

**SISTEM PENGELOLAAN AGROEKOSISTEM JAGUNG  
DENGAN METODE *PUSH-PULL* DAN APLIKASI PESTISIDA  
NABATI TERHADAP *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith**

*AGROECOSYSTEM MANAGEMENT SYSTEM ON MAIZE CROPS  
WITH PUSH-PULL METHOD AND APPLICATION BOTANICAL  
PESTICIDE TO *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith*

**ELSA SULASTRI**



**PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**SISTEM PENGELOLAAN AGROEKOSISTEM JAGUNG  
DENGAN METODE *PUSH-PULL* DAN APLIKASI PESTISIDA  
NABATI TERHADAP *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith**

*AGROECOSYSTEM MANAGEMENT SYSTEM ON MAIZE CROPS  
WITH PUSH-PULL METHOD AND APPLICATION BOTANICAL  
PESTICIDE TO *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith*

**ELSA SULASTRI**



**PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**SISTEM PENGELOLAAN AGROEKOSISTEM JAGUNG  
DENGAN METODE *PUSH-PULL* DAN APLIKASI PESTISIDA  
NABATI TERHADAP *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan

Disusun dan diajukan oleh

ELSA SULASTRI

G022211001

kepada

**PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

## TESIS

SISTEM PENGELOLAAN AGROEKOSISTEM JAGUNG  
DENGAN METODE *PUSH-PULL* DAN APLIKASI PESTISIDA  
NABATI TERHADAP *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith

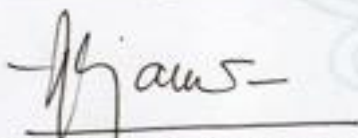
ELSA SULASTRI

NIM: G022211001

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam  
rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Ilmu Hama dan  
Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 18 Juli 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, MS  
NIP. 19570908 198303 2 001

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Sulaeha, S.P., M.Si  
NIP. 19771018 200501 2 001

Ketua Program Studi  
Ilmu Hama dan  
Penyakit Tumbuhan (S2)



Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si  
NIP. 19651227 199002 2 001

Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc  
NIP. 19631203 198811 1 005

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Elsa Sulastrri  
NIM : G022211001  
Program Studi : Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan  
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Sistem Pengelolaan Agroekosistem Jagung dengan Metode *Push-Pull* dan Aplikasi Pestisida Nabati Terhadap *Spodoptera frugiperda* J.E Smith”

Adalah karya tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi/tesis/disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi/tesis/disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 17 Juli 2023

Yang Menyatakan,



Elsa Sulastrri  
NIM.G022211001

## UCAPAN TERIMA KASIH

Saya bersyukur bahwa tesis ini akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan disertasi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam., MS sebagai pembimbing utama dan Dr. Ir. Sulaeha, S.P., M.Si sebagai Pembimbing Pendamping. Kepada Bapak dan Ibu penguji Dr. Ir. Tamrin Abdullah, M.Si, Prof. Dr. Ir. Nur Amin, Dipl., Agr, dan Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.S atas saran dan masukan yang telah diberikan kepada saya selama studi. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada Bapak Usman yang telah mengizinkan kami untuk melaksanakan penelitian di lapangan, dan kepada Kamaruddin jaya atas kesempatan untuk menggunakan fasilitas dan peralatan di Laboratorium Hama Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Hasanuddin. Terima kasih juga saya sampaikan kepada teman-teman yang tidak disebutkan namanya atas bantuan dalam pengujian statistik.

Kepada pimpinan Universitas Hasanuddin, Sekolah Pascasarjana Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi saya menempuh program Magister serta para dosen dan rekan-rekan dalam tim penelitian.

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta saya mengucapkan limpah terima kasih dan sembah sujud atas doa, pengorbanan dan memotivasi mereka selama saya menempuh pendidikan. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan seluruh keluarga (kakak/adik, paman, dan tante) atas motivasi dan dukungan yang tak ternilai.

Penulis,

Elsa Sulastri

## ABSTRAK

ELSA SULASTRI. **Sistem Pengelolaan Agroekosistem Jagung dengan Metode *Push-Pull* dan Aplikasi Pestisida Nabati Terhadap *Spodoptera frugiperda* J.E Smith** (dibimbing oleh Sylvia Sjam dan Sulaeha).

*Spodoptera frugiperda* J.E Smith atau ulat grayak jagung merupakan salah satu hama invasif dalam pertanaman jagung yang menyebabkan penurunan hasil produksi atau bahkan kehilangan hasil pada tingkat investasi yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan kombinasi tanaman dengan tanaman penutup dan pestisida nabati dari ekstrak tanaman dalam meningkatkan keanekaragaman serangga berguna dan menekan populasi *S. frugiperda* pada tanaman jagung. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Talepu, Kelurahan Cabenge, Kecamatan Lilirilau, Kab. Soppeng pada bulan Oktober 2022 sampai Januari 2023. Penelitian dilaksanakan dalam bentuk rancangan acak kelompok (RAK) dengan dua faktor, faktor pertama yaitu jenis tanaman penutup (A), terdiri dari A1= Rumput kacang hias (*Arachis pintoi*), A2= Rumput krokot (*Portulaca oleracea*), A3= Rumput sisik betok (*Desmodium triflorum*) dan A0= Kontrol. Sedangkan faktor kedua yaitu konsentrasi pestisida nabati (B), terdiri dari B1= Konsentrasi 5%, B2= Konsentrasi 2,5% dan B0= Kontrol sehingga banyaknya perlakuan yang akan dicobakan yaitu 12 kombinasi perlakuan. Data analisis untuk intensitas serangan *S. frugiperda* dan kepadatan arthropoda menggunakan ANOVA dan yang berbeda nyata diuji lebih lanjut dengan Uji Jarak Berganda Duncan sementara untuk keragaman serangga dianalisis menggunakan perhitungan indeks keragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ) dan kelimpahan serangga ( $P_i$ ). Selanjutnya dilakukan analisis dengan metode regresi linear untuk mengetahui hubungan kepadatan predator dengan intensitas serangan *S. frugiperda* dan kepadatan *S. frugiperda* serta hubungan intensitas serangan *S. frugiperda* dengan hasil produksi jagung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan *S. frugiperda* dan intensitas serangan tertinggi pada perlakuan kontrol yang berbeda secara signifikan. Populasi predator dan parasitoid tertinggi ditemukan pada perlakuan kombinasi antara *A. pintoi* dengan pestisida nabati 5% yang berbeda secara signifikan sedangkan populasi polinator tertinggi ditemukan pada perlakuan kombinasi antara *A. pintoi* dengan pestisida nabati 2,5% berbeda secara signifikan terhadap beberapa perlakuan. Indeks keragaman ( $H'$ ) tertinggi pada perlakuan kombinasi antara *A. pintoi* dengan pestisida nabati 5% dan terendah pada perlakuan kontrol. Sedangkan pada kelimpahan serangga ( $P_i$ ) menunjukkan adanya dominasi pada predator dibanding persentase polinator, parasitoid dan hama. Berdasarkan hasil analisis regresi linear setiap populasi predator meningkat 1% maka akan menurunkan intensitas serangan *S. frugiperda* 14% dan menurunkan populasi *S. frugiperda* 10% sementara, setiap intensitas serangan meningkat 1% dapat menurunkan hasil produksi 4,3%.

Kata kunci: *Spodoptera frugiperda*, kombinasi tanaman, pestisida nabati, musuh alami, keanekaragaman

## ABSTRACT

ELSA SULASTRI. **Agroecosystem Management System on Maize Crops with Push-Pull Method and Application of Botanical Pesticides to *Spodoptera frugiperda* J.E Smith** (Supervised by Sylvia Sjam and Sulaeha).

*Spodoptera frugiperda* J.E Smith or fall armyworm is one of the invasive pests in corn plantations that causes a decrease in yield or even a loss of yield at high investment levels. This study aims to determine the effectiveness of a combination of intercropping cover crops and botanical pesticides from plant extracts in increasing the diversity of beneficial arthropods and suppressing the population of *S. frugiperda* in maize. This research was conducted in Talepu Village, Cabenge, Lilirilau District, Kab. Soppeng from October 2022 to January 2023. The research was carried out in the form of a randomized block design (RAK) with two factors, the first factor was the type of cover crop (A), consisting of A1 = ornamental bean grass (*Arachis pintoi*), A2 = purslane grass (*Portulaca oleracea*), A3= Betok scale grass (*Desmodium triflorum*) and A0= Control. While the second factor is the concentration of botanical pesticides (B), consisting of B1 = 5% concentration, B2 = 2.5% concentration and B0 = Control so that the number of treatments to be tried is 12 treatment combinations. Analysis data for *S. frugiperda* attack intensity and arthropod density used ANOVA and those which were significantly different were tested further with Duncan's Multiple Range Test while for insect diversity were analyzed using the Shannon-Wiener diversity index ( $H'$ ) and arthropod density ( $P_i$ ). Then an analysis was performed using the linear regression method to determine the relationship between predator density and *S. frugiperda* attack intensity and *S. frugiperda* density and the relationship between *S. frugiperda* attack intensity and maize production. The results showed that the density of *S. frugiperda* was the highest and the attack intensity was the highest in the control treatment which differed significantly. The highest populations of predators and parasitoids were found in the combined treatment of *A. pintoi* with 5% botanical pesticides, which differed significantly, while the most pollinator populations were found in the combined treatment of *A. pintoi* with 2.5% of botanical pesticides, which differed significantly from several treatments. The diversity index ( $H'$ ) was highest in the combined treatment of *A. pintoi* with 5% botanical pesticides and the lowest in the control treatment. While the density of arthropod ( $P_i$ ) shows the dominance of predators compared to the percentage of pollinators, parasitoids and pest. Based on the results of linear regression analysis, each predator population increases by 1%, it will reduce the attack intensity of *S. frugiperda* by 14% and reduce the density of *S. frugiperda* by 10%, meanwhile, for each attack intensity which increases by 1%, it can reduce production by 4.3%.

