



**RESPON PENOLAKAN KUTU BERAS (*Sitophilus oryzae* L.)  
TERHADAP EKSTRAK LIMBAH *Amomum cardamomum* Willd.  
dan *Zingiber zerumbet* (L.) Smith**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Biologi

oleh

Devy Candrawati

4411414018

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2018**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul “Respon Penolakan Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L.) terhadap Ekstrak Limbah *Amomum cardamomum* Willd. dan *Zingiber zerumbet* (L.) Smith” disusun berdasarkan hasil Penelitian Payung. Sumber informasi atau kutipan dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, 28 September 2018



Devy Candrawati  
NIM. 4411414018

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

“Respon Penolakan Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L.) terhadap Ekstrak Limbah  
*Amomum cardamomum* Willd. dan *Zingiber zerumbet* (L.) Smith”

disusun oleh

Devy Candrawati

4411414018

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika  
dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 5 Oktober  
2018.

Panitia Ujian



Prof. Dr. Sadarmin, M.Si.  
NIP. 196601231992031003

Sekretaris



Dra. Endah Perhati, M.Si.  
NIP. 196511161991031001

Penguji Utama



Dr. Partaya, M.Si.  
NIP. 196007071988031002

Anggota Penguji I/  
Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Priyanti Widiyaningrum, M.S.  
NIP. 196004191986102001

Anggota Penguji II/  
Pembimbing II



Drs. Bambang Priyono, M.Si.  
NIP. 195703101988101001

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap. (QS. Al-Insyirah,6-8).

### **PERSEMBAHAN**

Dengan tidak mengurangi rasa syukur kepada Allah SWT, saya persembahkan skripsi ini kepada kedua orangtua saya, Bapak Mohson dan Ibu Suwarni, adik saya tercinta M. Maulana Umar Sahid, serta sahabat-sahabat yang selalu saya sayangi yang telah memberi doa, dukungan, dan semangat dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.

## ABSTRAK

Candrawati, Devy. 2018. Respon Penolakan Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L.) terhadap Ekstrak Limbah *Amomum cardamomum* Willd. dan *Zingiber zerumbet* (L.) Smith. Skripsi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Prof. Dr. Ir. Priyantini Widiyaningrum, M.S. dan Drs. Bambang Priyono, M.Si.

Kata kunci: Indeks Preferensi (IP), limbah kapulaga dan lempuyang, persentase respon penolakan kutu beras, sumber ekstrak dan konsentrasi ekstrak

Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L.) merupakan serangga penyebab utama rusaknya beras dalam gudang penyimpanan. Pengendalian kutu beras dengan menggunakan insektisida kimia mempunyai dampak yang buruk bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu upaya dalam mengurangi penggunaan insektisida kimia adalah dengan menggunakan bioinsektisida, dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan ekstrak limbah kapulaga dan lempuyang. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan desain RAL faktorial dengan faktor sumber ekstrak dan konsentrasi ekstrak. Analisis GS-MS menunjukkan bahwa di dalam ekstrak limbah tersebut mengandung senyawa yang bersifat insektisidal. Berdasarkan nilai Indeks Preferensi (IP), ekstrak kapulaga dan lempuyang mempunyai efek penolakan bagi kutu beras pada konsentrasi ekstrak 75% dan 100%. Kriteria Persentase Respon Penolakannya menunjukkan bahwa ekstrak pada konsentrasi tersebut termasuk dalam kategori sedang. Hasil analisis statistik menggunakan uji ANAVA dua arah dengan uji lanjut LSD pada taraf signifikansi 5%, menunjukkan bahwa perbedaan sumber ekstrak tidak mempengaruhi persentase penolakan kutu beras, tetapi perbedaan konsentrasi ekstrak berpengaruh nyata terhadap persentase penolakan kutu beras. Dalam penelitian ini, kutu beras memberikan respon penolakan yang optimum pada konsentrasi ekstrak 75%.

## PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya serta kemudahan dalam menyelesaikan skripsi dengan judul “Respon Penolakan Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L.) terhadap Ekstrak Limbah *Amomum cardamomum* Willd. dan *Zingiber zerumbet* (L.) Smith”. Skripsi ini merupakan bagian dari penelitian payung Prof. Dr. Ir. Priyantini Widiyaningrum, M.S. (Hibah Penelitian Pengembangan Keilmuan tahun 2018). Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Negeri Semarang. Penyusunan skripsi ini bisa diselesaikan tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang memberikan dukungan dan masukan. Untuk itu, ucapan terimakasih disampaikan kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk dapat melaksanakan studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan izin bagi penulis sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Ketua Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang yang memberikan kemudahan administrasi dalam proses penyusunan skripsi.
4. Prof. Dr. Ir. Priyantini Widiyaningrum, M.S. selaku dosen pembimbing skripsi I sekaligus ketua dari penelitian payung di Jurusan Biologi yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan membagi ilmu pengetahuan kepada penulis.
5. Drs. Bambang Priyono, M.Si. selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran kepada penulis.

6. Dr. Partaya, M.Si. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk menelaah dan memberikan saran kepada penulis.
7. Bapak Mohson, Ibu Suwarmi, dan M. Maulana Umar S. selaku orangtua dan adik yang telah memberikan dukungan moril maupun materil serta memberikan motivasi bagi penulis dalam penyusunan skripsi.
8. Sahabat-sahabat tercinta Bintradika Axsal H, Trisna Anggreini, Evi Setyowati, Anisa Nur F, Nisa Arkianti, Mega Salfia, Evita Sisva R, dan Irma Nurhayati yang selalu memberikan doa, semangat dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
9. Nur Asiyah, Kiki, dan Lulu selaku adik angkatan dan teman dalam melaksanakan penelitian di Laboratorium Biologi Universitas Negeri Semarang.
10. Teman-teman Biologi angkatan 2014 Universitas Negeri Semarang yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam melaksanakan penyusunan skripsi.
11. Seluruh pihak yang terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu selama penyusunan skripsi.

Penyusunan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan skripsi ini. Terimakasih.

