPTP Aceh, 2009).

4. Persiapan Lahan

Pengolahan tanah dapat dilakukan secara sempurna (2 kali bajak dan 1 kali garu) atau minimal atau tanpa olah tanah sesuai keperluan dan kondisi tanah. Faktor yang menentukan adalah kemarau panjang, pola tanam, jenis tanah atau tekstur tanah. Dua minggu sebelum pengolahan tanah taburkan bahan organik secara merata di atas hamparan sawah. Bahan organik yang digunakan dapat berupa pupuk kandang sebanyak 2 ton/ha atau kompos jerami sebanyak 5 ton/ha (Tim Penyusun BPTP Aceh, 2009).

5. Umur Bibit yang Tepat

Tanaman padi dengan perlakuan umur bibit 14 hari mampu meningkatkan padi sawah dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan umur bibit 7 hari. Bibit umur muda yaitu 7 hari dan 14 hari mampu menghasilkan bobot kering total tanaman yang tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh laju fotosintesis pada tanaman dengan bibit muda yang berlangsung dengan baik yang ditandai dengan pertumbuhan dan perkembangan cepat sehingga fotosintat yang dihasilkan berupa biomassa tanaman seperti akar, daun dan batang akan semakin banyak pula. Sedangkan untuk laju banyak pula. Hal ini menunjukkan hubungan luas daun dan indeks luas daun dengan produksi biomassa tanaman terjalin melalui proses fotosintesis. Pada komponen indeks panen, bibit umur 7 dan 14 hari mampu meningkatkan nilai indeks panen. Pindah lapang bibit umur 7 dan 14 hari diduga tidak mengakibatkan tanaman mengalami cekaman.

Pada saat pindah lapang, bibit umur 7 dan 14 hari masih mempunyai cadangan makanan dalam endosperm sehingga perubahan lingkungan tumbuh tidak mengakibatkan cekaman. Pertumbuhan awal tanaman yang relatif lebih sehat pada kedua umur bibit tersebut diikuti oleh laju distribusi bahan kering yang meningkat pula. Akumulasi bahan kering mencerminkan kemampuan tanaman dalam mengikat energi dan cahaya matahari melalui proses fotosintesis, serta interaksi dengan faktor lingkungan tumbuh tanaman. Distribusi akumulasi bahan kering pada bagian-bagian tanaman seperti akar, batang, dan daun dapat mencerminkan produktivitas tanaman. Berbeda dengan bibit umur 7 hari dan 14 hari, bibit umur 21 hari dan 28 hari sudah terpisah dari biji dan tidak mempunyai cadangan makanan lagi saat dilakukan pindah lapang (Anggraini, dkk., 2013).

Umur pindah bibit tanaman padi harus tepat untuk mengantisipasi perkembangan akar yang secara umum berhenti pada umur 42 hari sesudah semai, sementara jumlah anakan produktif akan mencapai maksimal pada umur 49-50 hari sesudah semai. Penanaman bibit muda memiliki beberapa keunggulan, antara lain tanaman dapat tumbuh lebih baik dengan jumlah anakan cenderung lebih banyak dan perakaran bibit berumur kurang dari 15 hari lebih cepat beradaptasi dan cepat pulih dari cekaman akibat dipindahkan dari persemaian ke lahan pertanaman. Secara umum, sistem tanam dan umur bibit pada tanaman padi sawah diketahui berpengaruh terhadap pertumbuhan maupun hasil padi sawah (Anggraini, dkk., 2013).

6. Pengaturan Sistem Tanam

Peningkatan produktivitas padi (*Oryza sativa* L.) melalui penerapan beberapa jarak tanam dan sistem tanam. Jarak tanam dipengaruhi oleh sifat varietas padi yang ditanam dan kesuburan tanah. Varietas padi yang memiliki sifat menganak tinggi

membutuhkan jarak tanam lebih lebar jika dibandingkan dengan varietas yang memiliki daya perankannya rendah. Semakin renggang jarak tanam, semakin banyak jumlah anakan produktif per rumpun. Jumlah anakan produktif paling banyak per rumpun adalah pada jarak tanam 30 cm x 30 cm, yaitu berbeda nyata dengan jumlah anakan pada jarak tanam 25 cm x 25 cm. Sementara itu jumlah anakan paling sedikit per rumpun adalah pada jarak tanam 20 cm x 20 cm, yang mana berbeda nyata dengan jumlah anakan pada jarak tanam 25 cm x 25 cm. Sistem legowo adalah cara tanam padi sawah yang memiliki beberapa barisan tanaman kemudian diselingi oleh 1 baris kosong dimana jarak tanam pada barisan pinggir $\frac{1}{2}$ kali jarak tanaman pada baris tengah. Hasil penelitian, tipe terbaik untuk mendapatkan produksi gabah tertinggi dicapai oleh legowo 4:1 dan untuk mendapat bulir gabah berkualitas benih dicapai oleh legowo 2:1. Pada prinsipnya sistem tanam jajar legowo adalah meningkatkan populasi dengan cara mengatur jarak tanam. Sistem tanam ini juga memanipulasi tata letak tanaman, sehingga rumpun tanaman sebagian besar menjadi tanaman pinggir. Tanaman padi yang berada di pinggir akan mendapatkan sinar matahari yang lebih banyak, sehingga menghasilkan gabah lebih tinggi dengan kualitas yang lebih baik. Pada cara tanam legowo 2:1, setiap dua baris tanaman diselingi satu barisan kosong dengan lebar dua kali jarak barisan, namun jarak tanam dalam barisan dipersempit menjadi setengah jarak tanam aslinya (Satria, dkk., 2017).

Sistem tanam padi yang biasa diterapkan petani adalah sistem tanam tegel dengan jarak 20 X 20 cm atau lebih rapat lagi. Namun, saat ini telah dikembangkan sistem penanaman yang baru yaitu sistem jajar legowo. Jajar legowo merupakan perubahan teknologi jarak tanam padi yang dikembangkan dari sistem tanam tegel yang telah berkembang di masyarakat. Istilah legowo diambil dari Bahasa

Jawa, Banyumas, terdiri atas kata lego dan dowo; lego berarti luas dan dowo berarti memanjang. Prinsip dari sistem tanam jajar legowo adalah pemberian kondisi pada setiap barisan tanam padi untuk mengalami pengaruh sebagai tanaman pinggir. Secara umum, tanaman pinggir menunjukkan hasil lebih tinggi daripada tanaman yang ada di bagian dalam barisan. Tanaman pinggir juga menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik karena persaingan tanaman antar barisan dapat dikurangi. Penerapan cara tanam sistem legowo memiliki beberapa kelebihan yaitu, sinar matahari dapat dimanfaatkan lebih banyak untuk proses fotosintesis, pemupukan dan pengendalian organisme pengganggu tanaman menjadi lebih mudah dilakukan di dalam lorong-lorong. Selain itu, cara tanam padi sistem legowo juga meningkatkan populasi tanaman (Anggraini, dkk., 2013).

Cara tanam dengan sistem legowo mempunyai beberapa keuntungan yaitu tanaman berada pada bagian pinggir sehingga mendapatkan sinar matahari yang optimal yang menyebabkan produktivitas tinggi, memudahkan dalam pengendalian gulma dan hama/penyakit, penggunaan pupuk lebih efektif dan adanya ruang kosong untuk pengaturan saluran air. Sistem tanam jajar legowo merupakan sistem tanam yang memperhatikan larikan tanaman, sistem tanam jajar legowo merupakan tanam berselang seling antara dua atau lebih baris tanaman padi dan satu baris kosong. Keuntungan dari sistem tanam jajar legowo adalah menjadikan semua tanaman atau lebih banyak tanaman menjadi tanaman pinggir. Tanaman pinggir akan memperoleh sinar matahari yang lebih banyak dan sirkulasi udara yang baik, unsur hara yang lebih merata, serta mempermudah pemeliharaan tanaman. Jarak tanam pada budidaya padi dengan sistem tanam pindah merupakan salah satu faktor produksi yang sangat penting sebagai penentu tercapainya peningkatan produksi. Dengan jarak tanam yang sangat

rapat biaya produksi meningkat dan apabila sangat lebar populasi tanaman menurun pada akhirnya mengakibatkan hasil panen menurun. Penggunaan jarak tanam pada dasarnya adalah memberikan kemungkinan tanaman untuk tumbuh dengan baik tanpa mengalami banyak persaingan dalam hal mengambil air, unsur-unsur hara, dan cahaya matahari. Jarak tanam yang tepat penting dalam pemanfaatan cahaya matahari secara optimal untuk proses fotosintesis. Dalam jarak tanam yang tepat, tanaman akan memperoleh ruang tumbuh yang seimbang (Donggulo, dkk., 2017).

7. Pengairan Berselang

Pemberian air berselang (*intermittent*) adalah pengaturan kondisi sawah dalam kondisi kering dan tergenang secara bergantian. Tujuan pengairan berselang adalah:

- a. Menghemat air irigasi sehingga areal yang dapat diairi lebih luas
- b. Memberi kesempatan akar tanaman memperoleh udara lebih banyak sehingga dapat berkembang lebih dalam. Akar yang dalam dapat menyerap unsur hara dan air yang lebih banyak
- c. Mencegah timbulnya keracunan besi
- d. Mencegah penimbunan asam organik dan gas H_2S yang menghambat perkembangan akar
- e. Mengaktifkan jasad renik (mikroba tanah) yang bermanfaat
- f. Mengurangi kerebahan
- g. Mengurangi jumlah anakan yang tidak produktif (tidak menghasilkan malai dan gabah)
- h. Menyeragamkan pemasakan gabah dan mempercepat waktu panen
- i. Memudahkan pembenaman pupuk ke dalam tanah (lapisan olah)
- j. Memudahkan pengendalian hama keong mas, mengurangi penyebaran hama wereng coklat dan penggerek batang serta mengurangi kerusakan tanaman padi karena hama tikus.

Cara pemberian air yaitu saat tanaman berumur 3 hari, petakan sawah diairi dengan tinggi genangan 3 cm dan selama 2 hari berikutnya tidak ada penambahan air. Pada hari ke-4 lahan sawah diairi kembali dengan tinggi genangan 3 cm. Cara ini dilakukan terus menerus sampai fase anakan maksimal. Mulai fase pembentukan malai sampai pengisian biji, petakan sawah digenangi terus. Sejak 10 - 15 hari sebelum panen sampai saat panen tanah dikeringkan. Pada tanah berpasir dan cepat menyerap air, waktu pergiliran pengairan harus diperpendek. Apabila ketersediaan air selama satu musim tanam kurang mencukupi, pengairan bergilir dapat dilakukan dengan selang 5 hari. Pada lahan sawah yang sulit dikeringkan, pengairan berselang tidak perlu dipraktekkan karena tidak membantu proses pengairan berselang (Tim Penyusun BPTPH Aceh, 2009).

Pengairan dilakukan dengan pengairan *intermittent* (pola pengairan terputus). Ketika padi berumur 1 – 8 hst, keadaan air di lahan adalah “macak-macak”. Air kembali digenangkan dengan ketinggian 2 - 3 cm selama 1 malam (untuk mempermudah penyiangan I). Setelah penyiangan, sawah kembali dikeringkan sampai padi mencapai umur 18 hari setelah tanam. Pada umur 19 - 20 sawah kembali diairi dalam kondisi maca-macak untuk memudahkan penyiangan II. Selanjutnya setelah padi berbunga, sawah diairi kembali setinggi 1 – 2 cm dan kondisi ini dipertahankan sampai padi “masak susu” (kurang lebih 15 – 20 hari sebelum panen). Kemudian sawah dikeringkan sampai saat panen tiba. Sesudah padi berumur 9 - 10 hst (Harjoso, dkk., 2011).

8. Pemupukan

Pemupukan berimbang, yaitu pemberian berbagai unsur hara dalam bentuk pupuk untuk memenuhi kekurangan hara yang dibutuhkan tanaman berdasarkan tingkat hasil yang ingin dicapai

dan hara yang tersedia dalam tanah. Untuk setiap ton gabah yang dihasilkan, tanaman padi membutuhkan hara N (Nitrogen) sekitar 17,5 kg yang berfungsi untuk menyusun asam amino, asam nukleat, nukleotida dan klorofil pada tanaman, P (Phosphor) sebanyak 3 kg bersih yang berfungsi sebagai penyimpanan dan transfer energi untuk seluruh aktivitas metabolisme tanaman, K (Kalium) sebanyak 17 kg yang berfungsi sebagai aktivator enzim dan membantu penyerapan air dan unsur hara pada tanaman. Dengan demikian jika kita ingin memperoleh hasil gabah tinggi, sudah barang tentu diperlukan pupuk yang lebih banyak. Namun demikian tingkat hasil yang ditetapkan juga memperhatikan daya dukung lingkungan setempat dengan melihat produktivitas padi pada tahun-tahun sebelumnya. Agar efektif dan efisien, penggunaan pupuk disesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan ketersediaan hara dalam tanah (Tim Penyusun BPTP Aceh, 2009).

9. Pengendalian Gulma secara Terpadu

Gulma dikendalikan dengan cara pengolahan tanah sempurna, mengatur air dipetakan sawah, menggunakan benih padi bersertifikat, hanya menggunakan kompos sisa tanaman dan kompos pupuk kandang dan menggunakan herbisida apabila infestasi gulma sudah tinggi. Pengendalian gulma secara manual dengan menggunakan kosrok (landak) sangat dianjurkan, karena cara ini sinergis dengan pengelolaan lainnya. Pengendalian gulma secara manual hanya efektif dilakukan apabila kondisi air di petakan sawah macak-macak atau tanah sawah jenuh air (Tim Penyusun BPTP Aceh, 2009).

10. Pengendalian Hama dan Penyakit Terpadu

Pengendalian hama dan penyakit terpadu (PHT) merupakan pendekatan pengendalian yang memperhitungkan faktor ekologi

sehingga pengendalian dilakukan agar tidak terlalu mengganggu keseimbangan alami dan tidak menimbulkan kerugian besar. Pengendalian Hama dan Penyakit Terpadu merupakan paduan berbagai cara pengendalian hama dan penyakit, diantaranya yaitu melakukan monitoring populasi hama dan kerusakan tanaman sehingga penggunaan teknologi pengendalian dapat lebih tepat. Hama yang sering di sawah yaitu: keong mas, wereng coklat, penggerek batang, tikus, walang sangit, penyakit hawar daun, bakteri dan penyakit blast (Tim Penyusun BPTP Aceh, 2019).