Key words: *Spodoptera frugiperda*, intercropping, botanical pesticide, natural enemy, biodiversity



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	5
1.3. Tujuan dan Manfaat .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Tanaman Jagung ( <i>Zea mays L.</i> ) .....	7
2.2. Serangga pada Ekosistem Tanaman Jagung .....	9
2.3. <i>Spodoptera frugiperda</i> sebagai Hama Tanaman Jagung .....	13
2.4. Sistem Kombinasi Tanaman pada Tanaman Jagung .....	18
2.5. Budidaya Tanaman Jagung dengan Prinsip PHT .....	20
2.6. Kerangka Pikir .....	22
BAB III METODE PENELITIAN .....	24
3.1 Tempat dan Waktu .....	24
3.2 Bahan dan Alat .....	24

3.3 Metode Penelitian .....	24
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	25
3.5 Parameter Pengamatan .....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	30
4.1 Hasil .....	30
4.1.1 Populasi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	30
4.1.2 Intensitas serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	34
4.1.3 Populasi serangga berguna pada pertanaman jagung .....	38
4.1.4 Jenis serangga berguna pada pertanaman jagung .....	43
4.1.5 Indeks keragaman Shannon-Weiner ( $H'$ ) dan kelimpahan ( $P_i$ ) .....	47
4.1.6 Analisis kerusakan tanaman jagung akibat <i>S. frugiperda</i> .....	48
4.1.7 Analisis kehilangan hasil akibat <i>S. frugiperda</i> .....	49
4.1.8 Hubungan populasi predator dengan populasi <i>S. frugiperda</i> .....	49
4.1.9 Pengamatan telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	50
4.2 Pembahasan .....	51
BAB V KESIMPULAN .....	61
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	62
LAMPIRAN .....	70

## DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
Tabel 3. 1 Kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener .....	29
Tabel 3. 2 Skor penilaian kerusakan daun akibat serangan <i>S. frugiperda</i> pada jagung .....	29
Tabel 3. 3 Kriteria penilaian intensitas kerusakan .....	30
Tabel 4. 1 Populasi <i>S. frugiperda</i> terhadap kombinasi perlakuan tanaman penutup dengan pestisida nabati .....	31
Tabel 4. 2 Rata-rata populasi <i>S. frugiperda</i> setiap pengamatan selama 8 kali pengamatan berdasarkan tanaman penutup .....	32
Tabel 4. 3 Rata-rata populasi <i>S. frugiperda</i> setiap pengamatan selama 8 kali pengamatan berdasarkan konsentrasi pestisida nabati .....	32
Tabel 4. 4 Rata-rata populasi <i>S. frugiperda</i> setiap pengamatan selama 8 kali pengamatan berdasarkan kombinasi perlakuan tanaman penutup dengan konsentrasi pestisida nabati .....	33
Tabel 4. 5 Rata-rata intensitas serangan <i>S. frugiperda</i> pada kombinasi perlakuan dan petani .....	34
Tabel 4. 6 Intensitas serangan <i>S. frugiperda</i> terhadap kombinasi tanaman penutup dengan pestisida nabati .....	35
Tabel 4. 7 Populasi serangga berguna pada pertanaman jagung selama pengamatan .....	39
Tabel 4. 8 Populasi serangga berguna terhadap kombinasi tanaman penutup dengan pestisida nabati .....	40
Tabel 4. 9 Jenis dan rata-rata populasi predator pada pertanaman jagung .....	44
Tabel 4. 10 Jenis dan rata-rata populasi polinator pada pertanaman jagung .....	46
Tabel 4. 11 Jenis dan rata-rata populasi parasitoid pada pertanaman jagung .....	46
Tabel 4. 12 Pengamatan telur <i>S. frugiperda</i> yang terparasit selama 3 kali pengambilan telur .....	50

## DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
Gambar 2. 1 Kelompok telur <i>S. frugiperda</i> .....	15
Gambar 2. 2 Larva instar 6 dengan huruf "Y" terbalik pada bagian kepala .....	16
Gambar 2. 3 Pupa <i>S. frugiperda</i> .....	16
Gambar 2. 4 Imago <i>S. frugiperda</i> (a) Jantan (b) Betina .....	17
Gambar 2. 5 Kerangka pikir sistem pengelolaan agroekosistem jagung.....	23
Gambar 3. 1 Denah dan pengacakan perlakuan .....	25
Gambar 3. 2 Model penanaman tanaman rumput gajah.....	26
Gambar 3. 3 Model penanaman tanaman utama dengan sistem tumpangsari .....	26
Gambar 4. 1 Rata-rata populasi <i>S. frugiperda</i> pada setiap perlakuan dan petani...	30
Gambar 4. 2 Persentase penurunan populasi <i>S. frugiperda</i> pada setiap perlakuan ...	33
Gambar 4. 3 Persentase penurunan intensitas serangan pada semua kombinasi perlakuan .....	36
Gambar 4. 4 Intensitas serangan <i>S. frugiperda</i> berdasarkan tanaman penutup .....	36
Gambar 4. 5 Intensitas serangan <i>S. frugiperda</i> berdasarkan konsentrasi pestisida nabati .....	37
Gambar 4. 6 Intensitas serangan <i>S. frugiperda</i> berdasarkan kombinasi tanaman penutup dan konsentrasi pestisida nabati .....	37
Gambar 4. 7 Rata-rata hasil produksi tanaman jagung pada semua perlakuan dan petani .....	38
Gambar 4. 8 Rata-rata populasi serangga predator pada semua perlakuan dan petani .....	41
Gambar 4. 9 Rata-rata serangga polinator pada seluruh kombinasi perlakuan dan petani .....	42
Gambar 4. 10 Rata-rata serangga parasitoid pada seluruh kombinasi perlakuan dan petani .....	43
Gambar 4. 11 Indeks keragaman Shannon-Weiner pada semua kombinasi perlakuan dan petani .....	47
Gambar 4. 12 Persentase kelimpahan predator, polinator, parasitoid dan <i>S. frugiperda</i> .....	48
Gambar 4. 13 Grafik pengaruh populasi predator terhadap intensitas serangan <i>S. frugiperda</i> .....	48
Gambar 4. 14 Grafik pengaruh intensitas serangan <i>S. frugiperda</i> terhadap hasil produksi jagung .....	49
Gambar 4. 15 Grafik pengaruh populasi predator terhadap populasi <i>S. frugiperda</i> .....	50

Gambar 4. 16 Larva instar 5 yang menyerang tanaman jagung.....	52
Gambar 4. 17 Kerusakan pada jagung yang disebabkan oleh serangan <i>S. frugiperda</i> .....	54
Gambar 4. 18 Kombinasi tanaman dengan tanaman penutup (rumput sisik betok, rumput kacang hias dan krokot) .....	57
Gambar 4. 19 <i>Telenomus</i> sp. yang melakukan oviposisi pada kelompok telur <i>S. frugiperda</i> .....	57
Gambar 4. 20 Parasitoid yang menetas dari kelompok telur <i>S. frugiperda</i> .....	59
Gambar 4. 21 Karakteristik parasitoid telur <i>Telenomus</i> sp .....	60

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Tanaman serelia yang menjadi sumber karbohidrat yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat baik sebagai bahan pangan maupun sebagai pakan ternak adalah jagung. Jagung (*Zea mays L.*) menempati urutan pertama di antara sereal yang ditanam di seluruh dunia yang menjadi bahan baku industri pakan serta pangan. Pada tahun 2020, permintaan jagung di negara berkembang telah melampaui permintaan gandum dan beras (Roy, 2020). Pada tahun 1999 produksi jagung di Indonesia hanya sebesar 9,2 juta ton hingga tahun 2019 setelah dua puluh tahun produksi, mengalami peningkatan sebesar 145,39%, dimana produksi telah mencapai 22,58 juta ton (Natalia et al., 2020).

