

MANDIRI

LAPORAN PENELITIAN



JUDUL PENELITIAN

**IDENTIFIKASI HAMA BARU DAN MUSUH ALAMINYA
PADA TANAMAN JAGUNG, DI KELURAHAN SIDOMULYO,
KECAMATAN SELUMA, BENGKULU**

TIM PENELITIAN

Ir. Nadrawati, M.P. NIDN. 0012046011
Dr. Sempurna Ginting, SP, MSi NIDN. 0023058204
Agustin Zarkani, SP, Msi, PhD NIDN. 0004088001

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BENGKULU
JUNI 2019**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Identifikasi hama baru dan musuh alaminya
Pada tanaman jagung, di kelurahan
Sidmulyo, Kecamatan Seluma Selatan,
Kabupaten Seluma
2. Bidang ilmu : Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan
3. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Ir. Nadrawati, M.P.
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIP : 196004121986032002
 - d. NIDN : 0004088001
 - e. Disiplin Ilmu : Entomologi
 - f. Pangkat Golongan : Lektor kepala IVb
 - g. Jabatan Fungsional : Lektor kepala
 - h. Fakultas/Jurusan : Pertanian/Perlindungan Tanaman
 - i. Alamat Kantor : Jl. Raya Kandang Limun
 - j. Telepon/Faks/E-mail : 21170 Ext.221
 - k. Alamat rumah : Komplek RSJ Suprpto. Bengkulu
 - l. Telepon/HP : 085357792201
4. Jumlah anggota (Maksimal 2 orang)
 - a. Nama Anggota (1) : Dr. Sempurna Ginting SP., M.Si
NIP/NIDN/No : 0023058204
Bidang Keahlian : Hama Tanaman
 - b. Nama Anggota (2) : Agustin Zarkani, SP, Msi, PhD
NIP/NIDN/No : 0004088001
Bidang Keahlian : Entomologi
5. Lokasi Kegiatan : Lapangan dan laboratorium
6. Jumlah Biaya : Rp. 10.000.000

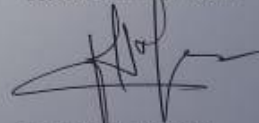
Mengetahui/Menyetujui
Dekan Fakultas Pertanian

Ir. Fahmurozi, M.Sc, Ph.D
NIP. 19641029 198903 1 002

Mengetahui/Menyetujui
Ketua LPPM UNIB

Dr. rer. Nat. Totok Eka Suharto, MS
NIP. 19590503 198602 1 001

Bengkulu, Juni 2019
Ketua Tim Pelaksana



Ir. Nadrawati, M.P.
NIP.196004121986032002

ABSTRAK

Fall Armyworm (FAW) atau *Spodoptera frugiperda*. (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan salah satu hama baru yang pertanaman jagung. Hama ini termasuk yang sulit dikendalikan, karena imagonya cepat menyebar, bahkan termasuk penerbang kuat dapat mencapai jarak yang cukup jauh dalam satu minggu, dengan bantuan angin bisa mencapai 100 km. Hama tersebut telah mewabah dalam waktu cepat dari Benua Amerika pada tahun 2016, masuk ke Benua Afrika dan menyebar di wilayah Asia hingga ke Thailand pada tahun 2018. Kerugian akibat serangan hama ini pada tanaman jagung di 12 negara di Afrika antara 4-18 juta ton per tahun atau jika diuangkan senilai 1-4,6 juta dollar AS/tahun. Penyebaran hama *Spodoptera frugiperda* dapat terjadi melalui perdagangan sayur-mayur, buah-buahan antar negara, di samping itu serangga ini mampu bertahan di musim dingin, karena Indonesia negara tropis, jadi sangat berpotensi terserang hama ini.

Penelitian ini bertujuan untuk identifikasi dan memastikan keberadaan hama baru serta musuh alaminya pada tanaman jagung, di Kelurahan Sidomulyo, Kecamatan Seluma, Bengkulu. Metode yang digunakan adalah survey dengan pengambilan sampel secara purposif sampling (metode terpilih). Pengamatan pada tanaman sampel meliputi ciri-ciri morfologi larva yang ditemukan, gejala kerusakan, dan musuh alaminya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hama yang menyerang tanaman jagung di kelurahan Sidomulyo adalah *Spodoptera frugiperda*, berdasarkan hasil identifikasi hama tersebut memiliki ciri-ciri yaitu 1. terdapat garis mirip huruf Y terbalik pada kepala, 2. Terdapat 4 buah bintik yang besar (pinacula) pada abdomen segmen 8, 3. Memiliki 3 garis pada bagian atas tubuh, yaitu sebuah pada dorsal dan pada masing-masing sub dorsal, 4. Memiliki garis tebal seperti pita pada lateral tubuh. Larva tersebut menyerang pucuk tanaman jagung pada stadia vegetatif sehingga pertumbuhan tanaman jagung menjadi terganggu dan memakan kernel jagung pada fase generatif. Musuh alami yang ditemukan di lapangan adalah Nucleopolyhedrovirus (NPV), *Nomuraea rileyi*, predator *Coleomegilla maculata* (De Geer) (Coleoptera: Coccinellidae), dan parasitoid (Diptera: Tachinidae). Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk penelitian lanjutan mengenai pengendalian hama baru tersebut.

Kata kunci : *Spodoptera frugiperda*, hama, identifikasi, musuh alami, jagung.

DAFTAR ISI

JUNI 2019	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
PENDAHULUAN.....	1
TINJAUAN PUSTAKA	3
BAHAN DAN METODE.....	8
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	12
DAFTAR PUSTAKA	18

PENDAHULUAN

Jagung merupakan tanaman pangan terpenting di dunia setelah padi dan gandum, karena berbagai negara di dunia seperti di Amerika Tengah dan Selatan menjadikan jagung sebagai sumber karbohidrat utama. Amerika Serikat juga menjadikan jagung sebagai sumber pangan alternatif. Beberapa daerah di Indonesia, seperti Madura dan Nusa Tenggara pernah mengkonsumsi jagung sebagai sumber pangan utama. Jagung dominan digunakan sebagai bahan baku pakan ternak, selain itu jagung dapat diolah menjadi minyak dan tepung jagung (Koswara 2009). Kebutuhan jagung sebagai bahan baku pakan ternak saat ini dipenuhi dari produksi nasional dan impor jagung. Kebutuhan jagung nasional belum sepenuhnya dipenuhi dari produksi jagung nasional sehingga perlu ditingkatkan.

Jagung merupakan salah satu komoditas pertanian yang diusahakan oleh masyarakat masyarakat kelurahan Sidomulyo, kecamatan Seluma, Bengkulu. Komoditas jagung merupakan komoditas nasional yang cukup strategis, dan saat ini termasuk ke dalam program kementerian pertanian Republik Indonesia yaitu upaya khusus padi, jagung dan kedelai (UPSUS PAJALE). Produksi jagung (ton pipilan kering) di seluma terus mengalami penurunan dari tahun 2010 sebesar 11.0172, tahun 2011 sebesar 6.562, tahun 2012 sebesar 5648, tahun 2013 sebesar 1591, tahun 2014 sebesar 1308 dan 2015 sebesar 1746 (BPS Provinsi Bengkulu 2016).

Organisme pengganggu tanaman atau hama merupakan masalah di dalam budi daya jagung tersebut. Ulat grayak merupakan salah satu hama yang kerap mengganggu pertanian di Indonesia, termasuk pertanaman jagung. Saat ini ada jenis ulat grayak baru yang tengah mewabah di dunia yakni *Fall Armyworm* (FAW) atau *Spodoptera frugiperda*. Hama tersebut termasuk ke dalam ordo Lepidoptera, famili Noctuidae. *Spodoptera frugiperda* menyerang tanaman pangan seperti jagung, padi, dan gandum. Hama ini termasuk yang sulit dikendalikan, karena imagonya cepat menyebar, bahkan termasuk penerbang kuat dapat mencapai jarak yang cukup jauh dalam satu minggu. Kalau dibantu angin bisa mencapai 100 km. Hama tersebut telah mewabah dalam waktu cepat dari benua Amerika pada tahun 2016, masuk ke benua Afrika dan menyebar di wilayah Asia hingga ke Thailand pada tahun 2018 (Harahap, 2018).