C. Siklus Hidup

Pertanaman padi terdapat tiga fase pertumbuhan. Kebutuhan air pada ketiga fase tersebut bervariasi yaitu pada fase pembentukan anakan aktif, anakan maksimum, inisiasi pembentukan malai, fase bunting dan fase pembungaan (Tim Penyusun BBPADI, 2016). Ketiga fase tersebut antara lain:

1. Vegetatif awal, yaitu masa pertumbuhan hingga masa pembentukan bakal malai.

Benih biasanya dikecambahkan melalui perendaman selama 24 jam. Pada hari ke 2 atau ke 3 setelah benih disebar di persemaian, daun pertama menembus keluar. Akhir tahap ini memperlihatkan daun pertama yang muncul masih melengkung dan bakal akar memanjang. Tahap pertunasan mulai begitu benih berkecambah sampai dengan sebelum anakan pertama muncul. Selama tahap ini, tunas terus tumbuh, dua daun lagi terbentuk. Pembentukan anakan berlangsung sejak muncul anakan pertama sampai pembentukan anakan maksimum tercapai. Tanaman memanjang dan aktif membentuk anakan. Pada tahap ini, anakan terus bertambah sampai pada titik dimana sukar dipisahkan dari batang pemanjangan batang. Pemanjangan batang tahapan ini terjadi sebelum pembentukan malai atau terjadi pada tahap akhir

pembentukan anakan. Anakan terus meningkat dalam jumlah dan tingginya. Hal ini diikuti oleh memanjangnya batang atau ruas batang, dan akhirnya sampai ke tahap pembentukan malai.

2. Masa reproduktif yaitu masa bakal malai sampai pembungaan.

Pertama kali muncul pada ruas buku utama kemudian pada anakan dengan pola tidak teratur. Saat malai terus berkembang, bulirnya terlihat. Malai muda meningkat dalam ukuran dan berkembang ke atas di dalam pelepah daun bendera menyebabkan pelepah daun menggebung atau bunting. Bunting terlihat pertama kali pada ruas batang utama. Keluarnya bunga atau malai dikenal sebagai tahap keluar malai. Malai terus berkembang sampai keluar seutuhnya dari pelepah daun. Tahap pembungaan dimulai ketika serbuk sari menonjol keluar dari bulir dan terjadi proses pembuahan. Kelopak bunga kemudian menutup. Serbuk sari jatuh ke putik, sehingga terjadi pembuahan.

3. Masa pematangan yaitu masa pembungaan hingga gabah matang.

Pada tahap ini gabah mulai terisi dengan bahan serupa susu/larutan putih susu. Malai hijau mulai merunduk dan gabah setengah matang. Pada tahap ini, isi gabah yang menyerupai susu berubah menjadi gumpalan lunak dan akhirnya mengeras dan gabah pada malai mulai menguning. Seiring menguningnya malai, ujung dua daun terakhir pada setiap anakan mengering. Gabah berubah menjadi kuning dan keras. Daun bagian atas mengering dengan cepat namun daun dari sebagian varietas ada yang tetap hijau.

Padi varietas lokal pada umumnya berumur dalam (lebih dari 120 hari), sedangkan padi varietas unggul berumur genjah (sekitar 110 hari). Umur tanaman padi dapat diklasifikasikan yaitu: (1) Dalam, lebih dari 151 hari setelah sebar (HSS); (2) Sedang, 125 - 150 HSS; (3) Genjah, 105 – 124 HSS; (4) Sangat genjah, 90 - 104 HSS; dan (5) Ultra genjah kurang dari 90 HSS (Tim Penyusun BBPADI, 2016).

BAB II

ORGANISME PENGANGGU TANAMAN

A. Definisi

Organisme pengganggu tanaman (OPT) adalah semua organisme yang berpotensi dapat menurunkan hasil yang secara langsung karena menimbulkan kerusakan fisik, gangguan fisiologi dan biokimia, atau kompetisi hara terhadap tanaman budidaya. OPT terbagi menjadi tiga secara garis besar yaitu hama, penyakit dan gulma. Hama dapat disebabkan oleh serangga, tungau, vertebrata dan moluska (Wibowo dan Sutikno, 2016).

Faktor iklim sangat mempengaruhi perkembangan hama. Faktor iklim yang dimaksud adalah baik iklim langsung maupun tidak langsung. Fakto-faktor tersebut meliputi temperatur, kelembaban udara dan fotoperiodisitas yang berpengaruh langsung terhadap siklus hidup, lama hidup, serta kemampuan diapause hama. Baik buruknya pertanian di Indonesia, itu dipengaruhi oleh adanya perubahan iklim. Akibat perubahan iklim ini, dapat menimbulkan dampak baik secara langsung maupun tidak langsung melalui serangan OPT. Fluktuasi suhu dan kelembaban udara yang semakin meningkat mampu menstimulasi pertumbuhan dan perkembangannya.

OPT pada tanaman padi dipengaruhi oleh lingkungan. Lingkungan merupakan kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan dan makhluk hidup. Tanaman dalam hal ini adalah tanaman padi, berat intensitas OPT-nya akan ditentukan oleh lamanya keadaan lingkungan yang menguntungkan untuk timbul dan berkembang. Perubahan lingkungan yang sering kali terjadi dapat mengakibatkan OPT yang hidup di dalamnya juga ikut berubah-ubah untuk menyesuaikan diri.

Perkembangan OPT dipengaruhi oleh dua faktor. Faktor tersebut yaitu yang pertama disebut dengan faktor dalam. Faktor ini berada

dalam tubuh organisme itu sendiri seperti organ tubuh serta keadaan fisiologisnya. Faktor yang kedua disebut dengan faktor luar. Faktor ini berada diluar tubuh organisme yang berpengaruh langsung atau tidak langsung terhadap organisme itu sendiri yaitu faktor fisis, biotik, maupun makanan. Kerjasama oleh kedua faktor tersebut dapat membentuk corak lingkungan hidup yang berbeda dan bersifat menekan ataupun merangsang perkembangan OPT. OPT dalam hal ini dinyatakan dapat merangsang perkembangan kedua faktor tersebut dengan sangat pesat. Penggerek batang padi putih merupakan salah satu OPT pada pertanaman padi yang dapat menerima rangsangan dari kedua faktor tersebut.

Salah satu faktor penting bagi petani dalam menghadapi situasi dan kondisi adanya serangan OPT yaitu dengan dilakukannya peramalan dan pemetaan OPT. Adanya pengetahuan menyangkut kedua hal ini, akan dapat membantu para petani untuk mengetahui penanganan yang tepat terhadap hama yang menyerang. Sistem pemetaan dan peramalan serangan OPT merupakan sebuah terobosan baru yang ada di bidang pertanian. Maka dari itu, sistem pemetaan dan peramalan serangan OPT diharapkan dapat membantu para petani untuk mencegah dan mengurangi serangan hama yang banyak menyerang wilayah pertanian.

Serangan OPT benar-benar butuh untuk mendapat solusi dalam memberantasnya. Angka serangan OPT harus tetap ditekan. Solusi terbaik yang bisa dilakukan dan diberikan terhadap tanaman padi yang terserang OPT adalah dengan diberlakukannya sistem yang dapat memetakan dan meramalkan serangan OPT. Sistem pemetaan dan peramalan OPT ini diharapkan dapat memetakan serangan OPT dan juga diharapkan dapat meramalkan serangan – serangan hama pada tanaman padi untuk jangka waktu yang tidak singkat (masa yang akan datang).

OPT dapat dikategorikan kedalam kerusakan mutlak dan kerusakan tidak mutlak tergantung intensitas serangannya. Kerusakan mutlak adalah kerusakan yang terjadi secara permanen/keseluruhan pada tanaman yang dapat menimbulkan kerugian karena dapat mengakibatkan kematian. Batas maksimal serangan OPT ketika tanaman padi berada pada fase vegetatif adalah > 10% dan ketika tanaman padi berada pada fase generatif, ambang maksimalnya adalah > 5%. Sedangkan kerusakan tidak mutlak adalah kerusakan sebagian tanaman dan tidak mengakibatkan kematian. Batas maksimal intensitas serangan hama putih palsu ketika tanaman padi berada pada fase vegetatif adalah > 45% dan ketika tanaman padi berada pada fase generatif, ambang maksimalnya adalah > 25%.

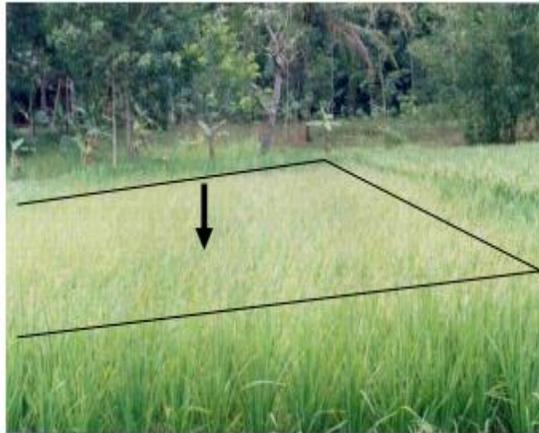
B. Vertebrata

1. Tikus

Salah satu kendala utama dalam budidaya tanaman padi adalah adanya serangan hama tikus (*Rattus-rattus* spp.), terutama pada musim tanam gadu atau musim kemarau. Hama tikus di Indonesia menempati urutan pertama pada pertanaman padi, kemudian diikuti oleh penggerek batang, wereng coklat, dan walang sangit. Peringkat tersebut juga memperlihatkan bahwa di Asia Tenggara tikus juga menempati urutan pertama, diikuti oleh hama-hama utama yang lain dengan peringkat yang hampir sama (Solikhin dan Purnomo, 2008).

Pola kerusakan (serangan) yang disebabkan oleh hama berupa tikus yang ada di areal persawahan pada umumnya ditemukan tanaman padi dengan pertumbuhan di bagian tengah lebih pendek karena rusak terserang dan sering menyisakan bagian pinggir saja yang tidak terserang. Areal persawahan jika ditanami varietas yang seragam tidak menutup kemungkinan akan menjadi pola serangan yang tampaknya tidak hanya berlaku pada varietas

padi yang disukai tikus tetapi juga pada varietas padi yang kurang disukai tikus.



Gambar 1. Pola serangan tikus menyerupai stadion sepakbola pada varietas Cisadane

Kerusakan tanaman pertanian di lapangan pada umumnya banyak disebabkan oleh adanya serangan oleh hewan vertebrata dalam hal ini yang dimaksud adalah tikus. Serangan yang dilakukan oleh tikus ini terhadap padi tak hanya dilakukan areal persawahan saja. Namun, tikus juga sering kali menyerang produk pertanian (padi) yang ada di gudang penyimpanan. Tinggi rendahnya populasi tikus yang menyerang ketika di areal persawahan akan menentukan tingkat kerusakan yang diakibatkan. Kerusakan tersebut dapat bervariasi tergantung dari stadium tanaman yang dirusakny. Fuso atau yang disebut juga dengan hilangnya hasil pertanian secara menyeluruh sudah banyak dialami oleh para petani. Hal ini pun disebabkan oleh serangan tikus di areal persawahan.

2. Burung

Hama vertebrata kedua yang seringkali mengganggu tanaman pangan dalam hal ini adalah padi, yaitu hama burung. Penurunan produksi tanaman padi yang disebabkan oleh serangan hama burung juga merupakan salah satu musuh utama bagi petani.

Menurunnya hasil panen dapat disebabkan oleh meningkatnya populasi burung dan diikuti oleh meningkatnya intensitas serangan yang dilakukan oleh hama burung terhadap tanaman padi. Penyerangan yang dilakukan oleh hama burung kerap dilakukan ketika tanaman padi menjelang panen. Akibat dari serangan tersebut dapat berupa padi mengering dan biji yang didapat sudah tidak berisi lagi. Kerugian besar dapat dialami oleh petani ketika hal ini terjadi.



Gambar 1. Hama Burung
(<https://sainsterkini.com>)

Burung menyerang tanaman padi secara bersamaan sehingga mengurangi hasil panen hingga 50%. Burung pipit adalah jenis hama dari kelas unggas (aves) pemakan biji-bijian yang menyerang mulai pada tanaman padi untuk memakan biji atau bulir padi. Burung yang mempunyai nama ilmiah *Lonchura striata* ini menyerang tanaman padi pada saat tanaman padi berumur 70-80 hari atau pada saat tanaman padi mulai dalam proses mengisi bulir padi.

Hama burung yang sering menyerang tanaman padi adalah jenis burung pipit. Bergerombol adalah cara mereka melakukan serangan terhadap tanaman padi. Mereka datang beramai-ramai di

areal persawahan untuk melakukan serangan tersebut. Serangan yang dilakukan kawanan burung pipit ini terjadi pada waktu-waktu tertentu. Waktu tersebut yaitu di pagi hari (sekitar pukul 06.00-10.00) dan sore hari (sekitar pukul 15.00-18.00). Pada waktu-waktu inilah biasanya para petani melakukan penjagaan yang ketat guna untuk mengurangi bahkan mencegah serangan yang akan dilakukan oleh kawanan burung pipit tersebut terhadap tanaman padi mereka. Penjagaan yang dilakukan ini tentunya sangat melelahkan dan merepotkan terkhusus bagi petani yang memiliki lahan persawahan dengan areal cukup luas. Hal ini juga sering membuat para petani cukup sulit untuk menanganinya.

C. Invertebrata

1. Insekta (Serangga)

a. Hama putih (*Nymphula depunctalis*)



Sumber: Laboratorium OPT

Hama putih merupakan salah satu jenis hama yang dapat menyerang tanaman padi. Hama putih ini memiliki bentuk seperti kupu-kupu atau ngengat yang berwarna putih dan terdapat bulu-bulu halus disekitar tubuhnya Menurut Manueke dkk (2017), hama ini memiliki ciri-ciri berupa imago yang berwarna putih krem yang memiliki 2 buah titik hitam dan bercak berwarna kecoklatan.

Ukuran tubuhnya 5,5 – 7 mm dan rentang sayap 14 –16 mm. Hama putih ini menyerang tanaman padi mulai pada fase vegetatif.