Hasil Survei Ubinan 2020, produksi jagung rumah tangga di Indonesia sekitar 71,40 % dilakukan dengan budidaya di lahan bukan sawah dan lainnya di lahan sawah dengan sistem irigasi. Distribusi rata-rata hasil jagung tertinggi untuk seluruh wilayah Indonesia apabila dilihat berdasarkan sebaran provinsi yaitu, sebagian Jawa dan sebagian Sumatera dengan hasil produktivitas jagung di atas 60 kw/ha diantaranya Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Banten, Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Selatan, dan Lampung. Sedangkan provinsi yang memiliki rata-rata produktivitas jagung yang terendah adalah Provinsi NTT (Astuti et al., 2021).

Berdasarkan data BPS analisis produktivitas tanaman jagung di Indonesia tahun 2020 produksi jagung di Pulau Jawa mencapai 59,65 kw/ha sedangkan produksi jagung di Sulawesi hanya mencapai 47,48 kw/ha. Tingginya produktivitas yang dihasilkan di Pulau Jawa dapat disebabkan karena ketersediaan input produksi yang relatif mudah diperoleh sehingga dapat lebih intensif dalam meningkatkan produktivitas usaha tani jagung dan kedelainya. Faktor iklim (kondisi agroklimat) dan perbedaan tingkat kesuburan tanah juga memberi pengaruh terhadap variasi produktivitas antarpulau. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perbedaan produksi tersebut disebabkan oleh faktor biotik dan abiotik.

Faktor abiotik merupakan seluruh kondisi lingkungan yang memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung misalnya iklim/ cuaca, suhu, ketersediaan air, kondisi tanah, dan sebagainya (Altieri, 1999; S. Kumar, 2020). Sedangkan faktor biotik meliputi seluruh organisme yang tergabung dalam

ekosistem pertanaman jagung seperti serangga, baik yang bertindak sebagai hama maupun sebagai serangga berguna, tanaman penutup atau tanaman lain selain tanaman utama, gulma, mikroorganisme tanah, nematoda dan sebagainya yang membentuk keragaman/ *biodiversity* dalam pertanian dalam hal ini pada tanaman jagung (Roy, 2020).

Keanekaragaman hayati atau *biodiversity* dalam pertanian mengacu pada semua kehidupan tumbuhan dan hewan yang ditemukan disekitar area pertanian (Gibbons et al., 2007). Tanaman, gulma, serangga penyerbuk, musuh alami, fauna tanah dan kekayaan organisme lain, besar maupun kecil, yang berkontribusi terhadap keanekaragaman hayati. Semakin beragam tanaman, hewan dan organisme tanah yang menghuni sistem pertanian, maka semakin beragam komunitas organisme menguntungkan untuk mengendalikan hama dan mendukung tanaman pertanian (Altieri et al., 2005).

Salah satu hama invasif yang menyerang tanaman jagung adalah *Spodoptera frugiperda* atau yang dikenal sebagai ulat grayak jagung (Berg et al., 2021; Kuate et al., 2019). *S. frugiperda* memiliki dua genetik strains yaitu, rice strain, yang menyerang tanaman padi dan spesies rumput lainnya dan *maize strain*, yang menyerang jagung dan tanaman sorghum (Abbas et al., 2022). *S. frugiperda* saat ini telah menjadi endemi yang cukup serius diberbagai negara produsen jagung (Roy et al., 2020). Hama ini telah mewabah pada sejumlah negara tetangga seperti Thailand, Myanmar & Philipina. Di Indonesia, hama ini pertama kali dilaporkan menyerang pertanaman jagung di Pasaman Barat Provinsi Sumatera Barat pada tahun 2019 (Nonci et al., 2019). Kehadiran hama ini menjadi perhatian berbagai kalangan dibidang pertanian karena kemampuan menyebarnya yang sangat cepat, kecepatan reproduksinya yang tinggi serta daya rusaknya yang kuat (Abbas et al., 2022). Imago dewasa mampu terbang sejauh lebih dari 500 km sebelum melakukan oviposisi dengan bantuan angin (Prasanna et al., 2018; Sparks, 1979). Pada tahun 2016, *S. frugiperda* dikonfirmasi telah menginvasi Afrika dan dengan cepat menyebar ke hampir seluruh benua Afrika, menyebabkan sekitar 20% hingga 50% kehilangan hasil produksi jagung (Feldmann et al., 2019a; R. Wang et al., 2020).

Tindakan pengendalian hama *S. frugiperda* dapat dilakukan dengan meningkatkan keanekaragaman jenis tanaman melalui sistem tumpangsari yang bersifat repelen dan atraktan atau di negara lain dikenal dengan sistem *push and pull* (da Silva et al., 2022; Roy et al., 2020). Strategi ini menggunakan kombinasi rangsangan yang mengubah perilaku untuk memanipulasi distribusi dan

kelimpahan hama dan/ atau serangga yang bermanfaat untuk pengelolaan hama (Pickett et al., 2014). Metode tumpangsari antara tanaman jagung dengan tanaman atraktan dan repelen dapat menurunkan kepadatan populasi *S. frugiperda* pada pertanaman jagung (Ganni et al., 2021; Nonci et al., 2019). Penggunaan sistem *push and pull* atau dorong-tarik pada pertanaman jagung dapat menekan populasi hama dengan menolak kehadiran imago untuk oviposisi pada tanaman inang namun, dapat menarik serangga berguna seperti pollinator dan musuh alami untuk datang ke area pertanaman jagung (da Silva et al., 2022; Ganni et al., 2021; Roy et al., 2020). Sistem tanam dengan *push-pull* dapat menjadi alternatif untuk mengurangi hama dengan meningkatkan dan mempertahankan musuh alami mereka dalam pengelolaan agroekosistem yang berbeda (da Silva et al., 2022). Tindakan pengendalian hama pada tanaman jagung tidak ditujukan untuk membasmi populasi hama tetapi menurunkan populasi sampai pada tingkat yang tidak merugikan petani (Sjam et al., 2011).

Sistem *push-pull* yang menggunakan kombinasi tanaman dapat menekan kepadatan populasi hama pada pertanaman jagung dibandingkan dengan hanya menanam satu jenis tanaman atau sistem monokultur (da Silva et al., 2022; Smith & Liburd, 2018). Selain itu, dengan penanaman tanaman perangkap yang bersifat atraktan terhadap hama dapat diterapkan untuk membingungkan hama yang akan melakukan oviposisi pada tanaman utama (Sjam et al., 2011). Dalam sistem tumpangsari pada tanaman jagung, petani dapat memanfaatkan tanaman *napier grass* atau rumput gajah sebagai tanaman atraktan untuk menarik hama melakukan oviposisi pada tanaman tersebut dan memanfaatkan kombinasi tanaman penutup yang bersifat repelen terhadap hama namun atraktan bagi serangga berguna misalnya, rumput kacang hias dan polong-polongan yang menolak hama namun menarik musuh alami dari *S. frugiperda* (Guera et al., 2021).

Tindakan pencegahan dilakukan sebelum terjadi ledakan hama atau sebelum adanya investasi hama di lapangan. Namun, apabila di lapangan sudah terdapat investasi hama maka dapat dilakukan tindakan pengendalian berupa pengendalian secara mekanis, pelepasan musuh alami atau pengendalian dengan pestisida sintetik maupun nabati (Prasanna et al., 2018). Penggunaan pestisida sintetik yang berspektrum luas selain berdampak pada hama sasaran juga dapat berdampak terhadap keberadaan serangga berguna (Abbas et al., 2022; Kuate et al., 2019). Penggunaan pestisida sintesis yang berulang di lapangan terbukti dapat merugikan manusia dan lingkungan, meningkatkan biaya perawatan tanaman, dan



menyebabkan resistensi dan resurgensi (Abbas et al., 2022; Desneux et al., 2007; Lengai et al., 2020; Weisenburger, 1993).

Teknologi pengendalian alternatif yang aman bagi organisme non-target dan tidak menimbulkan residu terhadap lingkungan dapat memanfaatkan bahan alami bioaktif dari tanaman (Lengai et al., 2020) sehingga dapat dipadukan dengan teknik-teknik pengendalian lainnya. Aplikasi penyemprotan dengan pestisida nabati tidak dikhawatirkan akan menimbulkan bahaya residu yang besar sehingga aman untuk lingkungan maupun manusia (Abbas et al., 2022; Sjam, 2011). Formulasi pestisida nabati dari ekstrak tanaman yang diproduksi laboratorium bahan alami dan pestisida Universitas Hasanuddin telah dilakukan uji coba dan terbukti dapat menekan populasi hama pada area pertanaman (Sjam, 2021).