Tahun 2017, hama tersebut menyebar hampir ke semua negara yang menanam jagung di Afrika dan Afrika Selatan. *Spodoptera frugiperda* kini sudah menyebar di negara tropika dan subtropika, seperti Brasil dan Amerika Selatan. Di Asia sudah masuk ke Yaman, India, Myanmar dan Thailand. The Centre for Agriculture and Bioscience International (CABI) tahun

2018, mencatat kerugian akibat serangan hama ini pada tanaman jagung di 12 negara di Afrika antara 4-18 juta ton per tahun atau senilai 1-4,6 juta dollar AS/tahun.

Harahap (2018) menjelaskan bahwa penyebaran hama *Spodoptera frugiperda* dapat terjadi melalui perdagangan sayur-mayur, buah-buahan antarnegara, di samping itu serangga ini mampu bertahan di musim dingin, karena Indonesia negara tropis, jadi sangat berpotensi terserang hama ini. Oleh sebab itu penting untuk melakukan penelitian identifikasi hama baru dan musuh alaminya pada tanaman jagung, di Kelurahan Sidomulyo, Kecamatan Seluma, Bengkulu.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memastikan keberadaan hama baru dan musuh alaminya pada tanaman jagung, di Kelurahan Sidomulyo, Kecamatan Seluma, Bengkulu melalui identifikasi yang meliputi ciri-ciri morfologi, gejala kerusakan, dan musuh alaminya. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk penelitian lanjutan mengenai pengendalian hama baru tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Biologi dan Ekologi *S. frugiperda*

Telur diletakkan pada malam hari pada daun tanaman inang, menempel pada permukaan bagian bawah dari daun bawah, dalam kelompok 100-300 butir dan kadang-kadang dalam dua lapisan, biasanya ditutupi dengan lapisan pelindung rambut abdomen. Penetasan telur membutuhkan 2-10 hari (biasanya 3-5).

Larva muda makan jauh ke dalam lingkaran pucuk tanaman; instar pertama makan secara berkelompok pada bagian bawah daun muda yang menyebabkan efek skeletonizing atau 'windowing' yang khas, dan titik pertumbuhannya dapat terbunuh. Larva yang lebih besar bersifat kanibal, sehingga hanya ada satu atau dua larva per whorl biasa. Tingkat perkembangan larva melalui enam instar dipengaruhi oleh kombinasi dari makanan dan kondisi suhu, dan biasanya membutuhkan waktu 14-21 hari. Larva yang lebih besar nokturnal kecuali saat ketika mencari sumber makanan lain. Pupasi terjadi di dalam tanah, atau jarang di daun tanaman inang, dan membutuhkan waktu 9-13 hari. Imago dewasa muncul pada malam hari, dan biasanya menggunakan periode pra-oviposisi alami untuk terbang sejauh beberapa kilometer sebelum oviposit, kadang-kadang bermigrasi untuk jarak yang jauh. Rata-rata, imago hidup selama 12-14 hari (CABI 2017).

Pada suhu ambang batas 10,9 °C diperlukan 559 hari untuk perkembangan. Tanah berpasir atau tanah liat-pasir cocok untuk kepompong dan kemunculan imago. Munculnya imago pada tanah berpasir dan tanah liat berbanding lurus dengan suhu dan berbanding terbalik dengan kelembaban. Di atas 30° C sayap imago cenderung cacat. Pupa membutuhkan suhu ambang 14,6 ° C dan 138 hari untuk menyelesaikan perkembangannya (Ramirez-Garcia *et al.*, 1987).

Spodoptera frugiperda adalah spesies tropis, suhu optimal untuk perkembangan larva dilaporkan 28°C, tetapi lebih rendah untuk oviposisi dan pupation. Di daerah tropis, perkembangbiakan dapat berkelanjutan dengan empat hingga enam generasi per tahun, tetapi di wilayah utara hanya satu atau dua generasi yang berkembang; pada suhu yang lebih rendah, aktivitas dan perkembangan berhenti, dan ketika pembekuan terjadi, semua tahapan biasanya mati. Di AS, *S. frugiperda* biasanya hanya ada pada musim dingin di Texas selatan dan Florida. Pada musim dingin yang ringan, pupa bertahan di lokasi utara.

Deskripsi *S. frugiperda*

Telur

Telur berbentuk bulat (diameter 0,75 mm); berwarna hijau pada saat oviposisi dan menjadi coklat muda sebelum eklosi. Telur mentas membutuhkan 2-3 hari (20-30 °C). Telur biasanya diletakkan dalam kelompok sekitar 150-200 telur yang diletakkan dalam dua hingga empat lapisan di permukaan daun. Massa telur biasanya ditutupi dengan lapisan pelindung, seperti abu-abu-merah muda (setae) dari dari abdomen imago betina. Hingga 1000 telur dapat diletakkan oleh setiap betina.

Larva

Larva berwarna hijau muda sampai coklat tua dengan garis memanjang. Pada instar keenam, larva panjangnya 3-4 cm. Larva memiliki delapan proleg dan sepasang proleg pada segmen abdominal terakhir. Saat menetas larva berwarna hijau dengan garis-garis hitam dan bintik-bintik, dan ketika tumbuh tetap berwarna hijau atau menjadi coklat kecoklatan dan memiliki garis punggung hitam dan garis-garis spiral. Jika dengan kepadatan populasi tinggi dan kekurangan makanan, instar terakhir bisa hampir hitam dalam fase larvanya. Larva besar dicirikan oleh bentuk Y terbalik berwarna kuning di kepala, pinacula punggung hitam dengan setae primer panjang (dua setiap sisi setiap segmen dalam zona punggung pucat) dan empat bintik hitam pada segmen abdomen terakhir. Biasanya ada enam instar larva, kadang-kadang lima Crumb (1956). Levy dan Habeck (1976) memberikan fitur diagnostik, dan pelat warna disediakan oleh King and Saunders (1984).

Pupa

Pupa lebih pendek dari larva dewasa (1,3-1,5 cm pada jantan dan 1,6-1,7 cm pada betina di Meksiko), dan berwarna coklat mengkilap.

Imago Jantan

Panjang tubuh imago jantan 1,6 cm dan lebar sayap 3,7 cm, dengan sayap depan bercak (coklat muda, abu-abu, jerami) dengan sel discal yang mengandung warna jerami pada tiga perempat area dan coklat tua pada seperempat area.

Imago betina

Panjang tubuh imago betina adalah 1,7 cm dan lebar sayap 3,8 cm, sayap depan berbintik-bintik (coklat tua, abu-abu), warna jerami dengan margin coklat gelap.