Semarang, 28 September 2018

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	ii
PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
PRAKATA .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Penegasan Istilah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Produksi Beras ( <i>Oryza sativa</i> L.) .....	8
2.2 Kutu Beras ( <i>Sitophilus oryzae</i> L.) .....	10
2.3 Bioinsektisida .....	18
2.4 Kerangka Berpikir .....	25



	Halaman
2.5 Hipotesis .....	26
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	27
3.2 Subyek Penelitian .....	27
3.3 Populasi dan Sampel .....	27
3.4 Variabel Penelitian .....	28
3.5 Alat dan Bahan .....	28
3.6 Rancangan Penelitian .....	29
3.7 Prosedur Penelitian .....	30
3.8 Analisis Data .....	34
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Analisis Senyawa Fitokimia .....	38
4.2 Pengamatan Respon Penolakan <i>Sitophilus oryzae</i> L. ....	43
<b>BAB 5 KESIMPULAN .....</b>	<b>51</b>
5.1 Simpulan .....	51
5.2 Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Perkembangan <i>S. oryzae</i> L. ....	11
2.2 Rumus kimia monoterpene .....	21
2.3 Tanaman kapulaga ( <i>Amomum cardamomum</i> Willd.) .....	24
2.4 Tanaman lempuyang ( <i>Zingiber zerumbet</i> (L.) Smith) .....	25
2.5 Kerangka berpikir penelitian tentang respon kutu beras ( <i>Sitophilus oryzae</i> L.) terhadap ekstrak limbah <i>Amomum cardamomum</i> Willd. dan <i>Zingiber zerumbet</i> (L.) Smith. ....	26
3.1 <i>Olfactometer</i> bentuk Y .....	33
4.1 Kromatogram ekstrak limbah kapulaga .....	38
4.2 Kromatogram ekstrak limbah lempuyang .....	40
4.3 Rata-rata persentase respon penolakan kutu beras .....	44
4.4 Rata-rata Indeks Preferensi (IP) .....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Alat penelitian .....	28
3.2 Bahan penelitian .....	29
3.3 Kombinasi percobaan antara sumber ekstrak dan konsentrasi ekstrak .....	30
3.4 Cara pengenceran ekstrak limbah kapulaga dan lempuyang .....	32
3.5 Rumus ANAVA dua factorial .....	36
4.1 Analisis Kromatogram ekstrak limbah kapulaga .....	39
4.2 Analisis Kromatogram ekstrak limbah lempuyang .....	41
4.3 Hasil uji ANAVA dua arah rata-rata penolakan kutu beras .....	46
4.4 Uji lanjut LSD rata-rata respon penolakan kutu beras terhadap sumber ekstrak dan konsentrasi ekstrak (rata-rata $\pm$ standar deviasi).....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data mentah hasil pengamatan .....	60
2. Data yang digunakan untuk analisis IP dan PR .....	61
3. Hasil analisis GC-MS ekstrak limbah kapulaga .....	62
4. Hasil analisis GC-MS ekstrak limbah lempuyang .....	63
5. Hasil uji anava dua arah dengan uji lanjut LSD pada taraf signifikansi 5% .....	64
6. Hasil uji T pada taraf signifikansi 5% .....	67
7. Persiapan ekstraksi limbah kapulaga dan lempuyang .....	68
8. Pembiakan dan pengujian ekstrak pada kutu beras ( <i>S. oryzae</i> L.) ....	71

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.) merupakan hama penyebab utama rusaknya beras dalam gudang penyimpanan. Demi menjaga kualitas beras agar tetap bagus, biasanya beras disimpan selama 3 bulan, lebih dari itu sudah mulai menurun kualitasnya. Faktor suhu, kelembaban, dan kadar air beras dapat mempengaruhi kualitas beras. Selain itu, imago dari kutu beras tersebut merusak bulir-bulir beras dari luar, sedangkan larvanya merusak bulir-bulir beras dari dalam beras. Selain merusak struktur beras, kutu beras juga memakan nutrisi yang ada di dalam bulir beras, sehingga kualitas beras menurun.

Kutu beras merupakan serangga dengan ukuran yang relatif kecil, sehingga mudah untuk bersembunyi di dalam gudang penyimpanan. Ukuran yang kecil juga menyulitkan petani untuk memantau kehadiran kutu beras dalam gudang. Sebelum disimpan dalam gudang penyimpanan, ada kemungkinan kutu beras sudah menginvestasikan telurnya pada saat panen tiba, karena kutu beras juga memiliki kemampuan untuk terbang mencari sumber makanan. Menurut Philips & Throne (2010) kerusakan yang disebabkan oleh *S. oryzae* L. berkisar antara 10–20% dari keseluruhan produksi. Masa perkembangan, ketahanan hidup dan produksi telur serangga hama pascapanen tergantung pada kesesuaian lingkungan dan makanan. Makanan yang cukup dan sesuai dengan yang dibutuhkan kutu beras dapat mendukung populasi hama tersebut (BBPP, 2017).

Pengendalian kutu beras dalam gudang penyimpanan dalam skala besar biasanya menggunakan cara fumigasi/spraying, dengan menggunakan insektisida kimia. Pengendalian kutu beras menggunakan insektisida kimia dianggap efektif karena bersifat toksik dan cepat dalam membasmi hama sasaran (kutu beras). Kelemahannya, penggunaan insektisida kimia yang terus menerus mempunyai dampak yang buruk terhadap ekosistem lingkungan maupun kesehatan manusia. Arif (2015) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa insektisida kimia dapat menimbulkan pencemaran air, tanah, dan udara, sehingga dapat mengganggu sistem kehidupan organisme lain yang berada di area tersebut.

Penggunaan insektisida kimia juga berdampak buruk bagi kesehatan petani maupun konsumen akibat mengkonsumsi produk yang mengandung residu. Insektisida yang digunakan dengan cara spraying dapat masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi, dermal, dan digesti. Hal ini dapat terjadi pada saat pemindahan, pencampuran, penyemprotan, pencucian serta penyimpanan pestisida (Yuantari *et al.*, 2015). Penelitian Adriyani (2006) menyebutkan bahwa pestisida yang masuk ke dalam tubuh mengakibatkan terjadinya bioakumulasi dan biomagnifikasi melalui rantai makanan. Manusia merupakan puncak dari rantai makanan sehingga dapat memperoleh efek biomagnifikasi yang paling besar. Dampak ini ditimbulkan oleh pestisida golongan organoklorin. Keracunan insektisida kimia juga sering terjadi pada pekerja dengan insektisida kimia.

Penggunaan insektisida kimia harus dibatasi, mengingat besarnya bahaya yang ditimbulkan. Sejalan dengan kebijakan pemerintah tentang sistem pertanian organik yang diatur dalam SNI nomor 6729 (BSN, 2016), penggunaan insektisida kimia sudah saatnya diganti dengan menggunakan bahan-bahan dari alam.

Apabila menggunakan produk insektisida yang beredar di pasaran, maka produk tersebut harus sudah disertifikasi organik sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Salah satu alternatif yang potensial dikembangkan sekaligus dapat mengurangi penggunaan insektisida berbahan kimia adalah dengan menggunakan bioinsektisida (insektisida nabati). Menurut Hikal *et al.* (2017), komponen aktif dalam tanaman dapat menekan serangga dengan berbagai cara yaitu sebagai penolak (*repellent*), penarik (*attractant*), anti makan (*antifeedant*), dan pembunuh hama. Senyawa seperti saponin, alkaloid, flavonoid, triterpenoid, dan glikosida dapat memberikan efek kematian terhadap kutu beras *S. oryzae* L. (Guswenrivo, 2013).