Gejala serangan dari hama ini yaitu hama memakan jaringan permukaan bawah daun yang menyebabkan munculnya garis-garis memanjang berwarna putih. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Manueke dkk (2017) Serangan terjadi sejak di pesemaian sampai terbentuknya anakan maksimum. Larva memakan jaringan mesofil daun dari permukaan bawah daun dan menyisahkan bagian epidermis pada bagian daun yang diserang dan tampak garis-garis memanjang berwarna keputihan, dan itu sebabnya hama ini disebut hama putih.

b. Hama putih palsu (*Cnaphalocrocis medinalis*)



Sumber: Laboratorium OPT

Hama putih palsu adalah salah satu jenis hama yang menyerang tanaman padi. Hama ini disebut hama putih palsu karena gejala serangan yang ditimbulkan hampir sama dengan gejala serangan pada hama putih. Hama ini biasanya menyerang tanaman padi pada fase vegetatif atau sebelum berbunga.

Tangkilisan dkk (2013) menyatakan bahwa gejala serangan pada hama ini dapat dilihat dengan terdapatnya

gulungan-gulungan pada daun tanaman padi dan adanya larva di dalam gulungan daun yang memakan jaringan hijau daun sehingga menyebabkan terbentuknya garis-garis putih transparan sepanjang 15-20 cm. Serangan hama ini akan menimbulkan kerugian besar jika daun bendera ikut rusak. Serangan hama ini akan menjadi serangan yang berarti apabila kerusakan mencapai 50%.

c. Wereng hijau (*Nephotettix virescens*)



Sumber: Laboratorium opt

Wereng hijau adalah salah satu jenis hama yang menyerang tanaman padi. Menurut Manueke dkk (2017) wereng hijau memiliki imago berwarna hijau dengan ujung sayap berwarna hitam kecoklatan dengan panjang tubuh 2,5-3 mm. Hama ini menyerang tanaman padi dengan cara menghisap cairan tanaman.

Wereng hijau juga merupakan vektor penyebar virus tungro yang menyebabkan penyakit tungro pada padi. Wereng hijau ini lebih suka menyerang pada tanaman muda. Adapun gejala kerusakan dari serangan hama ini yaitu tanaman menjadi kerdil atau kecil, daun berwarna kuning atau kuning orange dan malai yang dihasilkan kurang.

d. Wereng coklat (*Nilaparvata lugen*)



Sumber: Manueke dkk, 2017

Wereng coklat atau dengan nama latin *Nilaparvata lugen* merupakan salah satu jenis serangga hama pada padi. Wereng coklat memiliki imago yang berwarna coklat sampai coklat kekuningan. Wereng ini memiliki panjang tubuh 3-4 mm.

Serangan wereng coklat pada fase nimfa dan imagonya dapat menularkan virus kerdil rumput dan jenis virus lainnya kepada padi sawah. Serangan paling parah dari hama ini yaitu dapat menyebabkan gejala *Hopperburn* atau terbakar pada areal pertanaman padi sawah. Selain itu, serangan wereng coklat juga dapat menyebabkan puso atau gagal total (Manueke dkk, 2017).

e. Penggerek batang padi putih (*Scirpophaga innotata*)



Sumber: Manueke dkk, 2017

Penggerek batang padi putih memiliki nama latin *Scirpophaga innotata*. Penggerek batang padi putih ini menyerang tanaman padi di sawah. Hama ini memiliki bentuk imago yang menyerupai ngengat, berwarna putih, dan panjang tubuhnya 12,5-4 mm.

Penggerek batang padi putih pada fase larva, hama ini akan menyerang daun muda pada bagian pangkalnya sehingga mengakibatkan daun tumbuhan padi menjadi layu dan mengering. Selain menyerang daun, hama ini juga menyerang batang. Serangan hama ini pada batang menyebabkan gejala beluk yaitu larva menyerang batang pada waktu awal pembungaan sehingga menyebabkan bulir menjadi hampa dan tangkai bulir dapat dicabut dengan mudah (Manueke dkk, 2017).

2. Gastropoda

a. Keong mas (*Pomacea canaliculata*)



Sumber: Manueke dkk, 2017

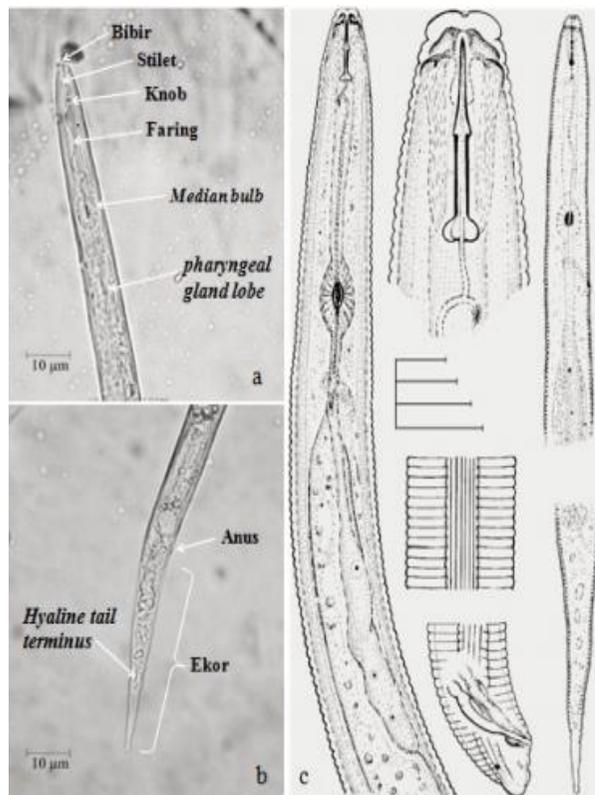
Keong mas atau dengan nama latin *Pomacea canaliculata* memiliki cangkang yang berbentuk seperti kerucut dari tabung melingkar berwarna coklat ke kuning-kuningan sampai kuning keemasan. Apertura adalah bagian yang terbuka tempat

keluarnya kaki dan kepala. Keong mas ini merupakan hewan yang herbivor polifag dan bersifat rakus.

Keong mas menyerang tanaman padi dari sejak pesemaian hingga umur satu bulan setelah tanam. Gejala serangan hewan ini ditandai dengan adanya bagian-bagian daun yang hilang pada anakan padi. Serangan keong mas pada padi dapat mengakibatkan pertumbuhan terhambat sehingga produksi padi menurun (Manueke dkk, 2017).

3. Nematoda

a. *Meloidogyne graminicola*



Sumber: Mirsam dan Kurniawati, 2017

Meloidogyne graminicola merupakan jenis nematoda yang berasosiasi dengan akar tanaman padi. *Meloidogyne graminicola* merupakan salah satu jenis nematoda parasit penting, bersifat

kosmopolit atau memiliki tanaman inang yang luas. Salah satu tanaman inang yang dapat diserang oleh nematoda jenis ini adalah tanaman padi. Serangan *Meloidogyne graminicola* pada tanaman padi dapat menyebabkan gejala primer berupa puru akar. Adanya Puru akar ini ditandai dengan terbentuknya puru atau pembengkakan di bagian ujung akar dengan membentuk seperti pengait (hook). Sedangkan gejala sekundernya yaitu pertumbuhan tanaman padi menjadi tidak merata, tanaman menjadi kerdil, daunnya menjadi pucat, layu dan tanaman mudah tercabut (Mirsam dan Kurniawati, 2018).

D. Penyakit

1. Blas

a. Ciri-Ciri

Gejala penyakit blas yang biasanya banyak ditemukan pada pertanaman padi di daerah endemis. Bagian-bagian tanaman padi yang rentan terhadap penyakit blas adalah daun yang menimbulkan gejala bercak daun (*leaf blast*), buku batang (*node blast*), leher malai (*neck blast*), bulir padi (*spikelet blast*), dan kolar daun (*collar rot*). Gejala penyakit blas yang parah terdapat pada bagian buku tanaman padi dapat menyebabkan batang patah dan kematian pada bagian batang di atas buku yang terinfeksi. Infeksi yang terjadi pada daun setelah fase anakan maksimum biasanya hanya menyebabkan sedikit kehilangan hasil, namun infeksi pada awal pertumbuhan sering menyebabkan tanaman puso, terutama jika ditanam varietas rentan terhadap penyakit blas (Yulianto, 2017).



Blas Daun

Sumber: Dokumentasi pribadi



Blas Leher

Sumber: Dokumentasi pribadi

Infeksi penyakit blas pada daun padi menyebabkan gejala bercak berbentuk belah ketupat dengan dua ujungnya agak meruncing. Gejala awal dapat dilihat dengan adanya bercak kecil berwarna hijau gelap keabu-abuan. Bercak cepat melebar pada varietas rentan, khususnya bila cuaca lembab dan hangat. Pada bagian tengah bercak berwarna putih keabu-abuan dengan tepi berwarna cokelat tua. Jika beberapa bercak daun tumbuh meluas dan menyatu maka daun-daun padi yang terinfeksi menjadi kering dan tanaman mati (Yulianto, 2017).



Gambar 1. Gejala penyakit blas pada daun padi varietas Conde. menunjukkan gejala daun mengering (Sumber: Yulianto 2009).

Gejala penyakit blas pada stadia generatif, terutama pada saat pengisian biji, sering ditemukan pada bagian leher malai. Gejala penyakit blas pada leher malai berwarna coklat kehitaman (gosong) seperti terkena letupan api (blas). Kondisi penularan yang parah dilihat saat leher malai menjadi busuk, kering, dan mudah patah, aliran fotosintesis ke bulir terhambat. Apabila malai terinfeksi pada stadia masak susu maka bulir padi banyak yang hampa. Makin tinggi intensitas penyakit, makin banyak leher malai yang patah dan jatuh, sehingga makin banyak pengurangan hasil panen (Yulianto, 2017).



Gambar 2. Gejala penyakit blas pada leher malai (*neck blast*). Sumber: Yulianto *et al.* (2014a)

b. Penyebab

Penyebab penyakit blas yaitu infeksi jamur yang terdiri dari dua jenis, yaitu yang mampu berkembangbiak secara seksual dan aseksual. Patogen blas yang mampu berkembang biak secara seksual diidentifikasi sebagai *Magnaporthe oryzae* Cav. Penyakit blas yang berkembang biak secara aseksual diidentifikasi sebagai *Pyricularia oryzae* Cav. Perkembangbiakan jamur secara seksual hanya ditemukan di laboratorium, yaitu jika jamur penyebab penyakit blas tersebut (*M. oryzae*) ditumbuhkan pada media buatan. Jamur *P. oryzae* berkembang dan menyebar di alam dengan membentuk spora berupa konidia. Konidia jamur berbentuk lonjong yang meruncing pada ujungnya. Konidia tersebut bening transparan, yang terdiri atas tiga sel. Miselium juga bening transparan dan bersekat (Yulianto, 2017).

Suhu yang baik untuk perkecambahan konidium dan pembentukan apresorium yaitu 25-30 °C. Dibutuhkan waktu selama 6–10 jam jamur penyebab penyakit blas untuk dapat menginfeksi tanaman. Suhu optimum untuk terjadinya infeksi patogen adalah 25-26 °C. Masa inkubasi penyakit blas 5–6 hari pada suhu 26-28 °C. Varietas padi yang semula tahan terhadap suatu ras *P. oryzae*, menjadi rentan terhadap ras baru yang tidak dikenali oleh gen ketahanannya, walaupun masih tetap tahan terhadap ras patogen semula. Perbedaan dan perubahan reaksi suatu varietas terhadap blas disebabkan oleh adanya perbedaan dan perubahan ras antar lokasi dan komposisi ras yang dominan di suatu wilayah. Hingga saat ini telah terdeteksi 64 ras patogen blas. Pemantauan ras patogen blas di Indonesia dilakukan dengan menggunakan tujuh varietas deferensial, yaitu Asahan, Cisokan, IR64, Krueng Aceh, Cisadane, Cisanggarung, dan Kencana Bali (Yulianto, 2017).

c. Akibat

Jamur patogen *P. grisea* mampu menyerang tanaman padi pada berbagai stadia pertumbuhan mulai dari benih sampai fase pertumbuhan malai (generatif). Pada tanaman stadium vegetatif biasanya patogen menginfeksi pada bagian daun yang akan disebut sebagai blas daun (leaf blast). Pada stadium generatif selain menginfeksi daun juga menginfeksi leher malai disebut blas leher (neck blast). Infeksi patogen juga dapat terjadi pada bagian buku tanaman padi yang akan menyebabkan batang patah dan kematian yang menyeluruh pada batang atas dari buku yang terinfeksi. Patogen ini selain dapat menyerang tanaman padi juga dapat menyerang serealia lain seperti gandum, sorgum dan lebih dari 40 species gramineae. Kerugian hasil akibat penyakit blas sangat bervariasi tergantung kepada varietas yang ditanam, lokasi, musim, dan teknik budi daya. Pada stadium vegetatif penyakit blas dapat menyebabkan tanaman mati dan pada stadium generatif dapat menyebabkan kegagalan panen hingga 100% (Sudir dkk, 2014).

2. Hawar Pelelah Daun

a. Ciri-ciri

Penyakit hawar pelelah di lapangan dapat dicermati dari pertanaman padi yang rebah. Batang tanaman padi yang terinfeksi jamur *R. solani* menjadi rapuh dan mudah rebah. Kerebahan yang terjadi saat tanaman padi berada pada stadium pengisian malai, mengakibatkan pengisian tidak sempurna dan banyak membentuk gabah hampa (Nuryanto, 2017).

b. Penyebab

Penyakit hawar pelelah disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani Kuhn* yang merupakan penyakit padi yang mudah ditemukan pada tiap musim tanam. Penyakit berkembang

dengan tingkat keparahan bervariasi dan diduga berkaitan erat dengan asupan teknologi yang diterapkan petani. Dipertanaman, varietas unggul padi umumnya menampilkan respons yang tidak tahan terhadap penyakit hawar pelepah. Penyakit ini disebabkan oleh patogen yang mempunyai inang luas sehingga sifat ketahanan secara genetik sulit ditemukan. Pada varietas padi yang mempunyai tipe tanaman pendek beranakan banyak dan berdaun lebat penyakit hawar pelepah terlihat berkembang parah, hal ini diduga dipicu oleh kondisi lingkungan di sekitar tanaman yang lebih hangat dan lembab. Oleh karena itu, penyakit ini perlu diperhatikan dalam praktek budidaya padi di daerah tropik karena dapat menurunkan hasil secara nyata (Nuryanto, 2017).