Distribusi *S. frugiperda*

Spodoptera frugiperda adalah hama asli daerah tropis dan subtropis di Amerika. Pada 2016 ini dilaporkan untuk pertama kalinya dari benua Afrika, di Nigeria, Sao Tomé, Benin dan Togo (IITA, 2016; IPPC, 2016). Sekarang telah dikonfirmasi di lebih dari 30 negara Afrika (FAO, 2018). Pada tahun 2018, *S. frugiperda* telah dilaporkan ada di India (IITA, 2018), di Karnataka (ICAR-NBAIR, 2018a) dan Andhra Pradesh (EPPO, 2018). Hama ini juga telah dilaporkan di Bihar, Chhattisgarh, Gujarat, Maharashtra, Odisha, Tamil Nadu, Telangana, dan Bengal Barat (ICAR-NBAIR, 2018b; EPPO, 2019). Alat pelacak langsung untuk ulat grayak di India telah dikembangkan oleh PEAT, CABI, dan ICRISAT: *S. frugiperda* juga telah dilaporkan di Bangladesh (2019c), Cina (2019c), Myanmar (IPPC, 2019), Sri Lanka (FAO, 2019a) dan Thailand (IPPC, 2018b). *S. frugiperda* ada dalam daftar EPPO A1 hama karantina dan dicegat di Eropa pada bahan tanaman impor (Seymour *et al.*, 1985), kemunculannya di Afrika pada tahun 2016 meningkatkan tingkat ancaman ke lokasi Afrika lainnya dan daerah tropis atau subtropis di dunia.

Tindakan Phytosanitary

Tanaman untuk ditanam harus berasal dari tempat produksi yang diinspeksi dan ditemukan bebas dari hama selama bulan-bulan sebelumnya. *S. frugiperda* adalah hama polifagus yang menunjukkan preferensi tertentu untuk Poaceae seperti jagung, beras, sorgum dan tebu.

Penyebaran

S. frugiperda adalah migran reguler tahunan di Amerika, tersebar di seluruh AS dan terbang ke Kanada selatan hampir setiap musim panas. Penggunaan periode pra-oviposisi (pematangan) untuk penyebaran luas tampaknya sangat efektif. Di AS, ngengat dewasa telah direkam menggunakan aliran jet tingkat rendah, yang membawanya dari Mississippi ke Kanada dalam 30 jam. Larva sering bertindak sebagai ulat tentara pada akhir musim panas atau awal musim gugur dan dengan demikian penyebaran lokal berhasil, yang membantu mengurangi kematian larva. Penyebaran larva sampai di Eropa melalui angkutan udara bersama dengan sayur atau buah; kadang-kadang juga terikut pada tanaman hias dan herba (Seymour *et al.*, 1985). *S. frugiperda* ditemukan secara luas di seluruh bagian dunia yang beriklim lebih hangat. Kerusakan terjadi karena memakan daun, populasi hama yang besar dapat menyebabkan

defoliasi dan mengakibatkan kehilangan hasil; larva kemudian bermigrasi ke daerah yang berdekatan.

Di Nikaragua, van Huis (1981) melaporkan peningkatan hasil jagung sebesar 33% ketika tanaman dilindungi oleh insektisida. Infestasi hama selama pertengahan sampai akhir siklus perkembangan jagung menyebabkan kehilangan hasil 15-73%, ketika 55-100% tanaman diinfestasi *S. frugiperda* (Hruska dan Gould, 1997). Larva dari *S. frugiperda* tampaknya jauh lebih merusak jagung di Afrika Barat dan Tengah Afrika dari pada kebanyakan spesies *Spodoptera* lainnya (IITA, 2016). Deteksi difasilitasi dengan mencari kerusakan pada daun dengan perangkap feromon.

Pencegahan dan Kontrol

Literatur tentang hama ini sangat banyak (Ashley *et al.*, 1989). Hal ini sebagian karena pentingnya jagung, pentingnya hama lepidoptera, pencarian metode pengendalian alternatif setelah pengembangan resistensi serangga terhadap pestisida, dan pengembangan program pemuliaan resistensi tanaman inang. Pada jagung, jika 5% bibit dipotong atau 20% lingkaran tanaman kecil (selama 30 hari pertama) diinfestasi, direkomendasikan menggunakan insektisida (King and Saunders, 1984); pada sorgum tingkat ambang hama dianggap sebagai satu (atau dua) larva per daun (Pitre, 1985).

Pengendalian secara kultur teknis

Pengendalian dapat dilakukan dengan pembunuhan pada musim dingin dengan memaparkan larva dan kepompong di permukaan tanah bagian atas. Suhu beku menyebabkan kematian larva yang tinggi. Oleh karena itu, penanaman bersih dan penyiangan dianjurkan.

Kontrol Biologis

Sejumlah besar Hymenoptera parasit, bertindak sebagai parasitoid larva, telah dipelihara dari *S. frugiperda*, dan banyak predator dicatat; kontrol alami sangat penting. Tingkat alami parasit parasit sangat tinggi (20-70%), sebagian besar oleh tawon Braconidae. Sekitar 10-15% dari larva sering mati oleh patogen.

Senyawa N- (17-hydroxylinolenoyl) -L-glutamine yang disebut volicitin diisolasi dari sekresi oral larva *S. exigua*. Ketika diterapkan pada daun bibit jagung yang rusak, volicitin menginduksi bibit untuk mengeluarkan senyawa volatil yang menarik betina parasitoid *Cotesia marginiventris*. Kerusakan mekanis daun, tanpa aplikasi senyawa ini, tidak memicu pelepasan

campuran volatil yang sama. Volicitin tampaknya mengatur interaksi tritrofik antara tanaman, herbivora serangga, dan musuh alami *S. exigua* (Alborn *et al.*, 1997).

Ketahanan Tanaman Inang

Spodoptera spp. program pemuliaan tahan telah mengembangkan varietas tanaman lapangan dengan peningkatan resistensi, salah satu contohnya adalah jagung (Mihm *et al.*, 1988). Salah satu mekanisme resistensi yang tampaknya beroperasi dalam jagung adalah peningkatan ketangguhan epidermis daun yang lebih tebal (Davis *et al.*, 1995).

Jagung transgenik yang mengandung gen yang mengkode delta-endotoksin dari *Bacillus thuringiensis* kurstaki telah dikomersialkan di AS dan Brasil. Protein insektisida nabati telah diisolasi dari *Bacillus thuringiensis* (Bt) selama fase pertumbuhan vegetatif yang menunjukkan berbagai spektrum terhadap hama lepidoptera, terutama *Spodoptera* spp. (Estruch *et al.*, 1996). *Spodoptera* spp. tampaknya dikendalikan oleh racun-racun ini, tetapi perkembangan resistensi menjadi perhatian (Moar *et al.*, 1995). Resistensi yang berevolusi di lapangan terhadap jagung Bt yang mengekspresikan protein Cry1Ab berkurang efektivitasnya di Brasil (Omoto *et al.*, 2016).

Kontrol Kimia

Di beberapa daerah resistensi terhadap insektisida mungkin tersebar luas dan pengendaliannya sulit (Pitre, 1985). Insektisida yang direkomendasikan untuk *Spodoptera* spp. termasuk esfenvalerate, carbaryl, chlorpyrifos, malathion, permethrin, dan lamba-cyhalothrin (Anon., 1997).

Kontrol feromon

Feromon seks untuk *S. frugiperda* mengandung (Z) -9-Tetradecenyl acetate (Z-9-14:OAc) yang umum bagi *Trichoplusia ni*, *Spodoptera exigua* dan *Agrotis ipsilon* (Klun *et al.*, 1996). Gangguan perkawinan terjadi mengingat keberhasilan yang diamati untuk *S. exigua* di mana (9Z, 12E)-9,12-tetradecadienyl acetate dilepaskan pada konsentrasi tinggi, menyebabkan gangguan kawin pada ladang tomat, dan kapas (Shorey *et al.*, 1994) .

Program IPM

Kontrol terpadu *S. frugiperda* telah difasilitasi melalui praktik budidaya meningkatkan varietas dengan ketahanan atau pengenalan tanaman Bt. Kontrol biologis lazim dan harus didorong melalui pengurangan insektisida. CIMMYT (2018) telah menerbitkan panduan teknis untuk IPM *S. frugiperda* di Afrika.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Sidomulyo, Kecamatan Seluma, Bengkulu. Lokasi geografis lahan penelitian terletak pada koordinat S 6'18"4 ; E 33' 35"102. Lahan penelitian terletak pada elevasi 0 mdpl. Identifikasi serangga yang diperoleh dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman Unib. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2019.