Beberapa famili tumbuhan yang berpotensi sebagai sumber bioinsektisida adalah Meliaceae, Annonaceae, Piperaceae, Verbenaceae, Asteraceae, dan Zingiberaceae (Hendrival, 2017). Tanaman kapulaga (*Amomum cardamomum* Willd.) dan lempuyang (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith) termasuk dalam famili Zingiberaceae. Tanaman kapulaga dan lempuyang umumnya dibudidayakan atau menjadi tanaman sela antara tanaman keras. Bagian batang dan daun dari tanaman Zingiberaceae umumnya mempunyai aroma yang khas yang mirip dengan rimpang atau buahnya, karena juga mengandung minyak atsiri di dalamnya (Hartati *et al.*, 2014).

Penelitian Sari *et al.* (2014) menjelaskan bahwa dalam buah dan daun kapulaga memiliki kandungan minyak atsiri. Hasil penelitian selanjutnya (Batubara *et al.*, 2016) menyebutkan bahwa daun kapulaga mengandung minyak atsiri hingga 3,15%. Selain minyak atsiri, hasil uji fitokimia yang dilakukan oleh

Afrina *et al.* (2016) menunjukkan bahwa buah kapulaga juga mengandung alkaloid, saponin, tannin, polifenol, flavonoid, kuinon, steroid, dan triterpenoid.

Lempuyang telah lama dikenal di Indonesia sebagai bahan baku obat tradisional. Kandungan senyawa yang terdapat di dalamnya, dapat bersifat insektisidal bagi kutu beras. Salah satu contohnya adalah minyak atsiri yang terdapat di dalam rimpang lempuyang mengandung  $\alpha$ -pinene dan  $\beta$ -caryophyllene yang bersifat toksik yang dapat digunakan sebagai insektisida dan anti makan pada *S. oryzae* (Chaubey, 2012). Hasil penelitian Wahyuni *et al.* (2013), rimpang lempuyang mengandung senyawa Zerumbone lebih dari 40%.

Bagian dari tanaman kapulaga yang sering dimanfaatkan adalah buahnya, sedangkan lempuyang adalah rimpangnya. Nilai jual dari buah dan rimpang lempuyang tanaman tersebut cukup tinggi, sehingga kurang ekonomis jika digunakan sebagai insektisida nabati. Dalam masa panen baik kapulaga maupun lempuyang, bagian tanaman seperti batang dan daun seringkali hanya dibuang begitu saja, jarang dimanfaatkan. Bagian batang dan daun (limbah) dari tanaman tersebut diketahui mengandung komponen yang sama dengan rimpang dan buahnya (senyawa bersifat insektisidal), walaupun dalam kadar yang rendah.

Berdasarkan uraian tersebut, limbah tanaman kapulaga dan lempuyang diharapkan dapat digunakan sebagai sumber bioinsektisida potensial dan murah dengan memanfaatkan senyawa-senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya. Penelitian ini dilakukan untuk menguji kemampuan ekstrak limbah tanaman kapulaga dan lempuyang sebagai pengendali kutu beras. Pengendalian kutu beras tidak hanya digunakan di dalam gudang penyimpanan, namun juga dapat diaplikasikan pada toko-toko maupun pasar yang menjual beras. Aspek



yang diamati adalah respon penolakan kutu beras terhadap ekstrak limbah kapulaga dan lempuyang.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini, adalah:

1. Senyawa aktif (senyawa metabolit sekunder) apa saja yang terkandung dalam ekstrak limbah tanaman kapulaga dan lempuyang?
2. Apakah kutu beras memberikan respon penolakan terhadap ekstrak limbah kapulaga dan lempuyang?
3. Apakah perbedaan sumber ekstrak dan konsentrasi ekstrak berpengaruh terhadap persentase penolakan oleh kutu beras?
4. Berapakah konsentrasi ekstrak yang paling optimum dalam memberikan respon penolakan terhadap kutu beras?

## 1.3 Penegasan Istilah

1. Respon Penolakan Kutu Beras

Respon penolakan (*Repellency*) merupakan salah satu cara serangga dalam merespon adanya senyawa-senyawa yang bersifat *Repellent* (pengusir) bagi serangga, seperti senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman. Respon penolakan kutu beras dalam penelitian ini diukur berdasarkan nilai IP (Indeks Preferensi) yang ditunjukkan dengan angka negatif (Chaubey, 2018), serta persentase penolakan (PR).

## 2. Limbah Kapulaga dan Lempuyang

Limbah merupakan sesuatu yang tidak terpakai dan tidak memiliki nilai ekonomi. Limbah yang dimaksud dari penelitian ini adalah bagian yang sudah tidak terpakai setelah proses panen, seperti daun dan batang dari tanaman kapulaga (*Amomum cardamomum* Willd.) dan lempuyang (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith). Limbah tersebut diperoleh dari rumah herbal Temukencono, Sumurjurang, Gunungpati. Saat musim panen tiba, sebagian besar yang digunakan adalah rimpang tanaman lempuyang, sedangkan untuk kapulaga biasanya dimanfaatkan buahnya. Sehingga, dalam penelitian ini hanya digunakan sisa-sisa dari tanaman tersebut setelah pemanenan. Limbah lempuyang yang digunakan adalah jenis lempuyang gajah.

## 3. Ekstrak Limbah

Ekstrak limbah merupakan zat yang dihasilkan dari proses ekstraksi limbah tanaman kapulaga dan lempuyang. Sumber insektisidal yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandungan senyawa aktif yang terdapat di dalam limbah kapulaga dan lempuyang yang telah diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96%.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis senyawa yang bersifat insektisidal (senyawa metabolit sekunder) yang terdapat di dalam ekstrak limbah kapulaga dan lempuyang.
2. Menganalisis respon penolakan kutu beras terhadap ekstrak limbah kapulaga dan lempuyang.

3. Menganalisis pengaruh perbedaan sumber ekstrak dan konsentrasi ekstrak terhadap respon penolakan kutu beras.
4. Menganalisis konsentrasi ekstrak yang paling optimum dalam memberikan respon penolakan terhadap kutu beras.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai kebermanfaatan limbah (sisa pascapanen) kapulaga dan lempuyang sebagai pestisida nabati bagi hama kutu beras.