Sumber: Dokumentasi pribadi

c. Akibat

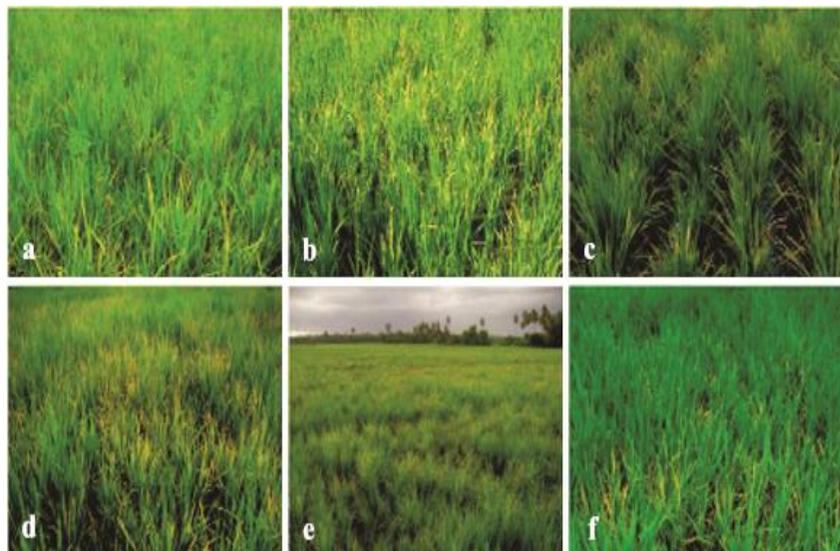
Gangguan penyakit hawar pelepah dapat menurunkan produksi padi baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Penyakit hawar pelepah daun mempengaruhi panjang malai dan jumlah gabah yang berisi tiap malai serta persen kehampaan. Kehilangan hasil padi akibat gangguan penyakit hawar pelepah di Amerika mencapai 50%, di Jepang dan Filipina berkisar 20–25% sedangkan di Indonesia sebesar 20%, dan pada keparahan

penyakit di atas 25% kehilangan hasil bertambah 4% untuk tiap kenaikan 10% keparahan. Kehilangan hasil padi akibat gangguan penyakit hawar pelepah rata-rata di beberapa negara penghasil beras dunia berkisar 20–35% (Nuryanto, 2017).

3. Tungro

a. Ciri-ciri

Gejala penyakit tungro di masing-masing daerah endemis berupa daun yang berwarna kuning orange dan terpelintir, tanaman kerdil dan kurang anakan. Gejala serangan virus tungro sangat jelas terlihat karena tanaman masih dalam fase vegetatif antara 20 sampai 45 hari setelah tanam (HST). Diduga sumber dari penyakit ini berasal dari pertanaman sebelumnya. Gejala tungro mulai dapat diamati pada 21-30 hari setelah tanam (Praptana dkk, 2009).



Sumber: Praptana dkk, 2009

Serangan Tungro pada beberapa daerah: a) Magelang (Jateng); b) Sleman (DIY); c) Tabanan (Bali); d) Sidrap (Sulsel); e) Donggala (Sulteng); dan LombokTengah (NTB).

b. Penyebab

Penyakit Tungro disebabkan oleh infeksi ganda dari dua jenis virus (*rice tungro virus* = RTV) yang berbeda yaitu rice tungro bacilliform virus (RTBV) yang memiliki genom DNA dan rice tungro spherical virus (RTSV) yang memiliki genom RNA. Kedua jenis virus ini hanya dapat disebarkan oleh wereng hijau secara semipersisten (Praptana dkk, 2009).

c. Akibat

Kehilangan hasil akibat serangan penyakit tungro dalam kurun waktu 1996–2002 mencapai 12.078 ton/tahun atau senilai dengan Rp. 12–15 miliar. Penyebaran tungro tidak hanya di Indonesia tetapi juga di terdapat beberapa negara Asia lainnya seperti India, Malaysia, Vietnam, Filipina dan Thailand (Praptana dkk, 2009).

4. Bercak Daun

a. Ciri-ciri

Gejala penyakit bercak coklat yaitu pada daun dan glumae (bagian bulir) dapat juga muncul pada pelepah daun, cabang-cabang malai bibit yang muda dan batang. Bercak pada daun yang umumnya berbentuk oval, berukuran variatif serta serangannya seringkali tersebar di seluruh permukaan daun. Bercak berwarna coklat, dilingkari dengan warna abu bagian tengah bercak bulat berwarna putih. Gejala yang masih muda berupa bintik-bintik coklat atau coklat keabuan. Pada varietas peka bercak akan lebih lebar, berukuran mencapai 1 cm atau lebih. Bercak daun seringkali memenuhi permukaan daun sehingga mengakibatkan daun layu (Defitri, 2013).



Sumber: Defitri, 2013

b. Penyebab

Penyakit bercak coklat umumnya terdapat pada tanaman padi di Indonesia. Bahkan penyakit ini terdapat disemua negara penanam padi, baik di tropik maupun daerah yang iklim sedang. Penyakit ini disebabkan oleh *Drechslera oryzae* (Defitri, 2013).

c. Akibat

Kerugian yang dialami para petani padi khususnya di bidang ekonomi karena penyakit yang menyerang tanaman padi yang masih muda, sehingga tanaman padi tidak dapat diproduksi secara maksimal (Defitri, 2013).

E. Gulma

Gulma merupakan tumbuhan yang kehadirannya tidak dikehendaki dalam budidaya tanaman karena dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya. Gulma sebagai organisme pengganggu tanaman bersaing dengan tanaman budidaya dalam memperebutkan CO₂, air, cahaya matahari, nutrisi, dan ruang untuk tumbuh. Gulma diketahui dapat menyerap hara dan air lebih cepat dibandingkan dengan tanaman budidaya. Hal ini dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman budidaya menjadi terganggu sehingga hasil

produksinya menjadi tidak maksimal. Selain itu, menurut Sarifin dkk (2017) gulma dapat bersaing dengan tanaman budidaya dengan cara mengeluarkan senyawa allelopati yang bersifat toksik ke sekitarnya dan dapat mengakibatkan gangguan pertumbuhan tanaman di sekitarnya. Gulma, selain mengganggu pertumbuhan tanaman budidaya secara langsung, juga dapat menjadi inang bagi hama dan patogen tanaman budidaya. Gulma pada budidaya tanaman padi, secara umum dibagi menjadi tiga kelompok yaitu

1. Gulma berdaun lebar

Gulma berdaun lebar memiliki ciri khas berupa ukuran daun yang melebar dan tanaman tumbuh tegak atau menjalar. Gulma golongan ini biasanya dapat ditemui pada famili Asteraceae, Capparideceae, Euphorbiaceae, dan Onagraceae (Syarifa dkk, 2018). Contoh tumbuhan yang tergolong kedalam gulma berdaun lebar yaitu

a. Bandotan (*Ageratum conyzoides*)



Sumber: Caton dkk 2011

Regnum : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Asterales
Famili : Asteraceae
Genus : Ageratum
Spesies : *Ageratum conyzoides*
(Sumber: plants.usda.gov)

2. Gulma berdaun sempit

Gulma berdaun sempit memiliki ciri-ciri berupa daun yang menyerupai pita, dengan batang beruas-ruas, tumbuh tegak atau menjalar, memiliki pelepah daun dan helaian daun (Syarifa dkk, 2018). Gulma golongan ini dapat ditemukan pada anggota dari keluarga Gramineae (Poaceae). Contoh tumbuhan yang tergolong kedalam gulma berdaun sempit yaitu

a. Gulma timunan (*Leptochloa chinensis*)



Sumber: Caton dkk 2011

Regnum : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Cyperales
Famili : Poaceae
Genus : Leptochloa

Spesies : *Leptochloa chinensis*
(Sumber: plants.usda.gov)

3. Gulma golongan teki

Gulma golongan teki memiliki ciri morfologi daun yang mirip dengan golongan gulma berdaun sempit, akan tetapi gulma golongan teki memiliki ciri batang yang khas yaitu hanya terdiri dari satu ruas yang panjang dan berbentuk segitiga. Gulma ini biasa ditemukan pada anggota dari famili Cyperaceae (Syarifa dkk, 2018). Contoh tumbuhan yang tergolong ke dalam gulma golongan teki yaitu

a. Jekeng (*Cyperus iria*)



Sumber: Caton dkk 2011

Regnum : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Cyperales
Famili : Cyperaceae
Genus : Cyperus
Spesies : *Cyperus iria*
(Sumber: plants.usda.gov)

b. Rumput delapan hari (*Fimbristylis dichotoma*)



Sumber: Caton dkk 2011

Regnum : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Cyperales
Famili : Cyperaceae
Genus : Fimbristylis
Spesies : *Fimbristylis dichotoma*
(Sumber: plants.usda.gov)

BAB III

AGENS HAYATI

A. Definisi

Agens hayati adalah setiap organisme hidup yang dalam tahap perkembangannya dapat dipergunakan untuk keperluan pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT) dalam proses produksi maupun pengolahan hasil pertanian dan berbagai keperluan lainnya.

Aplikasi agens hayati pada tanaman mempunyai manfaat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam melindungi tanaman dari hama dan penyakit serta dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penggunaan agens hayati dilapangan memiliki kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihan dan kekurangan agens hayati, antara lain:

a. Kelebihan :

1. Pengendalian hayati bersifat selektif, artinya setiap organisme agens hayati hanya akan menyerang OPT sasaran.
2. Agens pengendali hayati sudah tersedia di alam.
3. Agens hayati jenis parasitoid atau predator dapat mencari sendiri inang atau mangsanya.
4. Tidak memiliki efek samping.
5. Biaya pengembangannya relatif murah.
6. Tidak akan menimbulkan resistensi terhadap OPT sasaran.

b. Kekurangan :

1. Mempunyai progres yang lambat.
2. Hasil kerjanya sulit diprediksikan, karena perkembangbiakan agens hayati setelah diaplikasikan bergantung pada ekosistemnya.
3. Beberapa jenis agens hayati sulit untuk dikembangkan dalam jumlah banyak.

B. Mikroorganisme

1. Bakteri

a. *Paenibacillus polymyxa*

Bakteri *Paenibacillus polymyxa* merupakan salah satu bakteri non patogen yang mampu menghasilkan antibiotik polomiksin. *Paenibacillus polymyxa* mampu mengikat nitrogen dan dapat ditemukan di tanah dan tanaman. Bakteri *Paenibacillus polymyxa* dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati untuk penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi. Hawar daun bakteri (HDB) disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv.

Kemampuan bakteri *Paenibacillus polymyxa* dalam menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri karena bakteri ini mampu menghasilkan enzim. Menurut Manuhara (2010), enzim yang dihasilkan oleh bakteri *Paenibacillus polymyxa* akan meningkatkan aktivitas β -1,3 glukonase pada tumbuhan. Enzim β -1,3 glukonase bersifat antifungi yang memiliki kemampuan untuk menghidrolisis struktur β -glukan yang ada pada dinding sel jamur, terutama pada bagian ujung hifa. Akibat adanya hidrolisis struktur β -glukan maka dinding sel jamur menjadi lemah kemudian sel lisis dan mati.

b. *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis adalah salah satu bakteri yang dapat digunakan sebagai agen biocontrol untuk mengendalikan penyakit pada tanaman karena memiliki kemampuan dalam menghasilkan antimikroba. Bakteri *Bacillus subtilis* merupakan salah satu bakteri yang digunakan sebagai agen pengendali hayati untuk mengendalikan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi.

Hawar daun bakteri merupakan salah satu penyakit pada tanaman padi yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae*

(Xoo). Bakteri ini memiliki kemampuan penekanan gejala penyakit yang cukup baik di tingkat in vivo (Rustam dkk., 2011).

c. *Pseudomonas fluorescens*

Bakteri ini dapat dijadikan sebagai agen pengendali hayati karena menghasilkan beberapa senyawa metabolit sekunder yang memiliki kemampuan sebagai antimikroba. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* sebagai agens pengendali hayati untuk mengendalikan penyakit hawar daun bakteri dan penyakit blast pada tanaman padi. Menurut Rustam dkk., (2011), bakteri *Pseudomonas fluorescens* pfMDU2 yang diaplikasikan pada tanaman padi dapat mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Rhizoctonia solani*. yang merupakan bakteri penyebab penyakit hawar pelepah padi.

d. Studi Kasus

Seleksi dan Identifikasi Bakteri Antagonis sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Hawar Pelepah Padi. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bakteriologi Tanaman dan di Rumah Kaca Departemen Proteksi Tanaman, IPB, Bogor oleh Rustam dkk. (2011).

1) Penyediaan Patogen (*R. solani*)

- Cendawan *R. solani* diisolasi dari tanaman padi yang menunjukkan gejala penyakit hawar pelepah di Cikarawang, Bogor.
- Isolasi menggunakan media Potato Dextrose Agar (PDA), dengan komposisi ekstrak kentang 200 g/l, 20 g/l dekstrosa, dan 15 g/l agar.

2) Penyediaan Isolat Bakteri Antagonis

- Bakteri antagonis terhadap *R. solani* diisolasi dari contoh tanah yang berasal dari berbagai tanah sawah, air kolam,

tanah tegalan, tanah aliran sungai, dan bagian tanaman padi dari beberapa ekosistem.

- Isolasi menggunakan metode pengenceran berseri.
- 0,1 ml dari masing-masing enceran 10⁻³ disebar ke dalam cawan petri yang berisi media King's B Agar (KBA), nutrisi agar (NA), Water-Yeast Extract Agar (WYE) dan media Yeast dan Malt Extract (YM) selektif.
- Koloni bakteri dengan karakter berbeda yang tumbuh pada media TSA dipindahkan pada media TSA baru hingga diperoleh biakan murni. Biakan murni tiap isolat dipindahkan 1-2 ose ke dalam tabung ependorf 2 ml berisi air steril dan tabung ependorf 2 ml berisi gliserol 20%, masing-masing disimpan pada suhu ruang dan suhu -200°C untuk digunakan pada tahap pengujian selanjutnya.

3) Seleksi Isolat Bakteri Antagonis Secara In Vitro

- Seluruh isolat hasil isolasi diseleksi berdasarkan uji potensi antagonismenya terhadap isolat *R. solani*. Pengujian dilakukan menggunakan supernatan.
- Supernatan dibuat dengan cara isolat yang diduga kelompok *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus*, atau *Aktinomiset* dibiakkan masing-masing dalam tabung erlenmeyer 100 ml yang berisi 10 ml media Luria Broth (LB), media Tryptic Soy Broth (TSB), atau media M2.
- Potensi antifungal diamati dengan mengukur bobot basah dan bobot kering miselium biakan *R. solani* dihari terakhir inkubasi.

4) Seleksi Isolat Bakteri Antagonis Secara In Vivo

- Isolat bakteri yang diuji disiapkan dengan cara membiakkan dalam tabung berisi 5 ml media LB, diinkubasi di atas shaker dengan kecepatan 150 rpm selama 24 jam pada suhu ruang.