Pengambilan Sampel dan Identifikasi

Pengambilan sampel serangga

Pengambilan sampel serangga dilakukan dengan secara purposif sampling (metode terpilih). Tanaman jagung yang di teliti tersebut varietas BISI 18. Pengambilan sampel dilakukan pada 5 plot dengan luasan masing-masing plot 500 m² di lahan jagung. Penentuan tanaman contoh dilakukan secara diagonal. Pengamatan hama pada tanaman jagung dilakukan pada umur 60 hari setelah tanam (HST).

Identifikasi serangga

Identifikasi serangga dilakukan di laboratorium di Laboratorium Proteksi Tanaman Unib dengan menggunakan mikroskop binokuler.

Pengamatan Gejala Serangan dan Populasi

Pengamatan gejala serangan dilakukan langsung pada tajuk tanaman jagung dalam 5 plot sampel yang dipilih secara diagonal. Gejala kemudian dipastikan dengan memeriksa larva yang ada di dalam gulungan daun dan kemudian diambil gambarnya. Populasi larva diamati dengan menghitung jumlah individu yang ditemukan.

Pengamatan Musuh Alami

Pengamatan musuh alami patogen serangga dilakukan dengan cara mengoleksi larva dari lahan, yang terserang oleh patogen serangga, sedangkan pengamatan parasitoid dan predator dilakukan dengan mengamati parasitoid dan predator yang ditemukan pada tanaman jagung tersebut.

Tingkat ketahanan tanaman berdasarkan kerusakan daun oleh FAW

Kerusakan daun akibat serangan serangan FAW dinilai dengan menilai setiap kerusakan tanaman yang terinfestasi, dalam plasma nutfah dengan skala 1-9 (Davis dan Williams 1992), di mana tanaman yang sangat tahan diberi skor dengan 1 (tidak ada kerusakan yang terlihat) dan tanaman yang sangat rentan dengan skor 9 (benar-benar rusak) (Tabel 1; Gambar 1).

Tabel 1. Skor penilaian kerusakan daun akibat serangan FAW pada jagung

No	Gejala/deskripsi kerusakan	Respons
1	Tidak terlihat kerusakan pada daun	Sangat tahan
2	Beberapa lubang kecil 1-2 pada daun yang lebih tua	Tahan
3	Beberapa kerusakan lubang kecil pada daun (<5)	Tahan
4	Beberapa kerusakan pada daun (6-8) lubang kecil, lesi melingkar kecil, dan beberapa lesi kecil memanjang (berbentuk persegi panjang) dengan panjang 1,3 cm pada daun yang menggulung.	Agak Tahan
5	Lesi memanjang (> 2,5 cm) pada daun (8-10), beberapa berukuran kecil hingga menengah berbentuk tidak teratur yang dimakan dari daun yang menggulung.	Agak Tahan
6	Beberapa lesi memanjang besar pada beberapa helai daun dan beberapa besar berbentuk tidak teratur yang dimakan dari helai daun yang menggulung	Rentan
7	Banyak lesi memanjang dari semua ukuran terdapat pada beberapa helai dan beberapa besar berbentuk tidak teratur	Rentan
8	Banyak lesi memanjang dari semua ukuran terdapat pada sebagian besar daun kelopak dan berukuran sedang hingga besar berbentuk tidak teratur, lubang muncul dari daun menggulung yang dimakan	Sangat rentan
9	Batang dan daun hampir hancur total dan sekarat akibat kerusakan daun yang luas	Sangat rentan

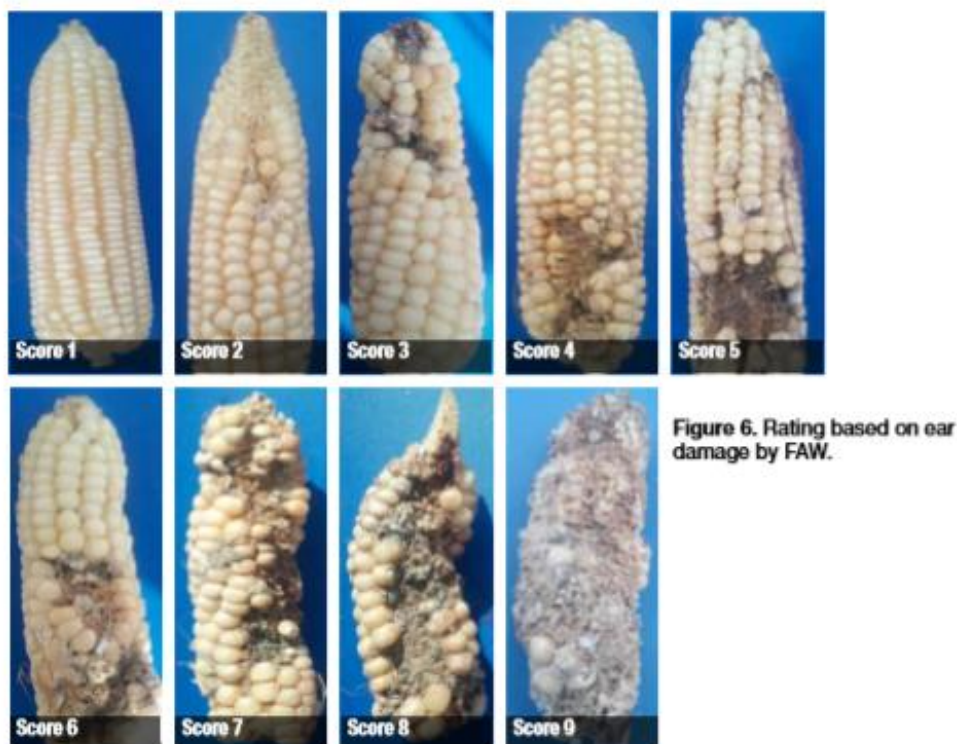
Sumber: Davis dan Williams (1992)



Gambar 1. Skor tanaman jagung berdasarkan kerusakan daun oleh FAW.

Tingkat ketahanan tanaman berdasarkan kerusakan kernel oleh FAW

Fall Armyworm tidak hanya mampu merusak daun yang luas pada plasma nutfah yang rentan, tetapi juga kerusakan kernel yang signifikan terjadi ketika larva masuk ke dalam tongkol yang sedang berkembang (Tabel 2; Gambar 2). Kernel dinilai pada saat panen, dengan skor kerusakan kernel sebagai berikut.



Gambar 2. Skor tanaman jagung berdasarkan kerusakan kernel oleh FAW.

Tabel 2. Skor penilaian kerusakan kernel akibat serangan FAW pada jagung

No	Gejala/deskripsi kerusakan	Respons
1	Tidak terlihat kerusakan pada kernel	Sangat tahan
2	Kerusakan pada beberapa kernel (<5) atau kurang dari 5% kerusakan pada kernel	Tahan
3	Kerusakan pada beberapa kernel (6-15) atau kurang dari 10%	Tahan
4	Kerusakan pada kernel 16-30 kernel atau kurang dari 15%	Agak Tahan
5	Kerusakan pada kernel 31-50 atau kurang dari 25%	Agak Tahan
6	Kerusakan pada 51-75 kernel atau lebih. dari 35% tetapi kurang dari 50%	Rentan
7	Kerusakan pada kernel 76-100 atau lebih dari 50% tetapi kerusakan kurang dari 60%	Rentan
8	Kerusakan pada kernel > 100 atau lebih dari 60% tetapi kurang dari 100 %	Sangat rentan
9	Hampir 100% kerusakan pada kernel	Sangat rentan

Sumber: CIMMYT (2018).