2. Bagi Peneliti

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan oleh peneliti lain sebagai kajian selanjutnya dalam pengembangan bioinsektisida berbasis limbah dari famili Zingiberaceae.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Produksi Beras (*Oryza sativa* L.)**

Beras (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas utama sekaligus merupakan makanan pokok bangsa Indonesia. Upaya peningkatan produksi padi harus terus dilakukan meski upaya yang harus dilakukan semakin berat dan kompleks karena selain dihadapkan pada masalah internal yang klasik juga dihadapkan dengan berbagai macam isu global dan perubahan lingkungan yang semakin buruk (Chintia *et al.*, 2017). Menurut Yama *et al.* (2018), berdasarkan hasil penelitiannya tentang pelaksanaan program Peningkatan Produksi Beras Nasional (P2BN) sebagai inovasi dalam membangun pertanian tangguh dengan memasyarakatkan teknologi, berjalan dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan tingkat partisipan petani dalam program P2BN termasuk dalam kategori sedang, dan terdapat hubungan nyata antara pengetahuan terhadap program P2BN dan dukungan social dengan partisipasi petani dalam pelaksanaan program P2BN.

Konsumsi beras di Indonesia lebih tinggi daripada produksi beras. Besarnya konsumsi beras di Indonesia disebabkan oleh tingginya jumlah penduduk di Indonesia. Tingginya konsumsi beras di Indonesia menyebabkan impor beras tidak bisa dihentikan, sehingga sampai saat ini Indonesia masih mengimpor beras dari negara luar (Fitri, 2018). Besarnya konsumsi beras di masyarakat menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara importir beras yang cukup besar di Asia Tenggara. Tahun 2015, jumlah konsumsi beras Indonesia

mengalami penurunan dan pada saat yang sama produksi beras meningkat. Alhasil, neraca beras mencatat surplus.

Tahun 2014, Indonesia memasuki urutan ketiga sebagai negara dengan lahan penghasil padi nomor 3 dunia. Selama 53 tahun (1961-2014) Indonesia mengalami peningkatan sebesar 101%. Konsumsi beras per kapita di Indonesia mengalami peningkatan sekitar 59.5% (Maraseni *et al.*, 2017). Menurut He *et al.* (2017), sistem padi organik memiliki potensi yang lebih direkomendasikan sebagai praktik pertanian berkelanjutan dibandingkan dengan praktik konvensional. Keberhasilan dalam pengelolaan beras tak lepas dari cara penyimpanan dan pengolahan beras pascapanen. Penyimpanan pasca panen padi merupakan salah satu hal yang penting untuk memastikan hasil panen disimpan dengan cara yang baik.

Faktor lingkungan (suhu) dapat berpengaruh pada kualitas beras yang disimpan. Menurut (Saputra *et al.*, 2018), perlu dilakukan penyimpanan pada tempat yang suhu dan kelembabannya dapat dikendalikan. Selain itu, perlu dilakukan teknik *first in first out* untuk menghindari kerusakan produk akibat terlalu lama disimpan. Hasil penelitian Hasan *et al.* (2017) membuktikan bahwa beras yang disimpan pada suhu panas antara 70-100°C dapat mempengaruhi sifat fisik dari beras, yaitu beras berwarna lebih gelap. Hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas beras secara keseluruhan. Manajemen strategi penyimpanan juga berperan langsung terhadap keberhasilan dalam meminimalisir infestasi hama gudang pada penyimpanan beras (Naik *et al.*, 2016).

Aisyah *et al.* (2016) menjelaskan bahwa penggunaan *dry ice* tidak berpengaruh terhadap kualitas beras, seperti bau, rasa dan warna beras.

Penggunaan dosis *dry ice* sebesar 10 g/beras 5 kg dengan pembungkus *dry ice* kain keras dan tisu keras lebih efektif dalam mengendalikan *S. oryzae* L. dengan nilai mortalitas mencapai 90,83%. Penggunaan perlakuan *dry ice* dengan dosis dan pembungkus yang berbeda tidak berpengaruh terhadap populasi imago dan larva akhir hama. Hendrival *et al.* (2018) menyatakan bahwa median waktu perkembangan *S. oryzae* L. yang lama menunjukkan bahwa beras tersebut tergolong tahan terhadap serangan hama tersebut, sedangkan F1 *S. oryzae* L. yang semakin banyak menunjukkan bahwa beras tersebut tergolong rentan terhadap serangan *S. oryzae* L.. Kandungan protein dan kadar air dari beras memiliki korelasi positif terhadap populasi imago *S. oryzae* L., persentase beras berlubang, dan persentase bubuk beras.

Serangan dari *S. oryzae* L. mengakibatkan perubahan bagi beras. Perubahan tersebut meliputi perubahan struktur, warna, aroma, kandungan gizi, susut bobot, susut mutu dan rasa pada beras. Pengaruh tersebut dapat menurunkan minat konsumen untuk membeli beras, sehingga harga jual beras dapat menurun (Wulandari *et al.*, 2014). Menurut Antika *et al.* (2014), jenis pakan atau media yang berbeda mempengaruhi mortalitas dan periode perkembangan dari imago *S. oryzae* L.

## **2.2 Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L.)**

### **2.2.1 Klasifikasi dan Siklus Hidup Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L.)**

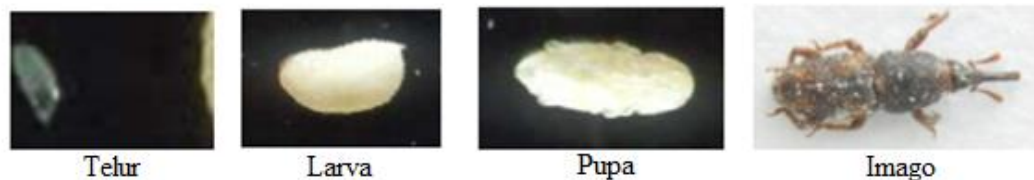
Serangga merupakan spesies terbesar yang ada di dunia (Famili: Curculionidae), hampir sekitar 75% makhluk hidup di bumi adalah golongan serangga. Ada serangga yang menguntungkan, akan tetapi lebih banyak serangga

yang merugikan. Salah satu serangga hama adalah *S. oryzae* L. yang menyerang hasil panen yang telah disimpan di gudang (hama gudang).

Klasifikasi kutu beras menurut Ress (1996) adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Animalia  
 Filum : Arthropoda  
 Kelas : Insecta  
 Ordo : Coleoptera  
 Famili : Curculionidae  
 Genus : *Sitophilus*  
 Spesies : *Sitophilus oryzae* Linnaeus.

Manueke *et al.* (2015) menyebutkan bahwa serangga *S. oryzae* L. merupakan kelompok serangga yang bermetamorfosis secara sempurna (holometabola). Perkembangan serangga ini ada empat tahap yaitu telur, larva, pupa, dan imago. Berdasarkan penelitian Karakas *et al.* (2016), siklus hidup *S. oryzae* L. dari telur sampai imago membutuhkan waktu  $\pm$  30-40 hari pembiakan, akan tetapi ketika suhu terlalu dingin akan membutuhkan waktu yang lebih lama. Kutu beras dewasa dapat hidup sampai 8 bulan dan dapat menghasilkan sampai 4 keturunan.