- Perlakuan isolat bakteri antagonis diberikan sebanyak dua kali, yaitu pada saat perendaman benih dan saat patogen diinokulasikan.
- Perendaman benih dilakukan selama 24 jam dengan biakan isolat bakteri antagonis, fungisida heksakonazol 1 ml/l (kontrol positif), atau dengan air steril (kontrol negatif).
- Keparahan penyakit ditentukan dari hasil bagi posisi gejala tertinggi dari pangkal batang dengan tinggi tanaman, kemudian dikali 100%.
- Penekanan penyakit dihitung dari selisih rata-rata keparahan penyakit pada kontrol dengan perlakuan, dibagi rata-rata keparahan penyakit pada kontrol, kemudian dikali 100%.
- Kejadian penyakit ditentukan dengan menghitung jumlah tanaman yang menunjukkan gejala hawar pelepah dibagi jumlah tanaman yang diamati, kemudian dikalikan 100%.

5) Identifikasi Isolat Bakteri

- Identifikasi isolat bakteri terpilih dilakukan secara molekuler dengan melakukan sekuensing terhadap gen 16S rRNA.
- Persiapan sebelum proses sekuensing mengacu pada protokol kit (Genomic DNA Mini Kit, Geneaid), dengan tahapan kegiatan meliputi pembiakan isolat bakteri dan isolasi DNA.
- Gen 16S rRNA diamplifikasi dengan teknik Polymerase Chain Reaction (PCR) menggunakan primer universal
- Hasil sekuen 16S rRNA yang homolog pada DNA database (GenBank) dengan menggunakan program BLAST dari National Centre for Biotechnology Information (NCBI).

6) Hasil dan Pembahasan

Isolasi dan pengujian di tingkat in vitro dan in vivo memperoleh tiga isolat bakteri antagonis yang potensial sebagai

agens hayati, yaitu isolat SS19, TT47, dan BR2. Ketiga agens hayati tersebut memiliki sifat antifungal dan daya penekanan terhadap penyakit hawar pelepah padi yang disebabkan oleh *R. solani*, masing-masing 56,4% (SS19), 79,7% (TT47), dan 49,4% (BR2). Isolat TT47 dan BR2 menunjukkan efikasi yang konsisten baik di tingkat in vitro maupun in vivo, sedangkan isolat SS19 hanya memiliki kemampuan penekanan gejala penyakit yang cukup baik di tingkat in vivo. Hasil identifikasi berdasarkan sekuens 16S rRNA menunjukkan isolat SS19, TT47, dan BR2 secara berturut-turut adalah *Serratia marcescens*, *Ralstonia pickettii*, dan *Bacillus subtilis*.

2. Jamur

a. *Trichoderma harzianum*

Jamur ini memiliki ciri koloni berwarna hijau tua dengan tekstur permukaannya yang seperti kapas. Ciri khusus jamur ini memiliki konidia yang berbentuk bulat dan berwarna hijau, sedangkan konidiofornya memiliki sekat dan bercabang dengan percabangan memanjang. Mekanisme kerja penghambatan *Trichoderma harzianum* dengan cara melakukan kompetisi, merusak dinding sel patogen (dihasilkannya enzim kitinase dan β 1-3 glukukanase yang memiliki kemampuan merombak lapisan penyusun dinding sel kitin dan glukukan), dan mekanisme antibiosis (Meiniwati dkk, 2014).

Jamur *T. harzianum* menghambat dengan mekanisme parasitisme. *T. harzianum* dapat menghambat pertumbuhan mikroba *Pyricularia grisea* penyebab blast pada tanaman padi. Selain itu, jamur ini juga dapat menghambat pertumbuhan *Rhizoctonia* sp. penyebab hawar daun padi, *Fusarium*, *Sclerotium*, dan *Pythium* (Meiniwati dkk, 2014), serta bercak

coklat yang disebabkan oleh *Culvularia lunata* (Manurung dkk, 2014).

b. *Gliocladium* sp.

Jamur antagonis *Gliocladium* sp. ini dapat menekan pertumbuhan jamur patogen *Botryodiplodia* sp. pada tanaman padi, *Phytium* sp. jamur patogen tular tanah (Waruwu dkk, 2016), dan menekan pertumbuhan *Rhizoctonia solani* penyebab hawar daun padi. Jamur ini dapat menghasilkan gliovirin dan viridian, antibiotik yang bersifat fungistatik, dan membentuk endokitinase.

c. *Nigrospora* sp.

Nigrospora sp. merupakan jamur antagonis yang dapat menghambat pertumbuhan *Cercospora oryzae* penyebab bercak coklat pada tanaman padi dan menghambat pertumbuhan *Culvularia lunata* penyebab bercak hitam pada daun maupun pada buah padi (Manurung dkk, 2014).

d. *Cryptococcus* sp.

Cryptococcus sp. dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *Pyricularia oryzae* penyebab penyakit blast pada tanaman padi. Mekanisme kerja jamur ini dengan menghasilkan senyawa volatile untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen, menghasilkan enzim kitinase, dan mekanisme kerja hiperparasitisme (Maknunah dan Sinaga, 2018).

e. *Aspergillus niger*

Mikroba jenis jamur Antagonis dari genus *Aspergillus* lainnya yaitu *Aspergillus niger* yang memiliki ciri koloni berwarna kuning kecoklatan hingga berwarna kehitaman dengan tepian koloni rata dengan bentuk seperti kapas. Ciri khusus jamur ini yaitu memiliki

lapisan konidiospora yang tebal berwarna coklat gelap hingga hitam. *A. niger* memiliki konidia berwarna hijau hingga kehitaman, terdapat metula, dan vesikula. *A. niger* dapat menghambat pertumbuhan mikroba *Pyricularia grisea* penyebab blast pada tanaman padi (Meiniwati dkk, 2014).

f. *Rhodotorula* sp.

Rhodotorula sp. dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *Pyricularia oryzae* penyebab penyakit blast pada tanaman padi. Adapun mekanisme kerja *Rhodotorula* sp. yaitu menghasilkan senyawa volatile untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen, menghasilkan enzim kitinase untuk merombak dinding sel jamur patogen, serta mekanisme kerja hiperparasitisme dengan menginfeksi jamur patogen sehingga hifa membengkak kemudian patah (Maknunah dan Sinaga, 2018).

g. *Candida* sp.

Candida sp. dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *Pyricularia oryzae* penyebab penyakit blast pada tanaman padi dan menghambat pertumbuhan *Botrytis cinerea* penyebab penyakit busuk tanaman padi. Mekanisme kerjanya dengan menghasilkan senyawa volatile untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen, menghasilkan enzim kitinase untuk merombak dinding sel jamur patogen, serta mekanisme hiperparasitisme (Maknunah dan Sinaga, 2018).

h. *Aspergillus flavus*

Aspergillus flavus merupakan mikroba golongan jamur yang memiliki koloni berwarna hijau keputihan, koloni yang sudah tua akan berwarna hijau tua. Pertumbuhan jamur ini umumnya akan mencapai diameter 6-7 cm dalam rentang 10-14 hari. Ciri khusus

A. flavus memiliki konidia yang berwarna hijau, coklat, atau hitam, konidiofor yang panjang dan relatif kasar. *A. flavus* dapat menghambat pertumbuhan mikroba *Pyricularia grisea* penyebab blast pada tanaman padi (Meiniwati dkk, 2014).

i. *Aspergillus fumigatus*

Jamur antagonis *Aspergillus fumigatus* dapat menghambat pertumbuhan mikroba *Pyricularia grisea* penyebab blast pada tanaman padi. *A. fumigatus* memiliki ciri koloni yang berbentuk seperti wol atau kapas. Ciri khusus jamur ini yaitu memiliki konidia yang berwarna hijau dengan konidiofor pendek, halus, dan transparan, ciri lainnya terdapat metula, dan vesikula (Meiniwati dkk, 2014).

j. *Penicilium* sp.

Koloni *Penicilium* sp. memiliki warna kuning dan menyebar rata. Ciri mikroskopis jamur ini yaitu berdinding tipis, hifa berseptata, konidia hialin berwarna terang tersusun seperti rantai pada ujung falid berbentuk bulat atau oval, konidiofor tegak dari miselium tunggal memiliki percabangan membentuk metula dengan sambungan fialid. *Penicilium* sp. dapat menekan pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp. penyebab penyakit layu (Sopialena dkk, 2019).

k. Studi kasus

Eksplorasi jamur *Trichoderma* sp. di kelurahan Maros Baru, kecamatan Turikale, kabupaten Maros, Sulawesi Selatan.

1) Pengambilan sampel

- a) Alat yaitu skop, plastik sampel, dan buku catatan.
- b) Langkah kerja:

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman tanah 15-30 cm dari permukaan tanah dan pada bagian tanaman yang sehat diantara tanaman yang sakit.

- 2) Pengenceran bertingkat sampel 10^{-3} hingga 10^{-6}
 - a) Alat yaitu tabung reaksi, pipet ukur, erlenmeyer, gelas ukur, timbangan, vortex, dan spoit.
 - b) Bahan yaitu sampel, aquades, dan label.
 - c) Langkah kerja:
 - Pertama-tama memasukkan aquades sebanyak 9 ml ke dalam tabung reaksi.
 - Sterilisasi aquades dengan mengukus selama 1 jam.
 - Sampel tanah yang telah dihaluskan kemudian diambil sebanyak 10 gram dan dilarutkan ke dalam 100 ml air.
 - Mengambil sampel 1 ml dari 100 ml yang telah diencerkan kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades steril.
 - Melakukan homogen suspensi dengan menggunakan vortex.
 - Mengambil 1 ml sampel dari tabung reaksi pertama dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi selanjutnya, melakukan kegiatan ini hingga tabung reaksi ke enam (pengenceran 10^{-6}).
- 3) Menumbuhkan sampel ke media
 - a) Alat yaitu ose bulat dan lurus, cawan petri, scalpel, pinset, spoit, timbangan analitik, hot plate, gelas ukur, bor gabus.
 - b) Bahan yaitu media PDA sintetik, aquades, suspensi sampel, aluminium foil, dan kapas.
 - c) Langkah kerja:
 - Membuat media PDA (Potato Dextrose Agar) sintetik dengan cara melarutkan 39 gram PDA sintetik ke dalam 100 ml aquades.

- Memanaskan media dan disterilisasi dengan cara dikukus selama 1 jam atau menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dengan tekanan 1 atm.
- Media dituang ke dalam cawan petri dan memadatkan media sebelum digunakan.
- Sampel tanah ditumbuhkan dengan mengambil sampel tanah 1 ml dan dimasukkan ke dalam media.

4) Identifikasi

- a) Alat yaitu mikroskop, cawan petri, ose bulat dan ose lurus, preparat dan deck glass, dan scalpel.
- b) Bahan yaitu media PDA sintetik, suspensi sampel, aquades, dan alkohol 70%.
- c) Langkah kerja:
 - Membuat agar blok dengan mengambil beberapa bagian agar tertentu sehingga menyerupai papan catur.
 - Menumbuhkan mikroba (jamur) pada tiap sudut pertemuan agar menggunakan ose lurus.
 - Menginkubasi pada suhu ruangan selama 3x24 jam.
 - Mengamati morfologi jamur dengan meletakkan media agar di atas preparat dan mengamati menggunakan mikroskop.

5) Uji kepadatan konidium

- a) Alat yaitu mikroskop, haemocytometer, colony counter, gelas penutup haemocytometer, timbangan analitik, magnetik stirrer, Erlenmeyer 100 ml, spoit 1 ml, dan sendok sampling.
- b) Bahan yaitu sampel APH, aquades, aluminium foil, dan alkohol 70%.
- c) Langkah kerja:
 - Mengambil sampel pengenceran 10^{-6} sebanyak 2 ml.

- Meletakkan ke dalam haemocytometer dan mengamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100x hingga terlihat bidang hitung haemocytometer.
- Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung spora yang terlihat dengan mengambil lima kotak besar.
- Spora yang terletak pada garis batas kotak hitung hanya dihitung pada sisi kiri dan atas kotak hitung.

$$S = \frac{X \times 10^{-3}}{L \times T \times D}$$

Keterangan:

- S : Kerapatan konidium/ml
- X : Jumlah konidium pada kotak haemocytometer
- L : Luas kotak hitung 0,2 mm
- T : Kedalaman bidang hitung 1 mm
- D : Faktor pengenceran

6) Uji Viabilitas

- a) Alat yaitu mikroskop, colony counter, objek glass dan deck glass, magnetic stirrer, scalpel, bunsen, spoit 1 ml, cawan petri 9 cm, dan bor gabus diameter 0,5 cm.
- b) Bahan yaitu sampel AH, aquades, kapas gulung, alkohol 70%, dan medium PDA.
- c) Langkah kerja:
 - 1) Mengambil sampel *Trichoderma* sp. sebanyak 1 gram dan mengencerkan ke dalam 100 ml aquades.
 - 2) Mengambil 1 ml suspensi dari 100 ml yang telah diencerkan.
 - 3) Mengencerkan kembali ke dalam 100 ml aquades.
 - 4) Membuat wadah kultur:
 - Meletakkan kapas bundar ke dalam cawan petri.
 - Memberi aquades untuk melembabkan media.

- Meletakkan kertas saring di atas kapas bundar.
- Meletakkan preparat ke dalam cawan petri.
- Memotong medium PDA menggunakan bor gabus diameter 0,5 cm.
- Meletakkan potongan medium PDA menggunakan scalpel diatas gelas benda, tiap gelas benda berisi 3 (tiga) potongan medium PDA sebagai ulangan.
- Meneteskan suspensi konidium yang akan diuji sebanyak 1 tetes (kerapatan 10^{-6}) dengan menggunakan spoit atau pipet volume 1 ml.
- Menutup tiap potongan medium PDA dengan menggunakan gelas penutup.
- Inkubasi selama 8 jam, 16 jam, atau 24 jam.
- Menghitung persentase keberhasilan.

$$VK = \frac{KB}{KB + KTB} \times 100\%$$

Keterangan:

- VK : Viabilitas konidium
 KB : Konidium yang berkecambah
 KTB : Konidium yang tidak berkecambah

7) Uji Antagonis

a) Uji penghambatan

- 1) Alat yaitu cawan petri diameter 9 cm, erlenmeyer 100 ml, dan bor gabus diameter 0,5 cm.
- 2) Bahan yaitu sampel APH dan sampel patogen (*Fusarium* sp.)
- 3) Langkah kerja:
 - Menyiapkan medium PDA dalam cawan petri.