Catatan: Program pemuliaan untuk resistensi FAW sebagian besar didasarkan pada kerusakan daun daripada kerusakan kernel, meskipun bermanfaat juga untuk menilai kerusakan kernel, untuk membuat keputusan seleksi dalam pemuliaan, program pemuliaan harus

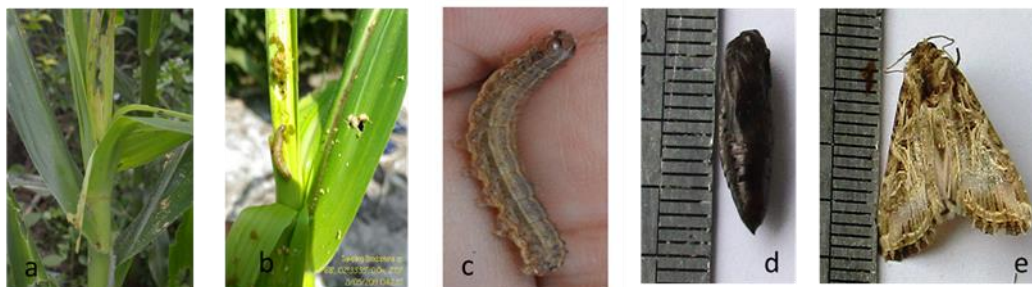
menentukan secara empiris berapa bobot relatif yang harus diberikan pada skor kerusakan daun dibandingkan dengan skor kerusakan kernel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ciri Morfologi dan Gejala Serangan *S. frugiperda*

Spodoptera frugiperda merupakan serangga yang tergolong ordo: Lepidoptera, family: Noctuidae, dan bersifat polifag. Genus *Spodoptera* terdiri atas 25 spesies, *S. frugiperda* adalah spesies yang signifikan merugikan secara ekonomi untuk komoditas pertanian, disamping *S. littura*, *S. muritia*, *S. exempta*. *Spodoptera frugiperda* (*Fall Armyworm*) adalah hama invasif dan hama penting pada tanaman jagung. Hama tersebut aktif malam hari untuk makan dan kawin.

Imago hama tersebut memiliki ciri ada dua bintik-bintik putih pada sayap depan. Betina meletakkan telur di bawah daun dan juga sisi atas daun yang ditutupi oleh lapisan sisik berbulu. Pupanya berwarna coklat tua. Larva yang baru keluar dari telur berwarna hijau dan menjadi cokelat terang hingga hitam. Larva memiliki simbol "Y" terbalik pada kepala, yang membedakannya dari spesies yang lain (Gambar 3). Betina lebih besar dari pada jantan dan bertelur 1500 hingga 2000 telur dalam rentang hidupnya. Siklus hidup *S. frugiperda* 21-40 hari.



Gambar 3 *S. frugiperda* (a) gejala serangan (b) larva yang sedang memakan daun jagung (c) larva, (d) pupa, (e) Imago

Perilaku kanibalistik terjadi pada tahap larva, di mana larva yang lebih besar memakan lebih kecil, dan terjadi pada saat kekurangan makanan. Imago *S. frugiperda* adalah penerbang yang kuat dan bermigrasi dengan sangat luas dari satu daerah ke daerah lain. Mekanisme kawin dengan melepaskan feromon seks dan imago memakan nektar bunga pada malam hari.

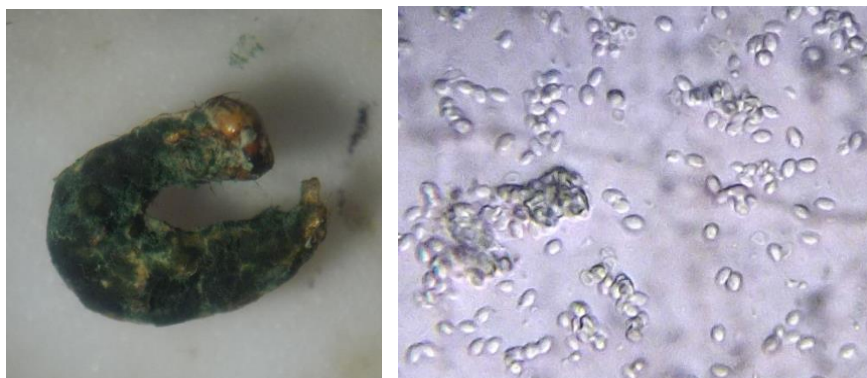
Gejala serangan *S. frugiperda*, larva neonatus memakan daun secara acak dan daun menjadi kering, kemudian larva pindah ke daun jagung yang lain. Larva instar lanjut memakan daun lebih parah hingga menyebabkan hanya tersisa pelepah dan vena di ladang tanpa daun.

Daun tanaman jagung yang dimakan berupa lubang-lubang, dan tepi daun yang compang-camping. Larva muda mengeringkan lamina daun. Aktifitas makan yang parah oleh larva dapat membunuh titik tumbuh tanaman. Larva juga dapat menyerang tongkol. Kerusakan terjadi karena memakan daun, populasi hama yang besar dapat menyebabkan defoliasi dan mengakibatkan kehilangan hasil.

Larva muda makan ke dalam lingkaran pucuk tanaman; instar pertama makan secara berkelompok pada bagian bawah daun muda yang menyebabkan efek skeletonizing atau 'windowing' yang khas, dan titik pertumbuhannya dapat terbunuh. Larva yang lebih besar bersifat kanibal, sehingga hanya ada satu atau dua larva per tanaman. Tingkat perkembangan larva melalui enam instar dipengaruhi oleh kombinasi dari makanan dan kondisi suhu, dan biasanya membutuhkan waktu 14-21 hari. Larva yang lebih besar nokturnal kecuali saat ketika mencari sumber makanan lain. Pupasi terjadi di dalam tanah, atau jarang di daun tanaman inang, dan membutuhkan waktu 9-13 hari. Imago dewasa muncul pada malam hari, dan biasanya menggunakan periode pra-oviposisi alami untuk terbang sejauh beberapa kilometer sebelum oviposit, kadang-kadang bermigrasi untuk jarak yang jauh. Rata-rata, imago hidup selama 12-14 hari (CABI 2017).

Hasil Pengamatan Musuh Alami

Pengamatan dilakukan pada larva yang terserang di lapangan. Berdasarkan gejala yang di timbulkan di lapangan larva *S. frugiperda* terserang oleh cendawan entomopatogen dan NPV. Cendawan entomopatogen yang ditemukan di lapangan dikulturkan pada media PDA dalam cawan petri hingga hingga 3 minggu kemudian konidianya diamati di bawah mikroskop (Gambar 4). Berdasarkan hasil pengamatan di bawah mikroskop patogen serangga yang menyerang larva *S. frugiperda* adalah *Noumeria rileyi*.



Gambar 5 *Noumeria rileyi* a. Larva *S. frugiperda* yang terserang cendawan entomopatogen *N. rileyi*, b. Konidia *N. rileyi*



Gambar 6 Larva *S. frugiperda* yang terserang Virus entomopatogen (NPV)

Parasitoid dan predator yang ditemukan di lapanga adalah (Diptera: Tachinidae) dan *Coleomegilla maculata* (De Geer) (Coleoptera: Coccinellidae) (Gambar 7 dan 8)



Gambar 7 Parasitoid (Diptera: Tachinidae) yang ditemukan pada tanaman jagung



Gambar 8 Predator yang ditemukan pada tanaman jagung a. Larva *Coleomegilla maculata* (De Geer) (Coleoptera: Coccinellidae), b. Imago

Ada beberapa musuh alami FAW yang telah ditemukan di antaranya: *Trichogramma pretiosum* (Riley) (Trichogrammatidae), *Trichogrammatoidea armigera* (Nagaraja) (Trichogrammatoidea), *Campoletis sonorensis* (Cameron) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Cotesia icipe* (Fernández-Triana & Fiaboe, *Habrobracon hebetor* (Say)) (Hymenoptera: Braconidae, *Winthemia trinitatis* (Thompson) (Diptera: Tachinidae), *Archytas marmoratus* (Townsend) (Diptera: Tachinidae), *Lespesia archippivora* (Riley) (Diptera: Tachinidae).