Pestisida nabati dari ekstrak tanaman merupakan campuran ekstrak dari tanaman buah maja (*Aegle marmelos*) dengan tanaman biduri (*Calatropis gigantea*) (Aprialty et al., 2021). Buah maja mengandung senyawa semiokimia berupa marmelosin minyak atsiri, pektin, saponin dan tannin (Ogbuagu, 2008). Komplek senyawa tersebut menyebabkan buah maja menjadi pahit dan memiliki bau yang menyengat sehingga tidak disukai serangga dan mampu mengganggu fungsi pencernaan dari serangga (Syaefullah et al., 2020). Sedangkan tanaman biduri mengandung senyawa aktif kardenolida yang telah terbukti secara *in vitro* bersifat ovicidal dan menyebabkan nimfa yang menetas dari telur menjadi upnormal (Palayukan et al., 2021; Sjam et al., 2017). Selain itu, daun biduri bersifat repellent pada beberapa serangga yang menyebabkan berkurangnya aktivitas makan sehingga menyebabkan kematian lebih awal (Sjam et al., 2017).

Tindakan pencegahan sangat penting dilakukan agar petani tidak bergantung pada pestisida sintetik, dengan meningkatkan keragaman tanaman di lahan pertanian untuk mencegah ledakan hama (Altieri, 1999; Sjam, 2011). Dengan adanya kombinasi tanaman penutup dapat meningkatkan kandungan senyawa organik dalam tanah (Wright et al., 2018). Tanaman polong-polongan sebagai tanaman penutup dapat meningkatkan kandungan nitrogen dalam tanah karena bersimbiosis dengan bakteri penambat nitrogen, *Rhizobium sp* sehingga menjadikan tanaman menjadi lebih sehat untuk menghadapi agresi hama dalam budidaya tanaman jagung (Ganni et al., 2021).

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan, pengelolaan agroekosistem dengan menggunakan tanaman repelen dan atraktan sebagai tanaman tumpangsari masih sangat jarang diterapkan oleh petani jagung di daerah

Kabupaten Soppeng, umumnya petani masih menggunakan metode dengan sistem monokultur dengan mengandalkan pestisida sintetik dalam mengontrol populasi hama tanaman jagung. Kurangnya pengetahuan masyarakat dan kurangnya sosialisasi mengenai sistem tumpangsari untuk budidaya tanaman jagung menjadi salah satu penyebab metode tersebut jarang diterapkan oleh masyarakat khususnya petani di daerah Kabupaten Soppeng.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai sistem pengelolaan agroekosistem jagung dengan metode *push-pull* dan aplikasi pestisida nabati terhadap *S. frugiperda*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Petani di Kabupaten Soppeng sebagian besar belum mengenal sistem *push and pull* sebagai metode pengelolaan agroekosistem dalam menekan serangan hama *S. frugiperda*. Kombinasi tanaman dengan metode tersebut sangat beragam dan memiliki tingkat ketertarikan yang berbeda namun, bagaimana tingkat ketertarikan serangga berguna terhadap beberapa tanaman masih terbatas.
2. Kombinasi metode *push and pull* dengan penggunaan pestisida nabati dalam budidaya tanaman jagung dapat dilakukan sebagai upaya konservasi serangga berguna untuk menekan hama *S. frugiperda*. Namun, penelitian tentang bagaimana kombinasi tersebut terhadap kepadatan arthropoda dan intensitas serangan *S. frugiperda* masih terbatas.

## 1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jenis tanaman yang memiliki daya tarik yang tinggi terhadap keragaman dan kelimpahan serangga berguna pada metode *push and pull*
2. Untuk mengetahui pengaruh kombinasi antara jenis tanaman penutup yang bersifat atraktan-repelen dengan aplikasi pestisida nabati yang telah

terformulasi dari ekstrak tanaman biduri dan maja terhadap keragaman dan kelimpahan serangga berguna dan tingkat serangan *S. frugiperda*.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat untuk petani khususnya di Kabupaten Soppeng tentang pengelolaan agroekosistem dalam budidaya tanaman jagung dan dapat memberikan informasi bagi peneliti berikutnya mengenai pengelolaan agroekosistem.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)**

Jagung (*Zea mays*) merupakan tanaman sereal dari keluarga rumput-rumputan (Poaceae) dan biji-bijian yang dapat dikonsumsi (Bhan, 2011). Tanaman asli dari Amerika tengah ini merupakan hasil domestikasi salah satu tanaman pangan dunia yang terbanyak didistribusikan dan dibudidayakan di dunia karena kemampuan adaptifnya yang tinggi yakni dapat ditanam diberbagai musim dan kondisi lingkungan (Bennetzen & Hake, 2009). Jagung banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sebagai makanan manusia, sebagai bahan bakar nabati, dan sebagai bahan baku industri yang penting dan memberikan peluang yang besar untuk nilai ekonomi (Erenstein et al., 2022).

Jagung adalah salah satu tanaman pangan terpenting di dunia dan memberikan 40% dari produksi pangan global setiap tahunnya (Kumar et al., 2012). Tanaman jagung merupakan tanaman yang memiliki banyak manfaat, selain digunakan sebagai pakan di seluruh dunia, tanaman jagung juga penting sebagai tanaman pangan, terutama di Amerika Latin dan sub-Sahara Afrika (Erenstein et al., 2022). Jagung dapat tumbuh di berbagai kondisi iklim dan disemua jenis tanah mulai dari berpasir hingga lempung berat sepanjang tahun sehingga mudah dibudidayakan oleh masyarakat (Roy et al., 2020).

Tanaman jagung termasuk salah satu tanaman C4 yang apabila ditinjau dari segi kondisi lingkungan, tanaman C4 memiliki kemampuan adaptif yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan, termasuk wilayah tropis, subtropis dan sedang sehingga memiliki efisiensi fotosintesis yang sangat baik (Erenstein et al., 2022). Jagung memiliki kemampuan fotorespirasi dan transpirasi yang sangat rendah sehingga dapat mengefisienkan penggunaan air dalam tubuhnya. Jagung membutuhkan sekitar 1222 L air per kg produk, yang lebih baik dibandingkan dengan sereal pokok lainnya (Mekonnen & Gerbens-Leenes, 2020). Oleh karena itu, masyarakat lebih cenderung menanam tanaman jagung pada saat kondisi cuaca ekstrim atau pada saat musim kemarau.

Tanaman jagung memiliki tinggi yang bervariasi yakni satu hingga empat meter, memiliki daun yang panjang, sempit dengan pertulangan daun sejajar dan berlawanan arah serta menempel secara bergantian pada batang yang

tidak bercabang (Kumar et al., 2012). Berikut adalah bagian struktural tanaman jagung:

### 1. Akar

Sistem perakaran jagung terdiri dari akar yang terbentuk selama proses embriogenesis dan akar yang terbentuk selama perkembangan postembrionik (Abbe & Stein, 1954; Feldman, 1994). Sistem perakaran pada fase embriogenesis terdiri dari akar primer yang terbentuk pada basal embrio dan beberapa akar seminal yang berkembang dari radikula dan embrio (Hochholdinger, 2009). Sistem perakaran setelah fase embrionik terdiri dari akar adventif atau akar lateral dan akar penyangga (Feldman, 1994). Akar lateral berkembang dari buku diujung mesokotil dan berkembang secara berkelanjutan dibawah permukaan tanah yang aktif dan efektif dalam penyerapan air dan nutrisi (Wang et al., 1995). Akar penyangga merupakan akar adventif yang berkembang dari dua atau tiga buku diatas permukaan tanah yang berfungsi sebagai penopang pada tanaman jagung (Hochholdinger, 2009; Kumar et al., 2012).

### 2. Batang dan daun

Batang umumnya memiliki tebal 3-4 cm, tidak bercabang, memiliki bentuk silindris dan batang yang beruas-ruas (Badu-Apraku & Fakorede, 2017). Ruasnya pendek dan cukup tebal di pangkal tanaman, menjadi lebih panjang dan lebih tebal dibagian atas batang, dan kemudian meruncing lagi (Bhan, 2011; Kumar et al., 2012). Daun bagian atas pada jagung bertanggung jawab sebagai penerima cahaya dan merupakan kontributor utama dalam proses fotosintesis pada biji-bijian (Bhan, 2011). Setiap daun terdiri atas helaian daun yang memiliki pertulangan daun yang sejajar, ligula dan pelepah daun menempel pada batang yang tersusun rapi. Jumlah daun pada jagung umumnya berkisar antara 10 helai hingga 18 helai daun (Badu-Apraku & Fakorede, 2017; Bhan, 2011).

### 3. Bunga

Jagung merupakan tanaman monoecious atau disebut dengan tanaman berumah satu karena bunga jantan dan betina berada dalam satu tanaman dan bersifat allogami (penyerbukan silang) (Badu-Apraku & Fakorede, 2017). Bunga jantan/ tassel berkembang di ujung tanaman dari titik tumbuh apical sedangkan bunga betina berkembang di ketiak atau axillar tanaman jagung yang kemudian berkembang menjadi tongkol atau bakal buah (Capinera, 2008; Kumar et al., 2012).