- Mengambil isolat *Trichoderma* sp. yang berumur 7 hari – 9 hari menggunakan bor gabus berdiameter 0,5 cm dari bagian tepi koloni.
- Meletakkan potongan isolat *Trichoderma* sp. pada medium PDA dengan jarak 2 cm dari tepi cawan petri kemudian beri tanda T.
- Mengambil isolat *Fusarium* sp. pada medium PDA dalam cawan petri dengan jarak 2 cm dari tepi cawan petri pada sisi yang berseberangan dengan *Trichoderma* sp. kemudian diberi tanda P.
- Sebagai kontrol meletakkan isolat potongan pada medium PDA tanpa *Trichoderma* sp.
- Mengamati pertumbuhan koloni untuk masing-masing jamur hingga terjadi kontak antara *Trichoderma* sp. dengan *Fusarium* sp.
- Mengukur jari-jari koloni jamur patogen (*Fusarium* sp.) pada cawan petri perlakuan dan kontrol.
- Perlakuan uji penghambatan dilakukan minimal tiga kali ulangan.
- Menghitung persentase penghambatan.

$$Z = \frac{r1 - r2}{r1} \times 100\%$$

Keterangan:

- Z : Persentase penghambatan
 r1 : Jari-jari *Fusarium* sp. (kontrol)
 r2 : Jari-jari *Fusarium* sp. yang ditumbuhkan bersama *Trichoderma* sp.

b) Uji mikroparasitisme

- 1) Alat yaitu cawan petri diameter 9 cm, erlenmeyer 100 ml, dan bor gabus diameter 0,5 cm.

2) Bahan yaitu sampel APH, sampel patogen (*Fusarium* sp.).

3) Langkah kerja:

- Membuat wadah pertumbuhan sampel.
- Meletakkan gelas preparat ke dalam cawan petri.
- Meletakkan agar ke atas gelas preparat.
- Membuat bor agar sampel *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp. dan diletakkan di atas gelas preparat.
- Mengamati hasil pertumbuhan setelah inkubasi selama 2 hari.

8) Uji Patogenitas

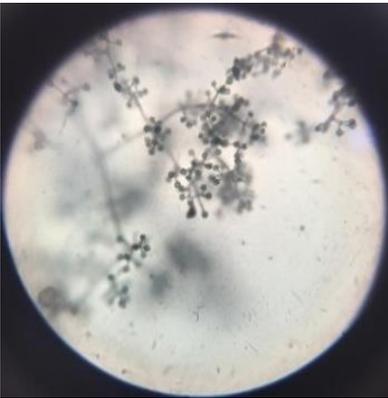
a) Alat yaitu cawan petri dan spoit 1 ml.

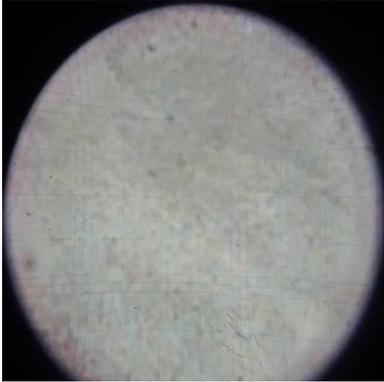
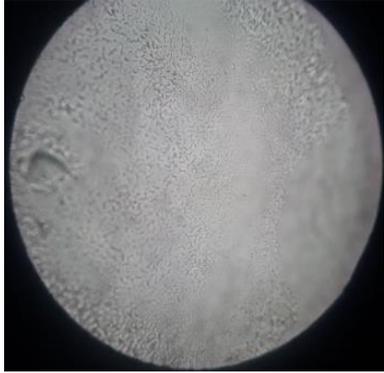
b) Bahan yaitu Sampel APH, dan tembakau.

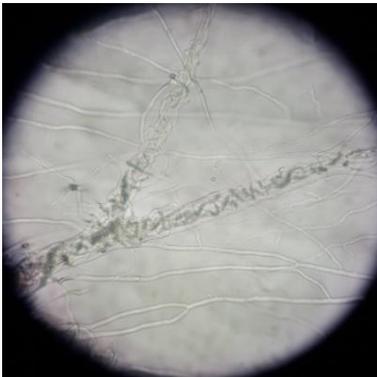
c) Langkah kerja

- Membuat larutan *Trichoderma* sp.
- Menyuntikkan *Trichoderma* sp. ke daun tembakau.
- Mengamati perubahan daun tembakau.

Tabel 3.1 Pengujian Kualitas Hasil Eksplorasi

No.	Pengujian	Gambar	Keterangan
1.	Identifikasi		<i>Trichoderma harzianum</i>

2	Uji kerapatan konidium		$1,25 \times 10^7$ K/ml
3	Uji Viabilitas		81,32%
4	Uji penghambatan		54%

5	Uji patogenitas		Negatif
7	Uji mikroparasitisme		Positif

Pengujian kualitas mutu *Trichoderma* sp. telah dilakukan berdasarkan SNI 8027.3:2014 Agens Pengendali Hayati *Trichoderma* sp. berdasarkan tabel 3.1 diketahui bahwa hasil identifikasi sampel eksplorasi diperoleh *Trichoderma harzianum*. Uji antagonis penghambatan dilakukan dengan menumbuhkan jamur antagonis dan patogen ke dalam satu cawan petri, setelah itu diinkubasi hingga hifa kedua jamur bertemu.

- a) Kerapatan konidium *Trichoderma harzianum* hasil eksplorasi yaitu $1,25 \times 10^7$ K/ml yang berarti dalam setiap ml suspensi sampel terdapat $1,25 \times 10^7$ *Trichoderma harzianum*.

- b) Uji viabilitas sampel yaitu 81,32% yang berarti bahwa daya hidup atau kemampuan pertumbuhan *Trichoderma harzianum* pada kondisi lapangan yang optimum maupun suboptimum.
- c) Penghambatan adalah proses terhambatnya pertumbuhan patogen oleh jasad antagonistic melalui proses kompetisi ruang dan nutrisi. Prinsip kerja dari pengujian ini yaitu menghitung penghambatan pertumbuhan patogen oleh agens pengendali hayati. Berdasarkan Tabel 3.1 hasil uji antagonis penghambatan *Trichoderma harzianum* diperoleh rata-rata persentase penghambatan setelah 3 kali ulangan yaitu 54%, hal ini menjelaskan bahwa sampel *Trichoderma harzianum* ini dapat dijadikan sebagai agens pengendali hayati karena telah melewati standar mutu agens hayati, yaitu 50%.
- d) Patogenitas adalah kemampuan relatif suatu patogen atau entomopatogen untuk menimbulkan penyakit pada inang yang biasanya dinyatakan dalam LD₅₀ dan LT₅₀. Prinsip kerja uji patogenitas yaitu mengamati terjadinya patogenitas berupa timbulnya bercak nekrotik pada daun yang diinokulasi APH *Trichoderma* sp. Berdasarkan Tabel 5.1 hasil uji patogenitas dapat diketahui bahwa timbul bercak pada daun tembakau, hal ini menjelaskan bahwa sampel *Trichoderma harzianum* terkontaminasi sehingga menjadi patogen pada tembakau.
- e) Mikroparasitisme adalah peristiwa terjadinya penghambatan suatu patogen oleh jasad antagonistic dengan jalan organ patogen dibelit oleh hifa jasad antagonistik. Prinsip kerja dari uji mikroparasitisme yaitu ditandai dengan melilitnya hifa jamur antagonis ke hifa jamur patogen. Berdasarkan Tabel 3.1 hasil uji mikroparasitisme *Trichoderma harzianum* dapat dilihat bahwa hifa jamur *Trichoderma harzianum* melilit hifa jamur patogen *Fusarium* sp. hal inilah yang menyebabkan pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp. terhambat. Oleh karena itu dapat disimpulkan

bahwa *Trichoderma harzianum* dapat dijadikan agens hayati karena diperoleh hasil positif menghambat pertumbuhan jamur patogen.

3. Virus

Agen pengendali hayati virus sebagai patogen bagi serangga dan sebagai agen antagonis memiliki potensi untuk digunakan dalam pengendalian hama dan penyakit pada tanaman, beberapa contoh virus yang dapat digunakan sebagai agens pengendali hayati pada tanaman padi, yaitu:

a. Mikovirus

Mikovirus adalah virus yang menginfeksi jamur. Pada jamur patogen tumbuhan, infeksi mikovirus dapat menyebabkan hipovirulen. Parameter utama dari hipovirulensi adalah menurunnya tingkat virulensi (keganasan) patogen terhadap inangnya, menurunnya laju pertumbuhan koloni, menurunnya tingkat sporulasi serta perubahan warna koloni jamur inangnya. *Rhizoctonia solani Partitivirus 2* (RsPV2) merupakan contoh mikovirus yang dapat dimanfaatkan sebagai agens pengendali hayati pada tanaman padi. Virus ini termasuk ke dalam famili Partitiviridae. RsPV2 dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit hawar pelepah padi yang disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani*. Apabila partikel virus murni RsPV2 ditransfeksikan ke dalam protoplasma strain jamur *R. solani* bebas virus GD-118, maka akan menghasilkan turunan strain yang isogenik yaitu GD-118T yang mempunyai karakter yang sama dengan strain GD-11. Hal ini mengindikasikan bahwa virus RsPV2 akan dapat dikembangkan sebagai agens pengendali hayati terhadap jamur *R. solani* di lapangan (Zheng dkk., 2014).

b. NPV (Nucleo Polyhedrosis Virus)

Nucleopolyhedrovirus termasuk dalam genus *Baculovirus*, famili Baculoviridae. NPV merupakan virus yang paling banyak ditemukan pada hama, oleh karenanya NPV mempunyai potensi untuk dijadikan agens pengendali hayati serangga hama.

Formulasi NPV pada pengujian di lapang efektif terhadap larva UGP. Kelemahan penggunaan NPV dapat diperbaiki dengan menggunakan teknik formulasi. NPV yang tidak diformulasikan kurang efektif, hal ini disebabkan oleh berkurangnya viabilitas, stabilitas dan patogenisitas NPV yang tidak diformulasikan karena mendapat paparan sinar matahari (Trisnaningsih dan Arifim, 2009).

c. Studi Kasus

Formulasi Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) untuk mengendalikan ulat grayak padi (*Mythimna separate* Walker) pada tanaman padi. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kaca BB. Padi KP. Muara Bogor, serta di lapangan yang dilakukan di Indramayu dan Sukabumi oleh Trisnaningsih dan Arifin Kartohardjono (2009).

1) Perbanyak, Pembuatan Suspensi dan Formulasi MsNPV

- Perbanyak dilakukan terhadap sejumlah larva UGP diletakkan di wadah plastik. Wadah diberi alas kertas dan diisi daun padi sebagai makanan, disemprot MsNPV dosis 2 gram/l.
- Larva yang terinfeksi diberi air sebanyak 2,5 ml, lalu digerus menggunakan mortar; larva yang telah digerus disaring dengan saringan halus (500 mesh) sampai menjadi suspensi.
- Bahan pembuatan formulasi terdiri dari tetes tebu atau molase (5 %) dan talk (95%). Suspensi yang digunakan adalah 1/3 bagian dari komposisi jumlah tetes tebu dan talk.

- Perlakuan adalah jumlah larva yang digunakan yaitu 30, 50 dan 70 ekor dengan 3 ulangan.
 - Pengamatan dilakukan terhadap hasil serbuk formulasi yang diperoleh. Data dianalisis dengan tingkat perbedaan menggunakan DMRT 5%.
- 2) Pengemasan, Tempat, Waktu Penyimpanan Formulasi dan Uji Efektivitas terhadap UGP
- Uji kemasan menggunakan kantong plastik warna putih dan warna biru. Disimpan di lemari es, lemari biasa dan meja. Waktu penyimpanan formulasi dengan waktu simpan 1 bulan, 2 bulan dan 3 bulan. Pengujian dilakukan di rumah kaca menggunakan tanaman padi varietas Ciherang umur 1 bulan.
 - Pengujian periode penyimpanan 1 bulan, setiap tanaman pot disemprot sesuai dengan perlakuan lalu diinokulasi dengan 15 ekor larva instar 3-4 selanjutnya ditutup dengan plastik milar.
 - Pengujian periode penyimpanan 2 dan 3 bulan, tanaman disemprot sesuai dengan perlakuan lalu diinokulasi dengan 14 ekor larva instar 3-4 selanjutnya ditutup dengan plastik milar.
 - Pengamatan dilakukan terhadap mortalitas larva pada 3, 6, dan 9 hari setelah aplikasi sampai larva menjadi pupa. Data dianalisis dengan tingkat perbedaan menggunakan DMRT 5%.
- 3) Uji formulasi di lapangan
- Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan: 1) Inokulasi secara alami + aplikasi formulasi talk; 2) Inokulasi secara alami sebagai kontrol; 3) Inokulasi buatan dalam kurungan plastik +

aplikasi formulasi talk; dan 4) Inokulasi buatan dalam kurungan plastik sebagai kontrol.

- Petak perlakuan inokulasi secara alami, jumlah serangga yang inokulasi tergantung pada keadaan populasi pada tanaman padi. Pada inokulasi buatan, setiap petak ukur, ke dalamnya diinokulasikan larva ulat grayak L3-L4 sebanyak 15 ekor.
- Pengamatan dilakukan pada setiap unit sampel dengan menghitung jumlah larva yang ditemukan, jumlah larva terserang Ms- NPV pada 5 dan 10 hari setelah aplikasi (hsa), dan skor kerusakan tanaman.
- Data dianalisis dengan tingkat perbedaan menggunakan DMRT 5%.

4) Hasil dan Pembahasan

Kelemahan penggunaan NPV dapat diperbaiki dengan menggunakan teknik formulasi, dengan penambahan ajuvan dan atau sinergis seperti bahan pelindung terhadap radiasi matahari, perata, perekat, antifeden (penghenti nafsu makan), dan entomopatogen lain yang kompatibel.. NPV yang tidak diformulasikan kurang efektif jika dibandingkan dengan yang diformulasikan, hal ini disebabkan oleh berkurangnya viabilitas, stabilitas dan patogenesis NPV yang tidak diformulasikan karena mendapat paparan sinar matahari. Virus peka terhadap sinar ultraviolet sehingga menggunakan kemasan kantong plastik berwarna putih dan biru. Virus juga peka terhadap suhu udara dan kelembaban, sehingga upaya penyimpanan dilakukan di lemari biasa dan di meja pada suhu ruangan.