Gambar 2.1 Perkembangan *S. oryzae* L. (Perbesaran 15x)  
 Sumber: Manueke *et al.*, 2015

Berbeda dengan *Sitophilus zeamais*, masa perkembangan *S. oryzae* L. cenderung lebih singkat. Masa *prematuring* pada *S. oryzae* L. relatif lebih tinggi daripada *S. zeamais*, akan tetapi, pada masa kawin, frekuensi perkawinan, tingkat fekunditas per hari dan per seumur hidupnya lebih tinggi pada *S. zeamais* (Devi *et al.*, 2017). Siklus hidup *S. zeamais* lebih lama daripada *S. oryzae* L.. Lamanya siklus hidup *S. zeamais* dibandingkan dengan *S. oryzae* L. disebabkan oleh ukuran tubuh *S. zeamais* yang lebih besar daripada *S. oryzae* L. (Manueke *et al.*, 2015). Kecepatan pertumbuhan populasi *S. oryzae* L. cukup tinggi. Satu imago *S. oryzae* L. dapat menghasilkan keturunan sekitar 33 ekor kutu beras betina atau 59 ekor jantan dan betina pada generasi yang selanjutnya (Manueke *et al.*, 2012).

Menurut Hasan *et al.* (2017), suhu sekitar 30°C - 35°C merupakan suhu yang paling ideal dalam perkembangbiakan *S. oryzae* L.. Pada suhu tersebut, perkembangan *S. oryzae* L. tergolong singkat, sehingga pertumbuhan populasinya lebih besar. Hasil penelitian Athanassiou *et al.* (2014) menunjukkan bahwa pada suhu 20°C dan dosis DE (*Deatomaceous earths*) <500 ppm, mortalitas *S. oryzae* L. lebih tinggi pada RH 75% daripada 55%. Secara keseluruhan, mortalitas tidak berbeda secara signifikan pada suhu 30°C dan RH 55%.

#### a. Telur

Masa perkembangan telur *S. oryzae* L. menurut Akhter *et al.* (2017) adalah selama  $\pm 5.7$  hari. Telur di letakkan pada beras dengan cara melubangi beras dengan menggunakan rostrum dari induk/imago *S. oryzae* L.. Panjang telur *S. oryzae* L. sekitar 0.36 mm (Devi *et al.*, 2017). Normalnya, *S. oryzae* L. betina akan menyimpan satu telur dalam satu butir beras, akan tetapi ada juga yang



menyimpan 2 telur dalam satu butir beras (Swamy *et al.*, 2014). Harapan hidup bagi telur lebih tinggi daripada larva dan pupa menurut Manueke *et al.* (2012), yaitu dengan nilai  $e_x = 1.65$ . Hal tersebut dikarenakan pada saat stadium telur, telur masih berada di dalam beras dan masih dilindungi oleh cangkang telur, sehingga belum terkena kontaminasi dari lingkungan luar.

b. Larva

Hasil penelitian Singh (2017) menunjukkan bahwa stadium larva *S. oryzae* L. berlangsung selama  $\pm 21-27$  hari. Terdapat 4 tahap dalam stadium ini yaitu larva instar pertama, kedua, ketiga, dan keempat. Masing-masing instar memiliki ukuran yang berbeda-beda. Pada instar pertama, panjangnya sekitar 0.84 mm ( $\pm 5$  hari), instar kedua 1.04 mm ( $\pm 5.7$  hari), instar ketiga 1.12 mm ( $\pm 6.5$  hari), dan instar keempat 1.86 mm ( $\pm 7$  hari) (Devi *et al.*, 2017).

Pada larva instar pertama, setelah penetasan larva bertahan hidup dengan memakan pati yang terdapat pada butir beras. Terdapat peningkatan pada instar kedua, yaitu larva terlihat lebih bulat dan berisi. Instar ketiga, ukuran larva meningkat nyata daripada instar pertama dan kedua, larva tetap berada dalam biji beras dengan posisi melengkung. Larva instar keempat kurang lebih sama dengan instar ketiga, hanya ukurannya yang berbeda. Larva pada tahap ini cukup aktif, tetapi masih berada di dalam biji dengan posisi melengkung (Swamy *et al.*, 2014). Larva sangat rentan terhadap lingkungan luar, karena sudah tidak terlindungi oleh cangkang seperti pada tahap telur. Karena sudah beraktivitas mencari makan, maka larva juga rentan terkena serangan dari musuh alaminya ataupun karena faktor iklim (Manueke *et al.*, 2015).

c. Pupa

Menurut Naik *et al.* (2016), stadium pupa berlangsung selama  $\pm 7$  hari. Tahap pupa sudah mengalami perombakan pada tubuh (perubahan fisiologis), seperti pembentukan organ-organ tubuh yang lengkap sebagai serangga, sehingga membutuhkan energi yang besar (Manueke *et al.*, 2012). Hasan *et al.* (2017) menjelaskan, tidak ada larva yang bisa berubah menjadi pupa pada suhu ekstrim. Jadi, hasilnya menunjukkan bahwa pertumbuhan dibatasi pada kedua suhu ekstrim (dingin dan panas), sementara perkembangan maksimum terjadi pada suhu 35°C.

d. Imago

Awal memasuki masa dewasa, warna *S. oryzae* L. cenderung coklat kemerahan. Semakin dewasa, warnanya semakin hitam. Imago jantan mempunyai rostrum yang pendek, tebal, dan kuat, sedangkan pada betina lebih panjang, halus ramping, lebih bersinar, dan sedikit melengkung (Swamy *et al.*, 2014). Panjang imago jantan  $\pm 3$  mm dengan lebar  $\pm 0.92$  mm, sedangkan panjang imago betina  $\pm 3.37$  mm dan lebar 1.01 mm (Devi *et al.*, 2017). Pada kutu beras, antara imago jantan dan betina lebih besar imago betina. Tanpa adanya makanan, *S. oryzae* L. betina mampu bertahan hidup selama 8 sampai 16 hari, sedangkan imago jantan hanya dapat bertahan hidup selama 6 sampai 11 hari. Jika terdapat makanan, *S. oryzae* L. betina dapat bertahan hidup selama 86 sampai 122 hari, sedangkan imago jantan dapat bertahan hidup selama 72 sampai 117 hari (Swamy *et al.*, 2014).