Parasitoid pupa dari spesies Ichneumonidae: *Diapetimorpha introit*, *Cryptus albitarsis*, *Ichneumon promissorius*, *Ichneumon ambulatorius*, dan *Vulgicheneumon brevicinctor*; dua spesies Chalcididae, *Brachymeria ovata* dan *B. robusta*; dan satu spesies Eulophidae, *Trichospilus pupivora*, juga telah dilaporkan predator FAW dari AS, Argentina, dan Barbados *Coleomegilla maculata* (De Geer) (Coleoptera: Coccinellidae) Ladybird beetle *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville) (Coleoptera: Coccinellidae) Ladybird beetle *Olla vniigrum* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) Ladybird beetle *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) Ladybird beetle *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae) Earwigs *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Carcinophoridae) Earwigs *Zelus longipes* (L.) *Zelus leucogrammus* (Perty) *Zelus armillatus* (Lepelletier & Serville) (Hemiptera: Reduviidae), *Geocoris punctipes* (Say) Hemiptera: Lygaeidae *Orius insidiosus* Say (Hemiptera: Anthracoridae), *Nabis rugosus* (L.) (Hemiptera: Nabidae), *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae), *Calosoma granulatum* (Perty) (Coleoptera: Carabidae). Virus entomopatogen Granulovirus (SfGV), (Betabaculovirus) dan multiple nucleopolyhedrovirus (SfMNPV) (Alphabaculovirus). USAID dan CIMMYT (2018).

Di antara agen kontrol mikroba, insektisida berbasis virus, yang sebagian besar dalam kelompok Baculovirus, telah diidentifikasi memiliki potensi tertinggi untuk pengembangan bioinsektisida karena spesifisitas host, virulensi yang tinggi, dan aman untuk vertebrata (Moscardi 1999; Barrera *et al.* 2011). Dua jenis Baculovirus telah diteliti untuk pengendalian *S. frugiperda*, yaitu granulovirus (SfGV) (Betabaculovirus) dan multiple nucleopolyhedrovirus (SfMNPV) (Alphabaculovirus). Namun, SfMNPV memiliki potensi yang lebih besar untuk digunakan dalam pengelolaan FAW (Behle dan Popham 2012; Gómez *et al.* 2013; Haase *et al.* 2015).

SfMNPV hanya khusus untuk larva FAW, dalam kondisi alami, hama terinfeksi secara oral dengan menelan makanan yang terkontaminasi (daun jagung) setelah dicerna, badan inklusi polihedral (PIB) larut dalam midgut yang bersifat alkali, melepaskan virion infeksi. Virion ini menginfeksi sel epitel midgut dan berkembang biak di dalam nukleus. Selanjutnya, virus menyebar ke rongga tubuh dan menginfeksi jaringan lain seperti jaringan adiposa, epidermal, matriks trakea dan bahkan kelenjar ludah, tabung Malpighi, dan sel darah, menyebabkan kematian 6 hingga 8 hari setelah konsumsi. Ulat yang terinfeksi dengan nukleopolyhedrovirus hanya memakan 7% dari makanan yang biasanya dimakan oleh ulat yang sehat (Valicente 1988). Gejala-gejala infeksi Baculovirus termasuk munculnya noda, menguningnya kulit, dan penurunan makan. Larva yang terinfeksi pindah ke bagian yang lebih tinggi dari tanaman dan setelah mati menggantung kepala posisi kebawah, dengan beberapa

tungkai masih melekat pada tanaman. Larva yang mati lunak, berwarna gelap, dan mudah hancur untuk melepaskan cairan tubuh yang kaya akan polihedron untuk membantu penyebaran virus lebih lanjut.

Stadia larva FAW saat terinfeksi, jumlah virus yang tertelan, virulensi virus, dan kondisi iklim yang berlaku, terutama suhu, kelembaban, dan radiasi matahari, adalah faktor kunci yang mempengaruhi keefektifan virus dan kecepatan membunuh. Oleh karena itu, faktor-faktor ini telah memberi efek pada tindakan aplikasi virus saat diterapkan di lapangan. Selain itu, faktor-faktor lain seperti jenis peralatan semprot, formulasi yang digunakan, dan waktu penyemprotan juga mempengaruhi host virus (Hamm dan Shapiro 1992; Cisneros *et al.* 2002).

Efisiensi Baculovirus yang lebih baik untuk pengendalian FAW diaplikasikan pada tanaman jagung pada tahap 6-8 daun atau 8-10 daun dengan sprayer manual, menggunakan formulasi bubuk yang mengandung dosis yang direkomendasikan (2.5×10^{11} PIB / ha) pada larva yang baru menetas, diterapkan satu kali atau pada interval satu minggu. Evaluasi dilakukan Fall Armyworm di Africa. panduan untuk penanganan hama terpadu tujuh hari setelah aplikasi virus menunjukkan kematian larva minimum 79,2-97,2%. Dalam evaluasi kedua, dilakukan tiga hari setelah aplikasi virus kedua, angka kematian bervariasi dari 86,6 hingga 100%. Efisiensi virus tidak bervariasi antara dua tahap pertumbuhan tanaman. Formulasi komersial untuk FAW NPV, SPOBIOL.

Peningkatan formulasi SfMNPV dengan tepung jagung dan asam borat 1% (Cisneros *et al.* 2002) dan mikroenkapsulasi (Gómez *et al.* 2013) efektif untuk pengendalian FAW. Terlepas dari berbagai perkembangan dalam hal multiplikasi baculovirus *in vitro*, produksi baculovirus skala besar sebagai biopestisida komersial telah didasarkan pada multiplikasi *in vivo* pada serangga inang karena biaya yang sangat rendah. Faktor-faktor seperti kemampuan untuk mempertahankan koloni yang sakit dari serangga inang, umur larva ketika terpapar patogen, suhu di mana koloni yang terinfeksi dipertahankan, konsentrasi inokulum virus yang digunakan, profil nutrisi dari makanan larva, dan mekanisasi / ketersediaan tenaga kerja adalah beberapa faktor penting yang mengatur efisiensi produksi Baculovirus (Moscardi 1999; Subramanian *et al.* 2006; Moscardi *et al.* 2011; Paiva 2013). Sifat kanibalistik FAW semakin menambah kompleksitas produksi SfMNPV. Inokulasi larva 8 hari dengan 1×10^7 PIB / ml dan dipertahankan pada 25 ° C telah dilaporkan optimal untuk memaksimalkan hasil SfMNPV. Biaya produk biopestisida yang dihasilkan sebagian besar tergantung pada biaya pemeliharaan koloni bebas penyakit. Penggunaan diet alami seperti daun jarak untuk pemeliharaan SfMNPV dapat sangat mengurangi biaya produksi; namun demikian, sistem seperti itu sebagian besar rentan terhadap kontaminasi karena virus/mikrosporidia yang bersifat asing. Produksi tingkat

lapangan in situ menggunakan infeksi larva yang dikumpulkan di lapangan telah dikembangkan untuk *Spodoptera exempta* nucleopolyhedrovirus (SpexNPV) di Tanzania, Afrika. Wabah awal ulat grayak Afrika disemprot dengan SpexNPV yang kuat. Serangga yang sakit dipanen, diformulasikan menggunakan formulasi kaolin, dan digunakan untuk pengendalian wabah berikutnya (Mushobozi *et al.* 2006)

Tingkat ketahanan tanaman terhadap serangan *S. frugiperda* di lahan jagung

Hasil pengamatan langsung di lapangan menunjukkan hasil bahwa gejala serangan *S. frugiperda* ditemukan merata diseluruh plot pengamatan. Berdasarkan hasil skoring kerusakan daun tanaman termasuk kedalam skor 5 yaitu agak tahan dengan gejala lesi memanjang (> 2,5 cm) pada 8-10 daun, beberapa berukuran kecil hingga menengah berbentuk tidak teratur yang dimakan dari daun yang menggulung.