C. Vertebrata

Musuh alami memiliki peranan dalam menentukan pengaturan dan pengendalian populasi hama. Faktor yang bekerja bergantung

pada kepadatan yang tidak lengkap (*imperfectly density dependent*) dalam kisaran tertentu, populasi musuh alami dapat mempertahankan populasi musuh alami tetap berada disekitar batas keseimbangan dan mekanisme umpan balik negatif.

1. Burung Hantu (*Tyto alba*)

Burung hantu (*Tyto alba*) dikenal sebagai burung hantu putih, merupakan salah satu jenis burung hantu yang cukup potensial untuk mengendalikan hama tikus. Klasifikasi burung hantu (*Tyto alba*) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Kelas : Reptilia
Ordo : Stigiformes
Family : Tytonidae
Genus : *Tyto*
Spesies : *Tyto alba*

Sumber: animaldiversity

Teknik pengendalian dengan menggunakan burung hantu sebagai musuh alami dalam jangka panjang akan semakin menunjukkan efektifitasnya karena burung hantu akan berkembang biak dan akan mengurangi biaya pengendaliannya. Burung hantu *Tyto alba* merupakan salah satu predator yang potensial karena spesies ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan spesies lain, yaitu ukuran tubuhnya yang relatif lebih besar, memiliki kemampuan membunuh dan memangsa tikus cukup baik, mudah beradaptasi dengan lingkungan baru, dan cepat berkembang biak (Haryadi dkk., 2014).



Sumber: animaldiversity



Sumber: UPT BPTPH, Maros

2. Ular Sawah

Ular sawah merupakan salah satu musuh alami dari ekosistem sawah. Di alam, ular berperan sebagai pengendali hama pertanian (tikus atau hewan pengerat lainnya) yang sangat efektif. Ular juga merupakan mangsa dari jenis satwa lain yang memiliki *trophic level* yang lebih tinggi. Dalam rantai makanan sawah, kehadiran ular untuk menjaga populasi tikus agar tidak semakin banyak dan sebagai makanan bagi predator yang memangsa ular. Jika sebuah rantai makanan terjadi ketidakseimbangan atau terputus, maka salah satu ekosistemnya akan terjadi kelebihan populasi atau menjadi tidak terkontrol. Klasifikasi Ular Sawah (*Python morulus*) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Kelas : Reptilian
Ordo : Squamata
Family : Boidae
Genus : *Python*
Spesies : *Python morulus*

Sumber: animaldiversity



Sumber: animaldiversity

D. Invertebrata

Musuh alami merupakan suatu komponen penyusun keanekaragaman hayati yang saling berinteraksi dengan komponen penyusun agroekosistem. Musuh alami merupakan salah satu sumber daya alam hayati pada ekosistem pertanian. Sumber alam hayati merupakan unsur-unsur hayati di alam. Sedangkan ekosistem sumber daya hayati merupakan sistem hubungan timbal balik antara unsur dalam alam baik hayati maupun non-hayati, saling tergantung dan saling mempengaruhi (Henuhili dan Aminatun, 2013).

Serangga adalah salah satu komponen yang penting dalam ekosistem pertanian. Peranan serangga yaitu sebagai herbivor, predator, parasitoid serta bioindikator lingkungan. Parasitoid merupakan serangga yang hidup parasit dalam tubuh serangga lain (Hendrival dkk, 2017). Musuh alami antara lain predator, parasitoid dan patogen hama, jika dibandingkan dengan penggunaan pestisida sangat jauh berbeda dampak yang akan ditimbulkan. Penggunaan musuh alami bersifat lebih alami, efektif, murah, serta tidak menimbulkan dampak yang negatif terhadap kesehatan dan juga pada lingkungan hidup (Henuhili dan Aminatun, 2013). Beberapa ordo yang merupakan musuh alami menurut Fitriani (2018) adalah sebagai berikut:

1. Ordo Coleoptera

a. Famili Coccinellidae

Serangga dari famili ini memiliki ciri-ciri yaitu, warna yang mengkilap dan berwarna hitam, Memiliki sayap yang keras. Salah satu contoh dari Famili Coccinellidae yaitu spesies kumbang koksi. Kumbang koksi memiliki sayap depan yang keras, tebal dan merupakan penutup bagi sayap belakang dan tubuhnya. Sayap depan disebut elitron. Ketika terbang sayap depan kumbang tidak berfungsi hanya sayap belakang yang digunakan untuk terbang.

b. Famili Carabidae

Serangga dari famili ini mempunyai ukuran tubuh yang besar, bentuk dan warna dari serangga ini yaitu gelap dan agak gepeng (pipih), dengan elitra yang bergaris-garis. Salah satu contoh dari famili Carabidae yaitu spesies kumbang tutul. Carabidae merupakan salah satu musuh dari banyak serangga terutama ulat dan kepompongnya. Larvanya biasa hidup sebagai predator.

c. Famili Staphylinidae

Famili Staphylinidae memiliki ciri-ciri yaitu mempunyai bentuk tubuh memanjang dan juga langsing. Bagian abdomen yang besar terlihat di belakang ujungnya. Terdapat enam atau tujuh sterna abdomen yang kelihatan. Salah satu contoh dari family ini yaitu spesies tomcat.

2. Ordo Hemiptera

a. Famili Miridae

Serangga ini mempunyai tubuh yang lunak, panjangnya sekitar 4-10 mm, tubuhnya berwarna hijau dan antenanya terdiri atas 4 ruas. Salah satu contoh spesies dari Famili ini yaitu *Cyrtorhinus lividepennis*.

b. Famili Gerridae

Ciri-ciri dari famili Gerridae yaitu memiliki ukuran tubuh yang besar, memiliki tungkai yang panjang dan pergerakannya sangat lincah. Imago berwarna hitam dengan dua pasang kaki belakang yang sangat panjang. Salah satu contoh dari famili ini yaitu spesies *Gerris remigis* atau biasa sering disebut dengan anggang-anggang.

3. Ordo Orthoptera

a. Famili Mantidae

Serangga ini sering juga disebut dengan belalang sembah (*Mantis religiosa*), karena saat dia menegakkan bagian tubuhnya dengan kaki depan yang besar dan kuat posisinya seperti sedang menyembah. Bentuk matanya segitiga kecil yang bebas bergerak.

b. Famili Coenagrionidae

Famili Coenagrionidae mempunyai ciri-ciri sayap yang sempit. Kemampuan untuk terbang lebih lemah dibandingkan jenis capung lainnya. Capung dewasa berwarna kuning- hijau mempunyai abdomen ramping yang panjang. Capung memiliki fungsi sebagai predator baik dalam bentuk nimfa maupun dewasa dan juga memangsa berbagai macam jenis serangga maupun organisme lainnya termasuk serangga hama pada tanaman padi seperti penggerek batang padi, walang sangit, dan wereng coklat. Contoh spesies dari famili ini yaitu capung jarum (*Ischnura senegalensis*).

4. Ordo Araneae

a. Famili Araneidae

Anggota dari famili Araneidae ini hampir semuanya membuat sarang laba-laba yang berbentuk lingkaran, ciri-cirinya yaitu bentuk tubuhnya yang bulat dan prosoma berwarna coklat

kehitaman dan opistosoma hitam kehijauan dengan beberapa pasang bintik- bintik kecil berwarna putih, serta terdapat rambut-rambut kasar pada femur dan tibia pasangan-pasangan tungkai pertama, kedua dan keempat. Salah satu contoh spesies dari famili ini yaitu *Pardosa pseudoannulata*. Menurut Hendrival dkk (2017), *Pardosa pseudoannulata* memangsa wereng daun, hama wereng batang coklat dan juga efektif dalam menekan populasi penggerek batang, dan hama pelipat daun.

b. Famili Tetragnathidae

Spesies dari famili ini yaitu laba-laba. Ciri-cirinya yaitu mempunyai kalisera-kalisera yang sangat panjang dan menjulur, terutama pada yang jantan. Memiliki warna tubuh yang kecoklat-coklatan, panjang dan ramping, tungkainya terutama pasangan bagian depan. Contoh spesies dari famili Tetragnathidae yaitu *Tetragnatha maxillosa*. Laba-laba ini umum dijumpai pada agroekosistem padi dan efektif menekan populasi wereng hijau dan hama wereng batang coklat (Hendrival dkk, 2018). Beberapa musuh alami yang ditemukan di wilayah Maros antara lain :

1) Parasitoid

Parasitoid sering kali menumpang hidup di dalam tubuh serangga hama. Parasitoid dapat menyerang inang mulai dari telur, larva, pupa dan imago. Imago parasitoid hidup bebas di alam dan juga sering berkembang bersama dengan inangnya. Parasitoid yang hidup di dalam tubuh inang disebut endoparasitoid sedangkan yang menempel di luar tubuh inang disebut ektoparasitoid. Famili braconidae disebut juga keluarga tawon parasitoid merupakan famili serangga terbanyak yang memiliki ciri-ciri berupa tubuh yang berwarna hitam atau coklat dan ada juga beberapa spesies memiliki warna dan pola yang mencolok. Salah satu jenis serangga yang ditemukan adalah serangga yang tergolong ke dalam famili Braconidae. Serangga ini bersifat

parasitoid. Ciri morfologi dari hewan ini yaitu tubuhnya berwarna coklat, memiliki sepasang antena, memiliki sayap yang mengkilat, memiliki sepasang mata, dan memiliki tiga pasang kaki. Berikut ini salah satu jenis parasitoid yang ditemukan di daerah Maros antara lain:



(a)



(b)

Sumber: (a) *Laboratorium OPT UPT BTPPH Sulsel*

(b) *Bugguide.net*

2) Kumbang Koksi

Kumbang koksi memiliki ciri morfologi yaitu ukuran tubuhnya kecil dan bulat, punggungnya berwarna-warni serta beberapa jenis berbintik-bintik. Kumbang ini memiliki kaki yang pendek serta kepala yang terlihat membungkuk ke bawah. Kumbang koksi merupakan predator bagi kutu daun pada tanaman padi.



Sumber: *Falahuddin dkk, 2015.*

3) Tomcat (*Paederus fuscipes*)

Tomcat merupakan salah satu jenis musuh alami atau predator bagi hama tanaman padi. Tomcat merupakan predator bagi wereng coklat, wereng hijau, kepik, telur serangga pemakan daun, dan lain sebagainya. Tomcat menghasilkan cairan yang sifatnya beracun berupa pederin untuk melumpuhkan mangsanya. Ciri-ciri morfologi dari hewan ini yaitu bertubuh hitam dengan garis orange di sekitar perut, memiliki sayap dengan semburat warna biru kehitaman dan juga memiliki antena di kepala.



(a)



(b)

Sumber: (a) Laboratorium OPT UPT BPTPH Sulsel;
(b) *Idntimes.com*

4) Kepik permukaan air (*Microvellia douglasi atrolineata*)

Kepik permukaan air merupakan salah satu jenis musuh alami atau predator bagi hama tanaman padi. Ciri-cirinya yaitu pada bagian bahu melebar, berwarna hitam mengkilap, tungkai-tungkainya terletak pada jarak yang sama disepanjang tubuhnya dengan mulut tipe mengisap. Mangsa dari kepik permukaan air ini yaitu wereng coklat, wereng punggung putih, wereng hijau, larva penggerek batang padi.



(a)



(b)

Sumber: (a) *Laboratorium OPT UPT BPTPH Sulsel*
(b) *Amorphophallus.wordpress.com*

5) Kepik mirid (*Cyrtorhinus lividipennis*)

Kepik mirid merupakan salah satu jenis musuh alami atau predator bagi hama tanaman padi. Kepik ini memiliki ciri-ciri berupa tubuh yang berwarna hijau dengan bagian kepala yang berwarna hitam. Pada malam hari mempunyai sifat tertarik terhadap cahaya/sinar. Kepik ini aktif memburu mangsanya dan bergerak seperti wereng coklat. Kepik mirid merupakan predator bagi wereng hijau, wereng punggung putih, wereng coklat, wereng zig-zag dan lalat padi.



(a)



(b)

Sumber: (a) *Laboratorium OPT UPT BPTPH Sulsel*
(b) *Nbair.res.in*

6) Semut bersayap (*Dorymyrmex insanus*)

Semut bersayap merupakan salah satu jenis musuh alami atau predator bagi hama beberapa jenis tanaman. Semut bersayap memiliki ciri-ciri berupa memiliki 2 buah sayap, tubuh berwarna merah dan hitam, memiliki sepasang antena pada bagian kepala, dan memiliki 3 pasang kaki. Semut hidup secara berkoloni dengan membuat sarang di bawah tanah kering diantara pematang sawah atau tempat lainnya. Semut merupakan predator bagi ulat, kutu, kumbang, dan jenis serangga lainnya



(a)



(b)

Sumber: (a) Laboratorium OPT UPT BPTPH Sulsel

(b) Google image

7) Musuh alami

Salah satu jenis serangga yang ditemukan adalah serangga yang tergolong ke dalam famili haliplidae. Serangga golongan famili haliplidae memiliki ciri-ciri berupa bentuk tubuh yang cembung, bulat telur, kecil yang panjangnya 2,5-4,3 mm dan hidup di dalam air atau dekat air. Mereka biasanya berwarna kekuning-kuningan atau kecoklatan dengan bintik-bintik hitam. Serangga golongan Famili haliplidae yang ditemukan ini merupakan musuh alami golongan predator.



(a)



(b)

Sumber: (a) Laboratorium OPT UPT BPTPH Sulsel
(b) Bugguide.net

E. Pestisida Nabati

Tabel 3.2 Jenis – jenis Tumbuhan Pestisida Nabati pada Tanaman Padi
(*Oryza sativa*)

No.	Gambar	Keterangan
1.	Jarak (<i>Ricinus communis</i> Linn.) 	<p>Bagian yang digunakan Seluruh bagian tanaman</p> <p>Kandungan zat : Trigliserida, asam palmitat, asam risinoleat, asam isorisinoleat, asam oleat, asam linoleat, asam linolenat, asam stearat, dan asam dihidroksistearat</p> <p>Status : Insektisida, ovisida, penghambat pembentukan telur dan penghambat perkembangan hama.</p>

2. Mimba (*Azadirachta indica* Juss)



Bagian yang di gunakan : Daun dan biji

Kandungan zat : Azadirachtin, Salanin, Nimbenen dan Mellantriol

Status : Mengendalikan ulat, hama pengisap, jamur, bakteri, nematoda, dan berfungsi untuk pengendalian layu akibat *Fusarium* dan *Phytophthora*

3. Bengkuang
(*Pachyrhizus erosus* (L.) Urb.)



Bagian yang digunakan : Batang, daun dan biji

Kandungan zat : Rotenon dan Pachhyrizid.