## 2.2 Serangga pada Ekosistem Tanaman Jagung

Arthropoda merupakan filum terbesar diantara berbagai filum yang ada di dunia, termasuk laba-laba, kalajengking, kutu, tungau, udang, kaki seribu, kelabang, serangga, dan beberapa kelompok keci lainnya (Hickman et al., 2003). Sekitar 84% dari semua spesies hewan yang diketahui adalah anggota dari filum arthropoda. Hampir semua habitat memiliki serangga yang hidup di dalamnya dan menunjukkan berbagai macam adaptasi. Beberapa jenis hidup di lingkungan akuatik, sedangkan yang lain hidup pada lingkungan terestrial dan beberapa kelompok bahkan memiliki kemampuan untuk terbang (Barnes, 2023).

Arthropoda merupakan organisme *eucoelomate protostomes* (pada perkembangan embrionik, mulut dibentuk terlebih dahulu sebelum anus) dengan sistem organ yang berkembang dengan baik dan adanya penutup tubuh yang terdiri dari kitin (gula kompleks) yang terikat pada protein (Hickman et al., 2003). Eksoskeleton disekresikan oleh epidermis di bawahnya (yang sesuai dengan kulit hewan lain). Nama arthropoda berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua suku kata yaitu *arthro* yang artinya ruas dan *podos* yang artinya kaki sehingga arthropoda berarti kaki yang beruas (Barnes, 2023; Hickman et al., 2003).

Serangga menjadi perhatian utama untuk produksi jagung di seluruh dunia (Bennetzen & Hake, 2009; McMullen Michael D. and Frey, 2009), seperti spesies tanaman lainnya, tanaman jagung juga mengalami kerusakan akibat sejumlah besar serangga hama (Dicke & Guthrie, 1988). Sebagian besar hama pada tanaman jagung dapat dikelompokkan bersama dengan spesies serupa berdasarkan perilaku makannya. Beberapa kelompok besar hama jagung yaitu, penggerek batang, rootworms, earworms, ulat grayak, cutworms, aphid, wereng, vektor penyebab penyakit tanaman, dan tungau (Capinera, 2008). Sebagian besar upaya penelitian dilakukan untuk pemuliaan ketahanan terhadap penggerek jagung Eropa (*Ostrinia nubilalis*), hama jagung di Amerika Serikat dan Eropa Ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*) yang menjadi hama penting di daerah intropis dan subtropis. Di India, penggerek batang berbintik (*Chilo partellus*) dan menjadi hama utama di seluruh negeri, khususnya selama musim hujan (Bhan, 2011).

Jenis serangga yang juga terdapat pada pertanaman jagung selain hama adalah serangga yang menguntungkan seperti predator, parasitoid dan polinator. Predator akan menyerang berbagai jenis serangga dan akan memakan beberapa mangsa sepanjang siklus hidupnya (Smith et al., 2021). Parasitoid adalah

serangga yang bertelur di dalam serangga lain (Frago & Zytynska, 2023). Telur yang menetas di dalam tubuh inang akan memarasit tubuh inangnya sehingga secara bertahap inang akan mati. Setiap parasitoid yang sedang berkembang hanya memarasit satu inang selama siklus hidupnya. Namun, beberapa inang dapat memiliki lebih dari satu spesies parasitoid yang disebut superparasitisme (Hickman et al., 2003; Smith et al., 2021).

Agen pengendali hayati yang berfungsi untuk menekan populasi hama adalah musuh alami yang terdiri dari predator dan parasitoid (Hajek & Eilenberg, 2018). Pemanfaatan agen pengendali hayati dengan musuh alami dapat menyeimbangkan populasi hama dengan serangga berguna sehingga tidak menimbulkan kerugian yang besar bagi petani (Capinera, 2008). Agen pengendali hayati tersebut antara lain, lalat dan tawon parasitoid, semut, tungau predator, lalat bunga, tawon predator, cocopet, serangga sayap jaring, serangga mata besar dan berbagai jenis kumbang lainnya (Bennett, 2018; Smith et al., 2021).

Faktor abiotik yang berpengaruh terhadap perkembangan serangga adalah sebagai berikut:

#### 1. Suhu

Serangga merupakan hewan poikilothermic artinya serangga tidak memiliki mekanisme untuk mengatur suhu tubuh sehingga suhu tubuhnya tergantung pada kondisi lingkungan (Hickman et al., 2003; Skendžić et al., 2021). Setiap serangga memiliki suhu optimum yang berbeda. Suhu yang disukai atau optimum adalah suhu di mana aktivitas fisiologis serangga bekerja maksimal baik untuk pertumbuhan maupun untuk perkembangan serangga (Ikemoto, 2005; Williams & Osman, 1960).

#### 2. Kelembaban

Serangga dapat merasakan suhu dan kelembaban (Hickman et al., 2003). Sebagian besar serangga tidak minum, tetapi sangat bergantung pada air yang terkandung dalam makanannya. Kelembaban pada serangga diperlukan untuk reaksi metabolisme dan transportasi garam pada serangga (Buxton, 1932). Peran dari lapisan kutikula mencegah kehilangan air sebagai bentuk adaptasi dari serangga untuk mencegah hilangnya kelembaban serta lobus antena posterior untuk mendeteksi kelembaban dan suhu (Enjin, 2017). Durasi diapause pada serangga dapat dipengaruhi beberapa faktor salah satunya adalah kelembaban (Harsimran et al., 2017a; Skendžić et al., 2021). Kekurangan kelembaban

menyebabkan dehidrasi dan kematian pada serangga tetapi, kelembaban yang berlebihan dapat berbahaya bagi serangga yaitu dapat mempengaruhi perkembangan dan aktivitas serangga serta mendorong penyakit penyebab patogen pada serangga (Herlinda et al., 2021).

### 3. Cahaya

Cahaya merupakan faktor yang sangat penting bagi serangga untuk berkembangbiak dan bertahan hidup (Camacho et al., 2021). Cahaya mempengaruhi berbagai aktivitas serangga seperti halnya menggunakan cahaya dalam proses pencarian pasangan, tempat tinggal atau shelter, mencari makanan, tempat oviposisi serta dalam menghindari bahaya (Shimoda & Honda, 2013). Serangga terhadap cahaya penyinaran dan parameter lainnya bervariasi antara spesies dan antara tahap kehidupan yang berbeda dari spesies yang sama (Kehoe et al., 2022; Kingsolver et al., 2011).

### 4. Cuaca/ Iklim

Cuaca merupakan salah satu faktor abiotik penting yang memengaruhi serangga (Wallner, 1987). Untuk berbagai alasan, kelimpahan serangga terus berubah dari waktu ke waktu termasuk perubahan iklim dan ketersediaan sumber makanan (Menzel & Feldmeyer, 2021). Cuaca berpengaruh terhadap berat badan dan rasio luas permukaan serangga. Cuaca/ iklim juga berkaitan dengan suhu, beberapa serangga pada musim dingin akan melakukan hibernasi dan mengalami peningkatan yang pesat saat musim panas (Skendžić et al., 2021).

### 5. Angin

Angin berpengaruh terhadap penyebaran dari serangga khususnya pada serangga yang terbang (Feldmann et al., 2019). Imago *Helicoverpa* dan *Spodoptera* mampu terbang hingga 500 km dalam satu malam dengan bantuan angin (De Groote et al., 2020; Feldmann et al., 2019). Angin juga dapat mengganggu proses makan, kawin dan bertelur bagi serangga. Kutu daun yang juga merupakan salah satu vektor penyakit mudah menyebar melalui angin karena ukurannya yang sangat kecil. Perubahan iklim akan mengubah komposisi komunitas dan dengan demikian mengubah interaksi biotik (Menzel & Feldmeyer, 2021).

### 6. Curah Hujan

Curah hujan dapat mempengaruhi perkembangan dan kelangsungan hidup organisme kecil seperti serangga (Chen et al., 2019). Namun demikian, hujan juga dapat berdampak langsung secara spesifik, seperti dengan membuat kolam temporer, tempat beberapa jenis nyamuk bertelur (Herlinda et al., 2021). Beberapa



spesies yang hidup di lingkungan tropis yang agak kering, hujan juga merupakan bagian penting dari pemutus siklus diapause larva (Harsimran et al., 2017)

Faktor biotik yang berpengaruh terhadap perkembangan populasi serangga antara lain sebagai berikut:

### 1. Parasitisme dan predatisme

Parasitisme merupakan interaksi yang melibatkan antara dua organisme yang berbeda. Serangga parasitoid adalah serangga yang bertelur didalam tubuh serangga lain yang merupakan inangnya (Frago & Zytynska, 2023). Serangga parasitoid dapat dimanfaatkan dalam sistem pertanian sebagai musuh alami untuk menekan populasi hama (Smith et al., 2021). Predatisme merupakan hubungan ekologis yang terbentuk antara spesies predator/ pemangsa dengan spesies lain yang disebut mangsa (Retallack et al., 2019). Predator merupakan organisme yang hidup bebas dengan memangsa organisme lainnya (Elewa, 2007). Parasitoid membunuh inang dengan cara menginvasi/ memarasit inang, sedangkan predator membunuh inang dengan memangsa atau memakan mangsanya (Elewa, 2007; Smith et al., 2021).