Tingkat ketahanan tanaman berdasarkan kerusakan kernel oleh FAW juga termasuk ke dalam skor 5 yaitu agak tahan dengan kerusakan pada kernel 31-50 atau kurang dari 25% (Gambar10). Hasil penghitungan populasi *S. frugiperda* yang ditemukan terdapat satu larva pertanaman.



Gambar 10. Gejala kerusakan tanaman akibat serangan *Spodoptera frugiperda*. a. kernel, b. daun.

Status *S. frugiperda* pada Tanaman jagung

Spodoptera frugiperda adalah spesies yang signifikan merugikan secara ekonomi untuk komoditas pertanian, *S. frugiperda* (*Fall Armyworm*) adalah hama invasif dan hama penting

pada tanaman jagung. Hama tersebut tergolong ordo: Lepidoptera, family: Noctuidae, dan bersifat polifag. *S. frugiperda* tersebar luas di daerah tropis dan subtropis dunia.

Spodoptera frugiperda adalah hama asli daerah tropis dan subtropis di Amerika. Pada 2016 dilaporkan untuk pertama kalinya di benua Afrika, di Nigeria, Sao Tomé, Benin dan Togo (IITA, 2016; IPPC, 2016), Dan telah dikonfirmasi di lebih dari 30 negara Afrika (FAO, 2018). Pada tahun 2018, *S. frugiperda* telah dilaporkan ada di India (IITA, 2018), di Karnataka (ICAR-NBAIR, 2018a) dan Andhra Pradesh (EPPO, 2018). Hama ini juga telah dilaporkan di Bihar, Chhattisgarh, Gujarat, Maharashtra, Odisha, Tamil Nadu, Telangana, dan Bengal Barat (ICAR-NBAIR, 2018b; EPPO, 2019). *S. frugiperda* juga telah dilaporkan di Bangladesh (2019c), Cina (2019c), Myanmar (IPPC, 2019), Sri Lanka (FAO, 2019a) dan Thailand (IPPC, 2018b). *S. frugiperda* ada dalam daftar EPPO A1 hama karantina (Seymour *et al.*, 1985), kemunculannya di Afrika pada tahun 2016 meningkatkan tingkat ancaman ke lokasi Afrika lainnya dan daerah tropis atau subtropis di dunia. Namun demikian hama tersebut telah muncul di Indonesia.

KESIMPULAN

Hama *S. frugiperda* merupakan hama penting pada tanaman jagung di Indonesia. Meskipun belum pernah dilaporkan sebagai hama pada tanaman jagung di Indonesia, pengamatan gejala serangan dan hasil identifikasi serangga hama di Kelurahan Sidomulyo, Kecamatan Seluma, Bengkulu menunjukkan bahwa *S. frugiperda* telah ada di Indonesia. Musuh yang ditemukan di lahan adalah NPV, *Noumeria rileyi*, predator *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae), dan parasitoid (Diptera: Tachinidae).

DAFTAR PUSTAKA

- Alborn HT, Turlings TCJ, Jones TH, Stenhagen G, Loughrin JH, Tumlinson JH, 1997. An elicitor of plant volatiles from beet armyworm oral secretion. *Science* (Washington), 276(5314):945-949; 7 ref.
- Anon., 1997. *Insect Control Guide*. Ohio, USA: Meister Publishing Co., 442 pp.
- Ashley TR, Wiseman BR, Davis FM, Andrews KL, 1989. The fall armyworm: a bibliography. *Florida Entomologist*, 72(1):152-202
- BPS. 2016. *Produksi Jagung Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Tahun 2010-2015 (Ton Pipilan Kering)*.

- CABI/EPPO, 1998. Distribution maps of quarantine pests for Europe (edited by Smith IM, Charles LMF). Wallingford, UK: CAB International, xviii + 768 pp
- Camera C, Dequech STB, Ribeiro Ldo P, Querino RB, 2010. First report of *Trichogramma rojasi* parasitizing eggs of *Spodoptera frugiperda*. (First report of *Trichogramma rojasi* parasitizing eggs of *Spodoptera frugiperda*.) *Ciência Rural*, 40(8):1828-1830. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782010000800025&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
- CABI. 2017. General Information on Fall Army Worm. *Entomol.* 76:1052-4.
- CABI. 2019. *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm) <https://www.cabi.org/ISC/datasheet/29810>
- CIMMYT, 2018. Fall Armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management. First Edition, Prasanna, B. M., Huesing, J. E., Eddy, R., Peschke, V. M., eds. CIMMYT, Mexico, 109 pp.
- Crumb SE, 1956. The Larvae of the Phalaenidae. Technical Bulletin No. 1135. Washington DC, USA: United States Department of Agriculture.
- Davis FM, Williams WP. 1992. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station, Technical Bulletin 186, Mississippi State University, MS39762, USA.
- Davis FM, Baker GT, Williams WP, 1995. Anatomical characteristics of maize resistant to leaf feeding by southwestern corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Agricultural Entomology*, 12(1):55-65
- EPPO, 2014. PQR database. Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. <http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm>
- EPPO, 2018. EPPO Global Database. EPPO Global Database, <https://gd.eppo.int/> EPPO, Paris, France
- EPPO, 2019. *Spodoptera frugiperda* continues to spread in Asia. In: EPPO Reporting Service , (No. 2019/053) . Paris, France: EPPO. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6483>
- Estruch JJ, Warren GW, Mullins MA, Nye GJ, Craig JA, Koziel MG, 1996. Vip3A, a novel *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein with a wide spectrum of activities against lepidopteran insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93(11):5389-5394; 23 refs
- FAO, 2017a. FAO Advisory Note on Fall Armyworm (FAW) in Africa. FAO Advisory Note on Fall Armyworm (FAW) in Africa, 7 pp. 5 June 2017. FAO, Rome, Italy
- FAO, 2017b. Briefing Note on FAW Actions on Fall Armyworm in Africa 15 December 2017. Briefing Note on FAW Actions on Fall Armyworm in Africa 15 December 2017, 7 pp. http://www.fao.org/fileadmin/templates/fcc/map/map_of_affected_areas/Fall_Army_worm_brief_-_15Dec2017_.pdf FAO, Rome, Italy
- FAO, 2018. Briefing Note on FAO Actions on Fall Armyworm in Africa 31 January 2018. In: Briefing Note on FAO Actions on Fall Armyworm in Africa 31 January 2018 FAO, Rome, Italy, 6 pp
- FAO, 2018b. Briefing note on fall armyworm (FAW) in Africa. 16 February 2018, 7 pp. <http://www.fao.org/3/a-bt415e.pdf>
- FAO, 2018c. FAW Monitoring & Early Warning System (FAMEWS). Rome, Italy: FAO. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMmF0ZWQ5YmZmNDQwliwidCI6IjJmMDYwNjMyLTg4MDgtNGM5ZS05M2NmLTNmY2JkMWM1YTUxYiIsImMiOiJh9&refresh=1&pageName=ReportSection0901c9217ada50684ad0>
- FAO, 2019a. FAO Statement on Fall Armyworm in Sri Lanka. Rome, Italy: FAO. <http://www.fao.org/srilanka/news/detail-events/en/c/1177796/>