Status : Mengendalikan pengisap buah dan pengisap bunga, *Spodoptera litura*, beberapa jenis serangga dari ordo *Coleoptera*, *Diptera*, *Hemiptera*, *Lepidoptera* dan *Orthoptera*.

4. Bunga Piretrum
(*Pyrethrum cinerariaefolium* Trev)



Bagian yang digunakan : Serbuk bunga

Kandungan zat : Piretrin

Status : Mengendalikan hama ulat.

5. Tembakau (*Nicotiana tabacum*)



Bagian yang digunakan : Daun

Kandungan zat : Nikotin

Status : Mengendalikan hama *Aphis* sp, walang sangit, penggerek batang, selain berfungsi sebagai insektisida, dan mengatasi penyakit *Blast*.

6. Sirsak (*Annona muricata*)



Bagian yang digunakan : Daun

Kandungan zat : Annonain dan Resin

Status : Mengendalikan hama trip, wereng, walang sangit, dan penggerek batang.

7. Bawang Putih (*Allium sativum*)



Bagian yang digunakan : Umbi

Kandungan zat : Allisin yang bersifat (antibiotik)

Status : Mengendalikan wereng, walang sangit, dan penggerek batang padi serta mengatasi hama kutu-kutuan, penyakit layu, akibat jamur *Fusarium* pada tanaman cabai dan tomat.

8. Serai (*Andropogon nardus*)



Bagian yang digunakan : batang dan daun

Kandungan zat : *Silica* (SiO_2)

Status : Mengendalikan ulat atau kutu daun, jika ditanam disamping bedengan sawah dapat menghambat serangan tikus .

9. Gadung (*Dioscorea hispida*)



Bagian yang digunakan : Umbi

Kandungan zat : Diosgenin, Steroid saponin, Alkolid da Fenol.

Status : Mengendalikan ulat hama dan ulat penghisap.

10. Mindi (*Melia azedarach*)



Bagian yang digunakan : Daun

Kandungan zat : Margosin, dan glikosida flafonoid.

Status : Menghambat pertumbuhan dan pengusir serangga.

Ulat grayak, kutu daun, anjing tanah, belalang, wereng dan hama gudang.

11. Kerinyu (*Chromolaena Adorata*)



Bagian yang digunakan : Daun

Kandungan Zat : *Pyrrrolizine Alkaloids*

Status : Mengendalikan ulat dan hama pengisap di tanaman hortukultura.

12. Babadotan (*Ageratum conyzoides* Linn.)



Bagian yang digunakan : Daun, bunga, batang, akar

Kandungan zat: Saponin, flavonoid, polifenol, minyak atsiri

Status : Mengendalikan serangga hama, bioaktif bersifat menolak (repellent) dan menghambat perkembangan serangga.

13. Putri malu (*Mimosa pudica*)



Bagian yang diambil : Daun dan bunga

Kandungan zat : Mimosin, asam pipekolinat, tannin, alkaloid, dan saponin

Status : Fungisida

14. Kacang babi (*Tephrosia vogelii*)



Bagian yang digunakan : Daun

Kandungan zat : Glikosida, alkaloid, saponin, tanin, steroid, dan triterfenoid. Sedangkan senyawa fenolik.

Status : Menurunkan kemampuan serangga dalam mencerna makanan, dan pada akhirnya mengganggu pertumbuhan serangga.

15. Kenikir
(*Tagetes erecta* L., *Tagetes patula*)



Bagian yang digunakan : Bunga, daun, batang, dan akar

Kandungan zat : Minyak atsiri

Status : Penolak hama (repellent), insektisida, fungisida, dan nematisida.

17. Mengkudu (*Morinda citrifolia*)



Bagian yang diambil : Buah, daun dan akar

Kandungan zat : Xeronin, proxeronin, scopoletin dan antraquinan

Status : Insektisida

18. Sembung (*Blumea balsamifera*)



Bagian yang digunakan : Daun

Kandungan zat : Borneol, sineol, limonene dan dimeti eter floroasetofenon.

Status : Mengganggu metabolisme, dan sistem syaraf. Keong mas, *limus sakeureut*.

19. Duku (*Lansium domesticum*)



Bagian yang diambil : Biji

Kandungan zat : Alkaloida, saponin, lavonoida dan polifenol

Status : Sebagai insektisida

20. Jahe (*Zingiber officinale*)



Bagian yang digunakan : Umbi

Kandungan zat : Minyak atsiri 1-3%, konstituent utama sesquiterpene, zingiberene

Status : Pebagai penolak hama, nematicida, dan fungisida

20. Cabai merah
(*Capsicum annuum*)



Bagian yang digunakan : Buah dan biji.

Kandungan zat : Kapsaisin, dihidrokapsaisin, vitamin (A, C), damar, zat warna kapsantin, karo ten, kapsarubin, zeasantin, kriptosantin dan clan lutein.

Status : Insektisida dan penolak hama (repellent).

21. Cengkeh (*Syzygium aromaticum*)



Bagian yang digunakan : Bunga, tangkai bunga dan daun.

Kandungan zat : Eugenol, eugenol asetat, kariofilen, sesquiterpenol dan naftalen.

Status : Fungisida, mengakibatkan kemandulan hama dan menghambat aktifitas makan.

22. Mahoni
(*Swietenia mahagoni*)



Bagian yang digunakan : Biji

Kandungan zat : Saponin dan flavanoid

Status : Penghambat perkembangan serangga (growth regulator) dan sebagai penolak hama (repellent).

23. Pacar cina (*Aglaia odorata Lour.*)



Bagian yang diambil : Daun

Kandungan zat : Alkaloida, saponin, flavonoida, tanin, serta minyak atsiri

Status : Insektisida, antifeedant (penghambat makan) dan growth regulator (penghambat perkembangan serangga).

24. Akar Tuba
Derris elliptica (Roxb.) Benth.



Bagian yang digunakan : Akar

Kandungan zat : Senyawa rotenon

Status : Mengendalikan hama serangga seperti larva kumbang dan kupu-kupu, apis, nyamuk, kutu hijau, dan kutu daun.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, F., Aini, N., dan Suryanto, A. 2013. Sistem Tanam dan Umur Bibit pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Varietas Inpari 13. *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol. 1 (2): 2338 – 3976.
- Caton, B.P., Mortimer, M., Hill, J.E., dan Johnson, D.E. 2011. *Gulma Padi di Asia*. Filipina: International Rice Research Institute.
- Defitri, Y. 2013. Identifikasi Jamur Patogen Penyebab Penyakit Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*) Di Lubuk Ruso Kecamatan Pelayung Kabupaten Batanghari Jambi. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 13(4): 113-117.
- Fadhla, T., dan Hamidi, A, A. 2019. Studi Usaha Tani Pada Kelayakan Pembenuhan Padi Varietas Ciharang di Kecamatan Meureudu Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Agriflora*. ISSN: 2549 – 757X.
- Falahuddin, I., Pane, E. R., dan Mawar, E. 2015. Identifikasi Serangga Ordo Coleoptera Pada Tanaman Mentimun (*Cucumis Sativus* L) Di Desa Tirta Mulya Kecamatan Makarti Jaya Kabupaten Banyuasin li. *Jurnal Biota*. 1(1): 12.
- Fitriani. 2018. Identifikasi Predator Tanaman Padi (*Oryza sativa*) Pada Lahan yang Diaplikasikan Dengan Pestisida Sintetik. *Jurnal Ilmu Pertanian Universitas Al Asyariah*. 3(2): 66-67.
- Harjoso, T., Nurchasanah, S., dan Rahayu, A, Y. 2011. Karakter Morfologi Padi pada Pertanaman dengan Pendekatan SRI (*System of Rice Intensification*). *Jurnal Agrin*. Vol. 15 (2): 153 – 163.
- Haryadi T. N., Moh W. j., dan Titin, A. 2014. *Pemanfaatan Burung Hantu untuk mengendalikan Tikus di Kecamatan Semboro Kabupaten Jember*. Jember: Universitas Jember.
- Hendrival., Hakim, L., dan Halimuddin. 2017. Komposisi Dan Keanekaragaman Arthropoda Predator Pada Agroekosistem Padi. *Jurnal Floratek*. 12(1): 22.
- Henuhili, Victoria, dan Aminatun, T. 2013. Konservasi Musuh Alami Sebagai Pengendali Hayati Hama Dengan Pengelolaan Ekosistem Sawah. *Jurnal Penelitian Saintek*. 18(2): 31.

- Maknunah, J., dan Sinaga M.S. 2018. Eksplorasi dan Karakterisasi Khamir dan Bakteri Sebagai Agens Antagonis terhadap Penyebab Penyakit Blas pada Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 14(3): 83-88.
- Manueke, J., Assa, B.H., dan Pelealu, E.A. 2017. Hama-Hama Pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza Sativa L.*) Di Kelurahan Makalonsow Kecamatan Tondano Timur Kabupaten Minahasa. *Eugenia*. 23(3): 120-127.
- Manuhara, S. W. 2010. Isolasi dan Karakterisasi Enzim B-1,3-glukanase dari Tanaman Kubis (*Brassica oleracea cv. Capitata L.*). *Jurnal Penelitian Berkala Hayati*. 15:99-105.
- Manurung, I.R., Pinem M.I., dan Lubis L. 2014. Uji Antagonisme Jamur Endofit Terhadap *Cerospora oryzae* Miyake dan *Culvularia lunata* (Wakk) Boed. Dari Tanaman Padi di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(4): 1563 – 1571.
- Meiniwati., Khotimah S., dan Mukarlina. 2014. Uji Antagonis *Pyricularia grisea* Sacc. Penyebab Blas pada Tanaman Padi Menggunakan Jamur Rizosfer Isolat Lokal. *Jurnal Probiot*. 3(1): 17 – 24.
- Mirsam, H., dan Kurniawati, F. 2018. Laporan Pertama Di Sulawesi Selatan: Karakter Morfologi dan Molekuler Nematoda Puru Akar Yang Berasosiasi Dengan Akar Padi Di Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 22(1): 58-65
- Nuryanto, B. 2017. Penyakit Hawar Pelelah (*Rhizoctonia solani*) pada Padi dan Taktik Pengelolaannya. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 21(2): 63–71.
- Plants USDA NRCS. 1999. *The Plants Database, Information Of Plants*. <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=CYDI4.06> Januari 2019.
- Praptana, R.H., Sumardiyono Y.B., Hartono, S., Widiarta, I.N., dan Muhsin, M. 2009. Deteksi Keragaman Virus Tungro Dari Beberapa Daerah Endemis Di Indonesia Dengan Teknik PCR-RFLP. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 15(1) :29-38.
- Rustam., G., Wiyono, S., Santosa, D.A., dan Susanto, S. 2011. Seleksi dan Identifikasi Bakteri Antagonis sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Hawar Pelelah Padi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 3(3): 164-171.
- Sarifin, M., Sujana, I.P., dan Pura, N.L.S. 2017. Identifikasi Dan Analisis Populasi Gulma Pada Padi Sawah Organik Dan An-Organik Di Desa

- Jatiluwi, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan. *Agrimeta*. 7(13): 50-55.
- Satria, B., Harahap, E. M., dan Jamilah. 2017. Peningkatan Produktivitas Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Melalui Penerapan Beberapa Jarak Tanam dan Sistem Tanam. *Jurnal Agroekoteknologi*. 5 (3): 629-637.
- Solikhin dan Purnomo. 2008. Preferensi Tikus Sawah (*Rattus-Rattus Argentiventer*) Dan Pengaruhnya Terhadap Pola Kerusakan Padi Varietas Dodokan Dan Cianjur. *J. HPT Tropika*. 8(1): 23 – 30.
- Sopialena., Sopian., dan Allita L.D. 2019. Diversitas Jamur Endofit pada Tanaman Padi dan Potensinya sebagai Pengendali Hama. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. 2(1): 44-49.
- Sudir., Nasution, A., Santoso., dan Nuryanto, B. 2014. Penyakit Blas *Pyricularia grisea* pada Tanaman Padi dan Strategi Pengendaliannya. *Iptek Tanaman Pangan*. 9(2): 85-96.
- Suhartini, T. 2010. Keragaman Karakter Morfologis Plasma Nutfah Spesies Padi Liar (*Oryza* spp.). *Buletin Plasma Nutfah*. Vol. 16 (1): 17-28.
- Syarifa, Apriani, I., dan Amalia, R.H.T. 2018. Identifikasi Gulma Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L. Var. Ciherang) Sumatera Selatan. *Jurnal Biosilampari*. 1(1): 40-44.
- Tangkilisan, V.E., Salaki, C.L., Dien, M.F. dan Meraya, E.R.M. 2013. Serangan Hama Putih Palsu *Cnaphalocrosis Medinalis* Guenee. Pada Tanaman Padi Sawah Di Kecamatan Ranoyapo Kabupaten Minahasa Selatan. *Eugenia*. 19(3): 23-29.
- Tim Penyusun BBPADI. 2016. *Tiga Fase Pertumbuhan Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Kementerian Pertanian – Jawa Barat.
- Tim Penyusun BPTP Aceh. 2009. *Budidaya Tanaman Padi*. Provinsi Aceh
- Trisnarningsih dan Arifin Kartohardjono. 2009. Formulasi Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) untuk Mengendalikan Ulat Grayak Padi (*Mythimna separate* Walker) pada Tanaman Padi. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 6(2): 86-88.
- Waruwu, A.A.S., Soekarno B.P.W., Munif A. 2016. Metabolit Cendawan Endofit Tanaman Padi Sebagai Alternatif Pengendalian Cendawan Patogen Terbawa Benih Padi. *Jurnal Patologi Indonesia*. 12(2): 53 – 61.

- Wibowo. T. B dan Sutikno. 2016. Prediksi Serangan Hama Pada Tanaman Padi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. *Jurnal teknik informatika*. 9 (2): 92-99
- Yulianto. 2017. Pengendalian Penyakit Blas Secara Terpadu pada Tanaman Padi. *Iptek Tanaman Pangan*. 12(1): 25-34.
- Zheng, L., M. Zhang, Q. Chen, M. Zhu, & E. Zhou. 2014. A Novel Mycovirus Closely Related to Viruses in the Genus Alphapartitivirus Confers Hypovirulence in the Phytopathogenic Fungus *Rhizoctonia solani*. *Virology*. 456: 220–226.