### 2.2.2 Anatomi dan Fisiologi Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L.)

Salah satu sifat-sifat yang jelas dari Ordo Coleoptera adalah struktur sayapnya. Kebanyakan kumbang mempunyai empat sayap, dengan pasangan

sayap depan menebal, seperti kulit, keras dan rapuh, dan biasanya bertemu dalam satu garis lurus di bawah tengah punggung dan menutupi sayap-sayap belakang (Hidayat *et al.*, 2004). Sayap belakang berselaput tipis dan biasanya lebih panjang daripada sayap depan, dan apabila dalam keadaan istirahat, biasanya sayap belakang terlipat di bawah sayap depan. Sayap depan disebut dengan elytra yang pada umumnya hanya bertindak sebagai pelindung, sedangkan sayap belakang yang digunakan untuk terbang (Borror *et al.*, 1992).

Secara umum bentuk tubuh serangga agak memanjang dan silindris serta bilateral simetris, artinya sisi kanan dan kiri tubuh serupa. Tubuh beruas-ruas dan ruas-ruas tersebut dapat dikelompokkan menjadi tiga daerah yaitu kepala, dada (toraks), dan perut (abdomen) (Hidayat *et al.*, 2004). Kepala serangga terdiri dari satu rentetan ruas-ruas metamer tubuh yang berfungsi sebagai pengumpul makanan, menerima sensoris, dan perpaduan syaraf. Ciri-ciri kepala pada famili Curculionidae yaitu kepalanya agak memanjang ke depan menjadi sebuah moncong, ukuran mulut menyusut dan terletak pada ujung moncong, dan biasanya terdapat sungut dibagian sisi-sisinya. Bagian toraks memiliki ciri-ciri utama yang jelas yaitu adanya sutura. Toraks merupakan tagma lokomotor tubuh, tempat melekatnya tungkai dan sayap. Toraks terdiri dari tiga ruas yaitu bagian anterior protoraks, mesotoraks, dan bagian posterior metatoraks. Dibandingkan dengan kepala ataupun toraks, struktur abdomen pada serangga pada umumnya lebih sederhana. Pada umumnya, abdomen serangga terbentuk dari 11 metamer, tiap metamer secara khas memiliki satu sklerit dorsal, tergum, satu sklerit ventral, stenum, dan satu selaput daerah lateral, pleuron (Borror *et al.*, 1992).

## 1. Saluran pencernaan

Saluran pencernaan pada serangga dibedakan menjadi tiga daerah pokok yaitu, usus depan (stomodeum), usus tengah (mesenteron), dan usus belakang (proctodaeum). Kedua usus depan dan belakang berasal dari jaringan ektoderm dan dilapisi sebelah dalamnya oleh satu lapisan tipis kutikula yang disebut intima. Kutikula ini terkelupas pada setiap ganti kulit bersama-sama dengan bagian luar eksoskeleton (Borror *et al.*, 1992). Mekanismenya yaitu, makanan dikunyah oleh mandibula dan maksila dan dilumatkan oleh enzim yang di keluarkan bersama air liur (saliva) yang berasal dari kelenjar labium. Setelah makanan berbentuk bolus, makanan ditelan melalui faring dan esofagus dengan bantuan kontraksi otot peristaltik. Daerah posterior stomodeum terdapat tembolok (crop) dan proventrikulus. Pada ujung posteriornya terdapat katup stomodeum yang berfungsi sebagai pengatur jalannya makanan antara stomodeum dan mesenteron. Makanan dari proventrikulus kemudian masuk mesenteron yaitu ventrikulus. Makanan yang sudah dicerna diabsorpsi oleh ventrikulus, selanjutnya sisa makanan masuk ke proktodeum melalui katup pylorus yang membuka dan makanan bergerak posterior masuk ke intestinum. Pada daerah intestinum terjadi penyerapan air dan garam-garam mineral yang tersisa. Makanan yang sudah mengalami penyerapan air akan membentuk kotoran yang kental kemudian di keluarkan melalui anus (Hidayat *et al.*, 2004).

## 2. Sistem ekskresi

Sistem ekskresi primer seekor serangga terdiri dari sekelompok saluran bergeronggang yaitu buluh-buluh malphigi yang timbul sebagai penyembulan keluar pada ujung anterior usus belakang. Jumlah buluh-buluh ini bervariasi,

mulai dari satu hingga ratusan dan ujung-ujung bebas disalnya tertutup. Fungsi dari buluh-buluh ini adalah mengambil sisa-sisa nitrogen dan mengaturnya Bersama-sama dengan usus belakang, keseimbangan air dan berbagai garam-garam dalam hemolimfe (Borror *et al.*, 1992). Pembuluh ini terbuka pada bagian usus halus, dimana bagian air dan garam diolah dan hasil sisa metabolisme tersebut yaitu kristal asam urat dikeluarkan Bersama feses melalui anus. Asam urat merupakan senyawa nitrogen yang relatif tidak beracun dan tidak larut dalam air. Adakalanya asam urat ini bergabung dengan jaringan dan rangka luar dari serangga tertentu (Hidayat *et al.*, 2004).

### 3. Sistem peredaran darah

Fungsi utama darah atau hemolimfe adalah transportasi material, seperti zat-zat makanan, hormon, produk sisa dan sebagainya. Dalam banyak hal, darah memainkan peran yang relatif kecil dalam transport oksigen dan karbondioksida. Sistem peredaran darah seekor serangga adalah sistem peredaran darah terbuka. Saluran darah yang utama terletak dorsal terhadap saluran makanan dan meluas melalui toraks dan abdomen (Borror *et al.*, 1992). Darah masuk ke ruangan jantung melalui ostia berklep. Kemudian jantung bagian posterior memompa darah dengan bantuan kontraksi peristaltik menuju ke daerah anterior, yaitu kepala, otak, dan aorta dorsalis. Setelah dari aorta darah mengalir di sepanjang saluran pencernaan sambil membawa sari-sari makanan untuk disebarkan ke seluruh tubuh. Selanjutnya darah akan mengalir ke arah dorsal yaitu menuju bagian dorsal diafragma dan akhirnya kembali ke jantung melalui ostia. Sebagian darah ada yang mengalir ke organ embelin dan sayap (Hidayat *et al.*, 2004).

#### 4. Sistem pernafasan

Serangga mempunyai tabung trakea yang memanjang dan terletak di bagian dalam abdomen. Saluran trakea berfungsi untuk menghantarkan udara yang mengandung oksigen dari luar tubuh ke bagian dalam tubuh. Sistem ini disebut dengan sistem trakea (Hidayat *et al.*, 2004). Sistem trakea merupakan suatu sistem saluran kutikula yang dari luar bermuara pada spirakel-spirakel dan pada bagian dalam bercabang dan meluas ke seluruh tubuh. Pada serangga yang mempunyai sistem trakea terbuka, udara masuk tubuh melalui spirakel kemudian lewat melalui trakea ke trakeol, dan kemudian oksigen masuk melalui sel-sel tubuh dengan difusi. Karbondioksida meninggalkan tubuh dengan cara yang sama (Borror *et al.*, 1992).