- FAO, 2019b. First Detection of Fall Armyworm in China. Rome, Italy: FAO.<https://www.ippc.int/fr/news/first-detection-of-fall-armyworm-in-china/>
- FAO, 2019c. Briefing note on FAO actions on fall armyworm. Rome, Italy: FAO.6 pp. <http://www.fao.org/3/a-bs183e.pdf>
- Harahap IS. 2019. *Fall Armyworm on Corn a Threat to Food Seceruty in Asia Pacific Region*. Jawa Barat. Bogor.
- Hruska AJ, Gould F, 1997. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and *Diatraea lineolata* (Lepidoptera: Pyralidae): impact of larval population level and temporal occurrence on maize yield in Nicaragua. *Journal of Economic Entomology*, 90(2):611-622; 27 ref
- Huis, A. van, 1981. Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua. *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen*, 81(6):221 pp
- ICAR-NBAIR, 2018a. PEST ALERT: 30th July, 2018. *Spodoptera frugiperda* (Smith, J.E.) (Insecta: Lepidoptera). http://www.nbair.res.in/recent_events/Pest%20Alert%2030th%20July%202018-new1.pdf
- ICAR-NBAIR, 2018b. *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Insects in Indian Agrosystems. ICAR-National Bureau of Agricultural Insect Resources (NBAIR), India. http://www.nbair.res.in/insectpests/Spodoptera_frugiperda.php
- IITA, 2016. First report of outbreaks of the "Fall Armyworm" on the African continent. IITA Bulletin, No. 2330. <http://bulletin.iita.org/index.php/2016/06/18/first-report-of-outbreaks-of-the-fall-armyworm-on-the-african-continent/>
- IITA, 2018: Fall armyworm has reached the Indian subcontinent! Ibadan, Nigeria: IITA. <http://www.iita.org/news-item/fall-armyworm-has-reached-the-indian-subcontinent/>
- IPPC, 2016. Les dégâts causés par *spodoptera frugiperda*. (The damage caused by *Spodoptera frugiperda*.)
- IPPC Official Pest Report. Rome, Italy: FAO. <https://www.ippc.int/>
- IPPC, 2017a. IPPC Official Pest Report, (No. ZAF-33/1) . Rome, Italy, FAO.<https://www.ippc.int/>
- IPPC, 2017b. IPPC Official Pest Report, (No. SWZ-02/1) . Rome, Italy, FAO.<https://www.ippc.int/>
- IPPC, 2017c. IPPC Official Pest Report, (No. MOZ-06/1) . Rome, Italy, FAO.<https://www.ippc.int/>
- IPPC, 2017d. IPPC Official Pest Report, (No. ZMB-02/2) . Rome, Italy, FAO.<https://www.ippc.int/>
- IPPC, 2017e. IPPC Official Pest Report, (No. CMR-04/6) . Rome, Italy, FAO.<https://www.ippc.int/>
- IPPC, 2017f. IPPC Official Pest Report, (No. BFA-01/1) . Rome, Italy, FAO.<https://www.ippc.int/>
- IPPC, 2018. Report on Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). In: Report on Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) IPPC Official Pest Report, No. GHA-01/4. Rome, Italy: FAO. <https://www.ippc.int/>
- IPPC, 2018b. First detection of Fall Army Worm on the border of Thailand. IPPC Official Pest Report , No. THA-03/1 . FAO: Rome, Italy. <https://www.ippc.int/>
- IPPC, 2019. First Detection Report of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptra: Noctuidae) on Maize in Myanmar. IPPC Official Pest Report, No. MMR-19/2. Rome, Italy: FAO. <https://www.ippc.int/>
- King ABS, Saunders JL, 1984. The invertebrate pests of annual food crops in Central America. A guide to their recognition and control. London, UK: Overseas Development Administration

- Klun JA, Potts WJE, Oliver JE, 1996. Four species of noctuid moths degrade sex pheromone by a common antennal metabolic pathway. *Journal of Entomological Science*, 31(4):404-413; 16 ref
- Levy R, Habeck DH, 1976. Descriptions of the larvae of *Spodoptera sunia* and *S. latifascia* with a key to the mature *Spodoptera* larvae of the eastern United States (Lepidoptera: Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 69(4):585-588
- Mihm JA, Smith ME, Deutsch JA, 1988. Development of open-pollinated varieties, non-conventional hybrids and inbred lines of tropical maize with resistance to fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), at CIMMYT. *Florida Entomologist*, 71(3):262-268
- OEPP/EPPO, 2015. EPPO Standards PM 7/124(1) Diagnostic protocol for *Spodoptera littoralis*, *Spodoptera litura*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 34:257-270
- Omoto C, Bernardi O, Salmeron E, Sorgatto RJ, Dourado PM, Crivellari A, Carvalho RA, Willse A, Martinelli S, Head GP, 2016. Field-evolved resistance to Cry1Ab maize by *Spodoptera frugiperda* in Brazil. *Pest Management Science*, 72(9):1727-1736. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.4201/abstract>
- Pitre HN, 1985. Insect problems on sorghum in the USA. Proceedings of the international sorghum entomology workshop, 15-21 July 1984, Texas A & M University, College Station, Texas, USA. Patancheru, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 73-81
- Ramirez-Garcia L, Bravo Mojica H, Llanderal Cazares C, 1987. Development of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) under different conditions of temperature and humidity. *Agrociencia*, 67:161-171
- Seymour PR, Roberts H, Davis ME (Compilers), 1985. Insects and other invertebrates found in plant material imported into England and Wales, 1984. Reference Book, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK, 442/84
- Shorey HH, Summers CG, Sisk CB, Gerber RG, 1994. Disruption of pheromone communication in *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) in tomatoes, alfalfa, and cotton. *Environmental Entomology*, 23(6):1529-1533.
- USAID and CIMMYT. 2018. Fall Armyworm in Africa: A guide for integrated pest management. First Edition.

Lampiran 1. Deskripsi Varietas Jagung Hibrida BISI-18

Nama varietas	: BISI-18
Tanggal dilepas	: 12 Oktober 2004
Asal	: F1 silang tunggal antara galur murni FS46 sebagai induk
Umur	: 50% keluar rambut Dataran rendah : + 57 hari Dataran tinggi : + 70 hari
Masak fisiologis	: Dataran rendah : + 100 hari Dataran tinggi : + 125 hari
Batang	: Besar, kokoh, tegap
Warna batang	: Hijau
Tinggi tanaman	: + 230 cm
Daun	: Medium dan tegak
Warna daun	: Hijau gelap
Keragaman tanaman	: Seragam
Perakaran	: Baik
Kerebahan	: Tahan rebah
Bentuk malai	: Kompak dan agak tegak
Warna sekam	: Ungu kehijauan
Warna anthera	: Ungu kemerahan
Warna rambut	: Ungu kemerahan
Tinggi tongkol	: + 115 cm
Kelobot	: Menutup tongkol cukup baik
Tipe biji	: Semi mutiara
Warna biji	: Oranye kekuningan
Jumlah baris/tongkol	: 14 - 16 baris
Bobot 1000 biji	: 303 g
Rata-rata hasil	: 9,1 t/ha pipilan kering
Potensi hasil	: 12 t/ha pipilan kering
Ketahanan	: Tahan terhadap penyakit karat daun dan bercak daun
Daerah pengembangan	: Daerah yang sudah biasa menanam jagung hibrida pada musim kemarau dan hujan, terutama yang menghendaki varietas berumur genjah sedang
Keterangan	: Baik ditanam di dataran rendah sampai ketinggian 1000 m dpl
Pemulia	: Nasib W.W., Putu Darsana, M.H. Wahyudi, dan Purwoko

Sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2013.