### 2. Resistensi

Tanaman memiliki kandungan semiokimia dari hasil produksi metabolit sekunder tanaman. Metabolit sekunder tanaman (PSM<sub>s</sub>) disintesis untuk memberikan fungsi pertahanan dan mengatur pensinyalan pertahanan untuk melindungi tanaman dari herbivora (Divekar et al., 2022). Antibiosis merupakan semua efek fisiologi yang merugikan serangga yang disebabkan oleh kegiatan makan dan pencernaan jaringan atau cairan tanaman tertentu. Antibiosis dapat menyebabkan kematian, termasuk kematian larva, gangguan siklus hidup dan penurunan fekunditas dan kesuburan serangga. Kelompok besar metabolit tanaman sekunder, termasuk alkaloid, saponin, fenol dan terpen, merupakan senyawa yang paling baik dalam pengelolaan hama serangga (Gajger & Dar, 2021).

### 3. Kompetisi

Kompetisi interspesifik mempengaruhi komposisi komunitas ekologi. Kompetisi interspesifik disebabkan oleh tumpang tindih relung diantara dua atau lebih spesies yang menempati relung yang sama. Kompetisi antar spesies sering bersaing memperebutkan makanan, tempat berlindung, atau keduanya (Neumann & Pinter-Wollman, 2022). Dalam situasi tersebut tidak akan ada dua spesies yang dapat menempati relung yang sama dan pada waktu yang sama untuk waktu yang

sangat lama. Spesies yang paling cocok akan mengambil sumber daya dan menekan spesies lain yang lebih lemah. Persaingan interspesifik menyebar diseluruh sistem ekologi, memengaruhi kisaran dan distribusi spesies. Persaingan heterospesifik dapat berdampak pada kelangsungan hidup individu dari spesies lain dengan penurunan fekunditas (Gurnell et al., 2004).

### **2.3 *Spodoptera frugiperda* sebagai Hama Tanaman Jagung**

Fall Armyworm juga dikenal sebagai ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) adalah serangga asli daerah tropis dari Amerika Serikat hingga Argentina (Abbas et al., 2022; Kuate et al., 2019; Prasanna et al., 2018). Larva *S. frugiperda* merupakan hama polifag yang dapat merusak lebih dari 186 spesies tanaman dari 42 family. Poaceae, Fabaceae, Solanaceae, Asteraceae, Rosaceae, Chenopodiaceae, Brassicaceae, dan Cyperaceae sebagian besar terserang oleh larva *S. frugiperda* (Abbas et al., 2022; Montezano et al., 2018). Di Indonesia sendiri, serangan hama FAW mulai masuk pada tahun 2019 di Pasaman Barat Provinsi Sumatera Barat berdasarkan laporan dari Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (Nonci et al., 2019).

Imago *S. frugiperda* memiliki kemampuan terbang yang tinggi sehingga penyebaran dari hama ini sangat cepat dan memiliki kemampuan reproduksi yang tinggi. Seekor ngengat dewasa mampu terbang sejauh 500 km dalam satu malam dengan bantuan angin dan mampu menghasilkan 100 hingga 300 telur (Feldmann et al., 2019). Berdasarkan data dari Balai Besar Organisme Pengganggu Tumbuhan, hasil penelitian menunjukkan secara mayoritas kehilangan hasil akibat serangan dari larva *S. frugiperda* mencapai 10% - 20% pada tingkat investasi yang tinggi.

Larva *S. frugiperda* memiliki rahang yang sangat kuat dengan ujung seperti tombak bergerigi, yang memudahkan makan pada tanaman dengan kandungan silika tinggi (Pogue, 2002). Larva *S. frugiperda* merusak tanaman jagung dengan menggerek daun pada titik tumbuh tanaman. Larva instar 1 akan memakan jaringan daun dan meninggalkan bekas berupa lapisan epidermal yang transparan. Larva instar 2 dan 3 akan memakan daun muda dari bagian dalam hingga tepinya dengan membuat lubang gerek pada daun. Larva *S. frugiperda* bersifat kanibal sehingga larva yang ditemukan di satu tanaman jagung antara 1-2 larva instar 2 dan 3 (Capinera, 2017; Prasanna et al., 2018). Larva instar akhir dapat menyebabkan kerusakan yang parah, seringkali hanya menyisakan tulang

daun dan batang tanaman jagung. Kepadatan populasi larva 0,2–0,8 per tanaman dapat menyebabkan kehilangan hasil 5% – 20% (Makgoba et al., 2021).

Kerusakan pada tanaman jagung umumnya ditandai dengan bekas gergaji larva yang menyerupai serbuk gergaji pada permukaan atas daun atau disekitar titik tumbuh tanaman jagung. Kehilangan hasil panen jagung dari 12 negara di Afrika, berdasarkan studi di Ghana dan Zambia, diperkirakan antara 8,3-20,5 juta ton, senilai antara US \$2,5 - \$6,2 miliar (Day et al., 2017). *S. frugiperda* yang menyerang tanaman jagung saat daun muda masih menggulung, menyebabkan kehilangan hasil antara 15% - 73% apabila populasi tanaman terserang hingga 55-100% (Hruskal & Gould, 1997). Apabila populasi *S. frugiperda* sangat tinggi, terkadang bagian tongkol jagung juga akan diserang sehingga menyebabkan kerusakan secara langsung pada hasil produksi. Namun, perilaku makan *S. frugiperda* yang diamati umumnya terdapat pada daun muda yang masih menggulung (Nonci et al., 2019; Prasanna et al., 2018).

Imago *S. frugiperda* aktif di malam hari. Saat senja, imago memulai pergerakan sore hari di dekat tanaman inang yang sesuai untuk makan, bertelur, dan kawin (Sparks, 1979). *S. frugiperda* merupakan salah satu serangga dengan metamorfosis sempurna. Siklus hidup *S. frugiperda* adalah sebagai berikut:

#### 1. Telur

Imago betina *S. frugiperda* oviposisi pada permukaan daun jagung, baik di atas maupun di bawahnya. Kelompok telur *S. frugiperda* berbentuk kubah dengan bagian basal yang rata dan bagian atas melengkung. Diameter telur sekitar 0,4 mm dan tinggi 0,3 mm. Telur tersusun didalam kelompok telur yang berisi 100-200 butir telur dan total produksi telur setiap satu imago sekitar 1500 sampai lebih dari 2000 butir telur (Capinera, 2017; Prasanna et al., 2018). Telur yang diletakkan terlindungi oleh lapisan sisik yang padat dan akan menetas 2-4 hari setelah oviposisi jika suhu rata-rata 21-26°C (Sparks, 1979).



**Gambar 2. 1** Kelompok telur *S. frugiperda* (Dok. Pribadi, 2022)

## 2. Larva

*S. frugiperda* memiliki enam instar larva. Larva muda berwarna kehijauan dengan kepala berwarna hitam, kepala berubah warna menjadi warna agak orange pada instar kedua. Lebar kapsul kepala berkisar dari sekitar 0,3 mm (instar 1) hingga 2,6 mm (instar 6), dan larva mencapai panjang sekitar 1 mm (instar 1) hingga 45 mm (instar 6). Pada instar kedua, terutama instar ketiga, permukaan dorsal tubuh menjadi kecoklatan, dan garis putih lateral mulai terlihat. Pada instar keempat hingga keenam kepala berwarna coklat kemerahan, berbintik-bintik putih, dan tubuh kecoklatan memiliki garis subdorsal dan lateral berwarna putih. Segmen kedua dari segmen terakhir terdapat empat titik hitam dengan rambut pendek yang membentuk persegi. Pada bagian kepala larva dewasa juga dapat ditandai dengan "Y" terbalik berwarna putih dan bagian epidermis larva bertekstur kasar atau berbutir jika diamati (Prasanna et al., 2018). Durasi stadium larva cenderung sekitar 14 hari selama musim panas dan 30 hari selama musim dingin (Capinera, 2017).



**Gambar 2. 2 Larva instar 6 dengan huruf "Y" terbalik pada bagian kepala (Dok. Pribadi, 2022)**

## 3. Pupa

Larva instar akhir berwarna coklat tua dan akan memendek hingga membentuk pupa. Larva instar akhir jatuh ke tanah dan menjadi pupa di dalam tanah dengan kedalaman 2-8 cm, tergantung pada tekstur tanah, kelembaban, dan suhu (Sparks, 1979). Pupa berwarna coklat gelap, durasi fase pupa adalah sekitar 8-9 hari selama musim panas, tetapi mencapai 20-30 hari selama musim dingin di Florida (Capinera, 2017).