#### 5. Organ-organ perasa

Seekor serangga menerima informasi mengenai sekitarnya melalui organ-organ perasanya. Organ-organ ini terutama terletak di dalam dinding tubuh, dan kebanyakan ukurannya mikroskopik. Organ-organ tersebut biasanya terangsang hanya oleh stimulus yang khusus. Serangga mempunyai organ-organ perasa yang peka terhadap stimuli kimiawi, mekanis, pendengaran dan penglihatan, dan mungkin juga stimuli seperti kelembaban relatif dan suhu (Borror *et al.*, 1992).

### **2.3 Bioinsektisida**

Menurut Syakir (2012) bioinsektisida merupakan insektisida yang berasal dari tumbuhan, sedangkan arti dari insektisida itu sendiri merupakan bahan yang dapat digunakan untuk mengendalikan populasi serangga pengganggu. Bioinsektisida tidak meninggalkan residu yang berbahaya bagi tanaman maupun lingkungan sekitar (bersifat Bio-degradable), serta dapat dibuat dengan mudah

menggunakan bahan yang murah dan peralatan yang sederhana. Bioinsektisida tidak hanya mengandung satu jenis bahan aktif (*single active ingredient*), tetapi beberapa jenis bahan aktif (*multiple active ingredient*) (Kardinan, 2011). Cara kerja bioinsektisida sangat spesifik seperti merusak perkembangan serangga (telur - larva – pupa), menghambat pergantian kulit serangga, mengganggu komunikasi serangga, menyebabkan serangga menolak makan, menghambat reproduksi serangga betina, mengurangi nafsu makan, memblokir kemampuan makan serangga, mengusir serangga (*repellent*), menghambat perkembangan patogen penyakit dan mematikan serangga (insektisida) (Suryaningsih *et al.*, 2017).

Bioinsektisida memiliki kemampuan dalam mematikan serangga dan keefektifan dari bioinsektisida tersebut dilihat dari jumlah total persentase mortalitas sama atau melebihi yang diinvestasikan (Isnaini *et al.*, 2015). Selain efek toksik yang dapat mematikan serangga, bioinsektisida juga memiliki efek repelen (daya tolak) dan atraktan (daya tarik) (Jayakumar *et al.*, 2017).

Senyawa fitokimia merupakan senyawa golongan metabolit sekunder dalam tumbuhan yang memiliki fungsi tertentu bagi manusia (Sani *et al.*, 2014). Senyawa yang dikenal terlibat interaksi antara hewan dan tumbuhan ialah alkaloid, sianogen, steroid, dan minyak atsiri (Harborne, 1984). Selain senyawa tersebut, Santi *et al.* (2008) menyebutkan bahwa senyawa tannin, saponin, triterpenoid, dan flavonoid juga termasuk dalam senyawa aktif fitokimia.

Senyawa bioaktif seperti saponin, tanin, kuinon dan steroid bekerja sebagai zat toksik yang dapat masuk melalui dinding tubuh larva dan melalui mulut karena larva biasanya mengambil makanan dari tempat hidupnya (Yunita *et al.*, 2009). Senyawa-senyawa tersebut memiliki kemampuan atau potensi dalam

membunuh serangga hama (Isnaini *et al.*, 2015). Hasil penelitian El-Salam (2010) memaparkan bahwa minyak esensial dapat mematikan serangga (kutu beras) hingga 90%.