**Gambar 2. 3 Pupa *S. frugiperda* (Dok. Pribadi, 2022)**

#### 4. Imago

Imago *S. frugiperda* memiliki lebar sayap 32-40 mm. Pada imago jantan, sayap depan umumnya berwarna abu-abu dan coklat, dengan bintik putih berbentuk segitiga diujung dan didekat bagian tengah sayap. Sayap depan imago betina berwarna coklat keabu-abuan yang seragam hingga bintik abu-abu dan coklat muda (Sparks, 1979). Imago aktif di malam hari, dan paling aktif pada kondisi dengan suhu yang hangat dan lembab. Setelah periode praoviposisi 3 sampai 4 hari, imago betina biasanya melakukan oviposisi sebagian besar telurnya selama 4 sampai 5 hari pertama kehidupan, tetapi beberapa oviposisi terjadi hingga 3 minggu. Durasi fase imago rata-rata 10 hari, dengan kisaran sekitar 7-21 hari (Prasanna et al., 2018).



(a)



(b)

**Gambar 2. 4 Imago *S. frugiperda* (a) Jantan (b) Betina (Capinera, 2017)**

## 2.4 Kombinasi Tanaman Penutup pada Tanaman Jagung dengan Metode *Push-Pull*

Tumpang sari merupakan sistem budidaya tanaman dengan dua atau lebih tanaman yang berbeda di lahan yang sama. Tingkat infestasi *S. frugiperda* pada pertanaman jagung di Uganda menggunakan kombinasi tanaman dengan metode dorong-tarik berkisar 36–38%, dibandingkan dengan sistem monokultur tingkat infestasi hama mencapai 95% (Abbas et al., 2022). Teknologi dorong-tarik, terbukti efektif untuk penggerek batang *Chilo partellus* Swinhoe dan *Busseola fusca* Fuller dan di Afrika telah terbukti dapat menekan *S. frugiperda* (Hailu et al., 2018). Sistem tanam dengan metode dorong-tarik dapat menjadi alternatif untuk menekan hama dengan meningkatkan dan mempertahankan musuh alami dalam pengelolaan agroekosistem (da Silva et al., 2022). Tanaman seperti gulma, tanaman penutup tanah, dan tanaman pelindung dapat digabungkan dalam ruang dan waktu untuk mempengaruhi jumlah hama dan artropoda yang menguntungkan pada tanaman utama (Smith & Liburd, 2018).

Konservasi serangga berguna umumnya melibatkan penanaman tanaman yang menyediakan sumber makanan alternatif seperti nektar, serbuk sari dan inang alternatif atau mangsa (Smith et al., 2021). Serbuk sari dan nektar merupakan sumber protein dan nutrisi yang penting untuk beberapa serangga berguna (Smith & Liburd, 2018) sehingga dengan sistem kombinasi tanaman dapat meningkatkan keragaman serangga pada pertanaman. Strategi pengelolaan agroekosistem pada tanaman jagung telah diterapkan oleh petani di Eropa dengan metode “*push and pull*” atau sistem dorong-tarik. Strategi pengelolaan habitat “dorong-tarik”, sebagai cara baru yang efisien dan efektif dalam manajemen pengendalian hama terpadu (Pickett et al., 2014).

Strategi pengelolaan agroekosistem menggunakan kombinasi rangsangan dengan modifikasi perilaku untuk memanipulasi distribusi dan kelimpahan organisme pengganggu tanaman dan/atau musuh alami (Roy et al., 2020). Strategi “dorong-tarik”, hama ditolak atau dihalangi dari tanaman utama yang dilindungi oleh rangsangan yang mengganggu lokasi inang dan memodulasi inang menjadi tidak menarik atau tidak cocok untuk makan dan oviposisi hama. Selain itu, dengan menggunakan rangsangan menarik, hama sasaran secara bersamaan tertarik ke

sumber tertentu di mana mereka kemudian terkonsentrasi dan meninggalkan tanaman utama (Zhang et al., 2013).

Strategi dorong-tarik memanfaatkan tanaman yang bersifat repelen dan atraktan yang ditumpangsarikan dengan tanaman utama. Dalam hal ini tanaman jagung sebagai tanaman utama ditumpangsarikan dengan tanaman repelen yang akan mengeluarkan semiokimia untuk menolak oviposisi hama dan menarik musuh alami. Penggunaan tanaman atraktan dimaksudkan untuk menarik hama agar menjauh dari tanaman utama dan bertindak sebagai tanaman perangkap untuk hama. Sistem ini merupakan pengendalian hama ramah lingkungan yang juga ekonomis bagi petani jagung karena tidak bergantung pada penggunaan insektisida kimia. Dengan pola tumpangsari seperti ini tentu akan meningkatkan keanekaragaman hayati yang terdapat pada ekosistem tanaman jagung (Pickett et al., 2014).

Tanaman bersifat repelen dan atraktan yang dimanfaatkan dapat berupa tanaman penutup yang memiliki bunga sehingga dapat menarik serangga berguna dan mendorong hama untuk menjauhi area pertanaman (Bennett, 2018). Tanaman penutup juga melindungi tanah dari sinar matahari, angin dan curah hujan yang tinggi sehingga memperbaiki struktur tanah, resapan air dan penetrasi akar serta meningkatkan komunitas mikroba tanah (Wright et al., 2018). Manfaat lain yaitu dapat mengurangi pengerasan tanah, erosi, dan pencucian nutrisi sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah (Sharma et al., 2018). Tanaman penutup tanah dari polong-polongan dapat menambat nitrogen bebas di udara sehingga dapat diserap oleh tanaman (Sanallah et al., 2022; Wright et al., 2018).

Tanaman atraktan yang umumnya dimanfaatkan dalam sistem kombinasi tanaman dengan tanaman jagung adalah rumput gajah karena dapat menarik hama untuk melakukan oviposisi namun dalam perkembangannya larva tidak dapat berkembang dengan baik, sehingga tanaman tersebut juga disebut sebagai tanaman perangkap (Ganni et al., 2021). Tanaman perangkap berfungsi untuk menjauhkan hama dari tanaman utama. Tanaman rumput gajah dan jagung hampir memiliki morfologi yang mirip khususnya pada bagian daun sehingga dapat mengalihkan imago betina, selain itu senyawa kimia yang dikeluarkan juga dapat menarik imago untuk melakukan oviposisi sehingga menurunkan tingkat oviposisi hama dari pertanaman jagung (Pradhan et al., 2019, Smith & Liburd, 2018).

Perpaduan tanaman atraktan dan repelen sebagai kombinasi dorong-tarik untuk mendorong hama namun dapat menarik serangga berguna seperti polinator dan musuh alami dari hama tanaman jagung. Sistem dorong-tarik pada pertanaman jagung dapat menggunakan kombinasi antara tanaman rumput betok (*Desmodium spp.*) dengan rumput gajah atau menggunakan tanaman polong-polongan lainnya seperti, tanaman kacang hias sebagai tanaman penutup (Ganni et al., 2021). Rumput gajah sebagai tanaman pelindung untuk membingungkan imago dalam melakukan oviposisi sehingga ditanam disekeliling area pertanaman. Rumput kacang hias menolak imago untuk oviposisi sehingga dapat ditanam sebagai kombinasi tanaman. Selain itu, rumput kacang hias dapat menarik predator sehingga dapat menekan populasi hama. Dengan adanya sistem kombinasi tanaman tersebut dapat meningkatkan keanekaragaman hayati dalam lahan pertanian (Ganni et al., 2021; Roy et al., 2020).

Keanekaragaman hayati pada area pertanaman penting untuk pertahanan tanaman, karena dengan tingginya keanekaragaman hayati pada suatu lahan pertanian dapat membingungkan hama untuk oviposisi selain itu, kelimpahan serangga lain juga meningkat. Sebaliknya, tanaman dengan sistem monokultur di area yang luas mungkin sangat jelas bagi hama sehingga pertahanan tanaman lebih rendah (Altieri, 1999). Semakin beragam tanaman, hewan, dan organisme lain yang menghuni sistem pertanian, semakin beragam komunitas organisme yang menguntungkan untuk mengendalikan hama (Altieri et al., 2005).

Sistem tumpangsari pada tanaman jagung sangat berguna untuk meningkatkan keanekaragaman dan populasi serangga pada ekosistem tersebut. Kehadiran hama akan selalu diikuti oleh musuh alaminya baik yang bersifat predator maupun parasitoid. Musuh alami akan menekan populasi hama agar tidak menimbulkan kerugian yang lebih besar bagi petani sehingga penting untuk menjaga kestabilan ekosistem agar populasi hama dan musuh alaminya tetap seimbang.

## **2.5 Budidaya Tanaman Jagung dengan Prinsip Pengendalian Hama Terpadu (PHT)**

Pengendalian hama terpadu didasarkan pada pengetahuan interaksi biologi, informasi tentang tanaman dan lingkungan sekitarnya. Kepedulian tentang keseimbangan ekosistem misalnya, kualitas tanah, nutrisi tanaman dan keanekaragaman hayati yang bertujuan untuk meningkatkan resistensi tanaman



terhadap hama dan penyakit, ketersediaan sumber energi bagi serangga berguna dan menurunkan keparahan hama dan penyakit (Costa et al., 2019). Prinsip-prinsip manajemen serangga, patogen dan gulma dalam prinsip PHT melibatkan penerapan praktik ramah lingkungan yang dirancang untuk meminimalkan tingkat kerusakan dan mencegah penggunaan senyawa sintetik. Sebagian besar senyawa yang digunakan berasal dari bahan alami seperti, pupuk dan pestisida yang dibuat oleh tumbuhan, hewan, atau mikroba (Bomford & Mcneill, 2015).

Sistem budidaya organik adalah suatu sistem produksi pertanian yang menghindarkan atau mengesampingkan penggunaan senyawa sintetik baik untuk pupuk, zat tumbuh, maupun pestisida (Sjam et al., 2011). Dalam pertanian organik, gulma dan defisiensi nitrogen adalah faktor utama yang membatasi produksi tanaman. Penggunaan tanaman polong-polongan sebagai tanaman penutup dapat menjadi alternatif sebagai pengendalian gulma, meningkatkan ketersediaan unsur Nitrogen (N), mengurangi pencucian nitrogen dan meningkatkan ketersediaan nitrogen pada pertanaman berikutnya (Brenas et al., 2016). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengelola pertanaman adalah dengan mengatur waktu tanam, pergiliran tanaman dan jarak tanam (Shrestha et al., 2019). Sistem pertanaman dapat dilakukan dengan kombinasi tanaman, misalnya menanam tanaman utama bersama dengan tanaman repelen terhadap hama namun atraktan terhadap musuh alami atau menggabungkan tanaman dalam satu bedengan atau area pertanaman, penggunaan ekstrak tanaman dalam formulasi bubuk atau cair sebagai pestisida nabati (Sjam et al., 2011).

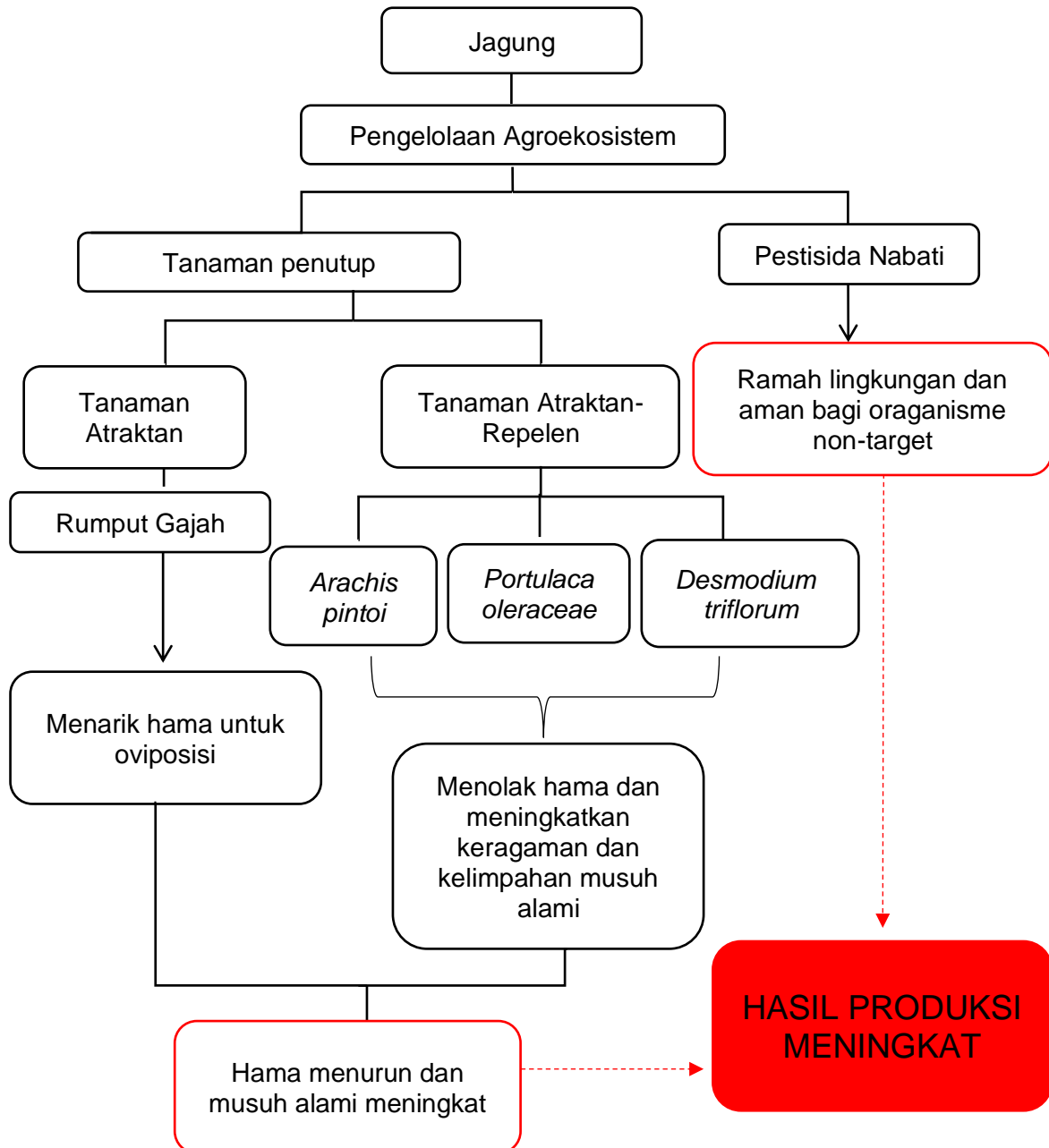
Tujuan dari produksi tanaman dengan prinsip PHT adalah untuk menghasilkan makanan dan serat sekaligus melindungi kesehatan tanah, tanaman, hewan, dan manusia. Sistem organik menggunakan proses alami untuk penambahan nutrisi dan pengendalian hama, dan mengandalkan penambahan bahan organik (seperti kompos) untuk meningkatkan kualitas tanah. Kotoran hewan atau kompos adalah pupuk yang ideal untuk meningkatkan kesuburan tanah dan kandungan bahan organik secara alami (Ferrell et al., 2020). Penggunaan pupuk dan pestisida nabati dalam budidaya tanaman dengan prinsip PHT dalam hal ini pada pertanaman jagung dapat mengurangi bahaya residu dari penggunaan bahan-bahan kimia sintetik baik dari segi lingkungan maupun dari segi kesehatan masyarakat. Sebagian besar zat yang terkandung dalam senyawa sintetik tersebut dapat diambil dari alam termasuk pupuk dan pestisida yang dibuat dari tumbuhan, hewan atau mikroba sehingga bisa dimanfaatkan dalam sistem

budidaya organik sebagai pupuk ataupun pestisida nabati (Bomford & Mcneill, 2015).

Senyawa bioaktif pada tanaman sebagai agen pengendali hama merupakan teknologi pengendalian yang dapat dimanfaatkan dalam sistem budidaya dengan prinsip PHT karena tidak meninggalkan residu bagi lingkungan. Aplikasi dengan memanfaatkan bahan alami bioaktif tanaman bertujuan untuk pengendalian hama tanaman jagung tanpa menimbulkan bahaya resistensi terhadap hama dan populasi musuh alami tetap terjaga. Penggunaan pestisida dan pupuk nabati dapat dipadukan dengan pengelolaan agroekosistem yang baik untuk mencegah ledakan hama (Sjam et al., 2011).

## **2.6 Kerangka Pikir**

Berdasarkan teori dan fakta yang terjadi di lapangan bahwa pengelolaan agroekosistem menjadi landasan dalam meningkatkan keanekaragaman hayati suatu pertanaman. Serangga tidak dapat dimusnahkan khususnya hama, namun populasi hama dapat ditekan dengan berbagai perlakuan salah satunya adalah dengan mengelola agroekosistem yang dapat meningkatkan musuh alami dari hama tersebut. Begitupun dengan penggunaan bahan kimia yang terjadi di tengah masyarakat, baik sebagai pupuk maupun sebagai pestisida penggunaannya dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan. Residu bahan kimia yang ditinggalkan dapat meningkatkan resiko hama yang menjadi resisten terhadap pestisida tertentu. Oleh karena itu, edukasi tentang sistem budidaya tanaman jagung sesuai prinsip PHT dengan metode tumpangsari dan aplikasi pestisida nabati perlu diperkenalkan kepada masyarakat agar dapat mengurangi penggunaan bahan kimia dan dapat meningkatkan hasil produksi petani. Berikut adalah gambaran kerangka pikir yang dapat dilihat pada gambar 2.5:



Gambar 2. 5 Kerangka pikir sistem pengelolaan agroekosistem jagung