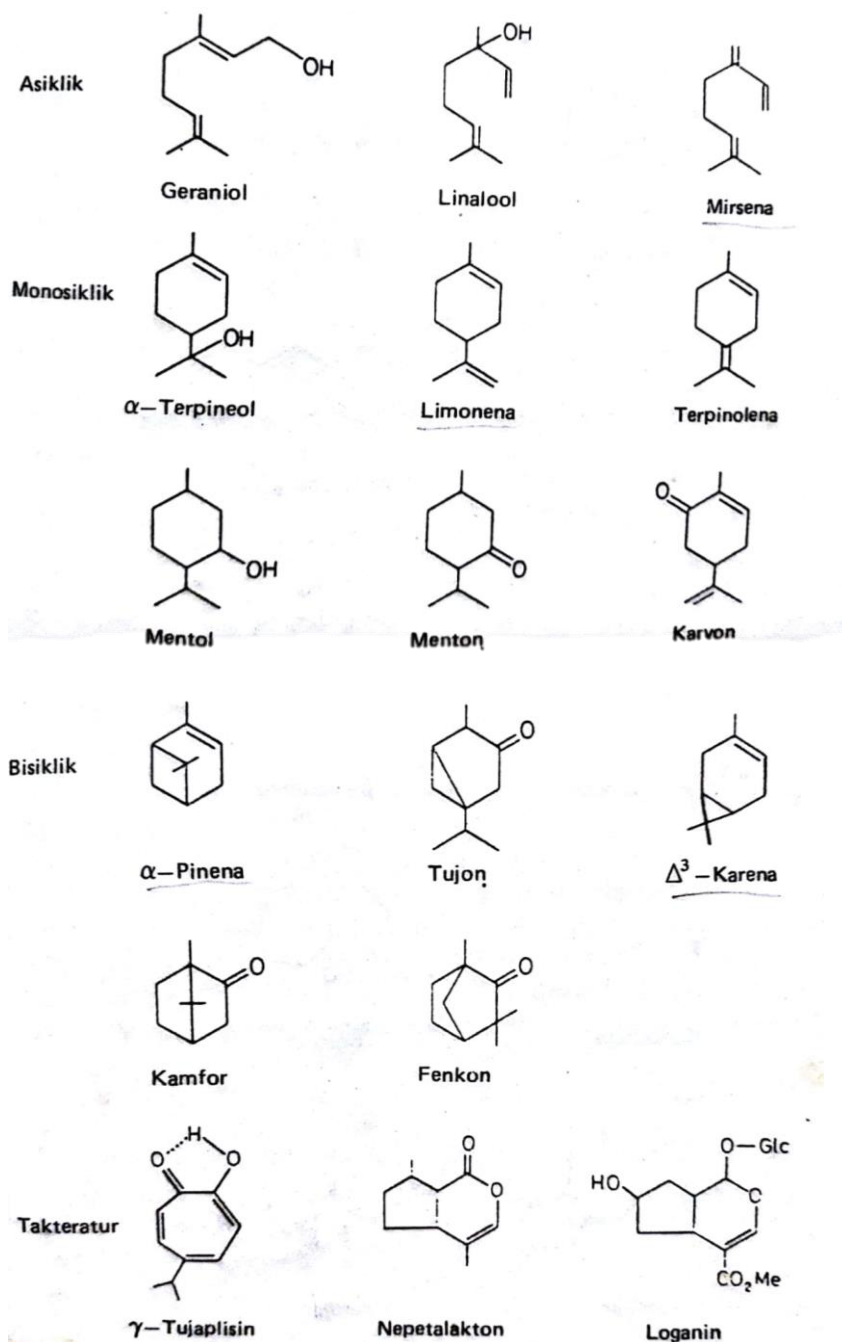
### **2.3.1 Senyawa Fitokimia**

#### **a. Minyak Atsiri**

Menurut Khan *et al.* (2018), minyak atsiri berperan dalam efek penolakan pada kutu beras (*T. castaneum*). Hal serupa disampaikan pula oleh Abdellaoui *et al.* (2017) akan tetapi, selain sebagai repelensi, minyak atsiri juga bersifat toksik terhadap hama beras. Minyak atsiri memiliki efek insektisida tergantung dosis yang diberikan sementara dosis sub-lethal hanya berpengaruh terhadap penolakan serangga dewasa, selain itu juga mengurangi viabilitas oviposisi telur dengan peningkatan dosis.

Secara kimia, terpena minyak atsiri dapat dipilah menjadi dua golongan, yaitu monoterpena dan seskuiterpena, berupa isoprenoid C<sub>10</sub> dan C<sub>15</sub>. Pertama-tama, monoterpena dapat dipilah lebih lanjut menjadi tiga golongan, bergantung pada apakah struktur kimianya asiklik (misalnya geraniol), monosiklik (misalnya limonene), atau bisiklik (misalnya  $\alpha$  dan  $\beta$  pinena). Senyawa tersebut yang sering dijumpai pada tanaman (Harborne, 1984).





Gambar 2.2 Rumus kimia monoterpene  
Sumber: Harborne, 1984

## b. Alkaloid

Menurut Siahaya & Rumthe (2014), senyawa alkaloid merupakan senyawa toksik yang dapat merusak jaringan syaraf, sehingga dapat menghambat siklus hidup serangga. Alkaloid merupakan senyawa polar, sehingga larut dalam etanol.

Hasil penelitian Marwoko *et al.* (2013), menunjukkan bahwa etanol bersifat sangat sitotoksik dan alkaloid bersifat sitotoksik.

c. Flavonoid

Redha A (2010) menjelaskan bahwa flavonoid bersifat antioksidan. Selain sebagai antioksidan, menurut Hidayati *et al.* (2008) flavonoid juga berperan dalam antiinflamasi. Perera *et al.*, (2017) menyebutkan bahwa senyawa flavonoid memiliki kemampuan toksik bagi serangga. Meskipun mempunyai kandungan fenol yang besar, akan tetapi senyawa tersebut memiliki tingkat signifikansi yang kecil terhadap penolakan karena kurangnya volatilitas. Flavonoid memberikan efek negatif bagi serangga dengan menurunkan tingkat fertilitas dan memperpendek masa hidup serangga.

d. Saponin

Saponin terakumulasi dalam dinding sel dan vakuola. Adanya saponin pada tumbuhan ditunjukkan dengan terbentuknya busa pada saat ekstraksi atau pemekatan ekstrak tumbuhan (Hidayati *et al.*, 2008). Saponin memiliki potensi insektisida yang jelas, senyawa tersebut memiliki respon yang kuat dan cepat terhadap berbagai serangga hama yang berbeda dari neurotoksisitas yang meliputi peningkatan tingkat kematian, keterbelakangan dalam perkembangan dan penurunan reproduksi (Perera *et al.*, 2017).

e. Tannin

Tanin adalah inhibitor protease yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup serangga. Senyawa tanin menonaktifkan enzim pencernaan dan membentuk kompleks protein tannin yang tidak mudah terdegradasi (Perera *et al.*, 2017).

f. Triterpenoid dan Steroid

Senyawa triterpenoid dan steroid mempunyai sifat insektisida terhadap kutu jagung (Perera *et al.*, 2017). Triterpenoid dipercaya dengan adanya aktivitas larvasida pada nyamuk. Mortalitas yang terjadi akibat adanya kandungan terpenoid dan triterpenoid yang mana di dalamnya terdapat senyawa hidrokarbon yang dapat menghambat perkembangan serangga (Hemalatha *et al.*, 2015).

### 2.3.2 Kapulaga (*Amomum cardamomum* Willd.)

Tanaman kapulaga berdaun herba dengan rimpang gemuk dengan ketinggian 4-6 kaki. Perbungaannya runcing dengan bunga putih dan kapsul buah. Kapsul berwarna hijau ketika belum matang dan oranye coklat saat dewasa. Bijinya berbentuk poligonal tidak beraturan, berdiameter 4 mm dengan aril putih (Das *et al.*, 2018). Hasil penelitian Sudomo dan Wuri (2013) menunjukkan bahwa kapulaga dapat tumbuh baik pada ketinggian 630-703 m dpl, pada curah hujan 2.000-2.500 mm/tahun dan suhu 24- 28,76 °C. Kapulaga dapat tumbuh pada lahan datar sampai lereng sampai kemiringan 50%.

Kapulaga merupakan tanaman asli Indonesia yang biasa digunakan sebagai obat. Seluruh bagian tumbuhan, terutama akar dan buah dapat digunakan untuk pengobatan penyakit serta bahan campuran obat. Beberapa bahan kimia yang terkandung dalam tanaman kapulaga antara lain minyak sineol, terpineol dan alfaborneol, beta-kamper, protein, gula, lemak, serta silikat (Hariana, 2013). Hasil uji fitokimia Sukandar *et al.* (2015), ekstrak biji kapulaga mengandung senyawa golongan fenol, tannin, dan terpenoid. Selain itu, senyawa flavonoid pada daun kapulaga juga mengandung vitamin C (Winarsi *et al.*, 2013).



Gambar 2.3 Tanaman kapulaga (*Amomum cardamomum* Willd.)

Sumber: Hariana, 2013

### 2.3.3 Lempuyang (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith)

Tanaman lempuyang merupakan habitus semak semusim yang tingginya kurang lebih 1 meter. Lempuyang memiliki bentuk batang tegak, semu dan berimpang. Di dataran rendah setiap rumpun dapat menghasilkan sekitar 14 anakan, sedangkan di dataran tinggi hanya 5 anakan. Jumlah daun mencapai 14 helai (Ulung, 2014). Rimpang lempuyang memiliki bentuk yang tidak beraturan, bercabang dengan nodus dan ruas. Panjang daun 6-12 cm dan lebar 1.5-2.5 cm. permukaan luar rimpang berwarna abu-abu tetapi dalamnya berwarna kuning dengan aroma pahit dan harum yang khas (Das *et al.*, 2018).

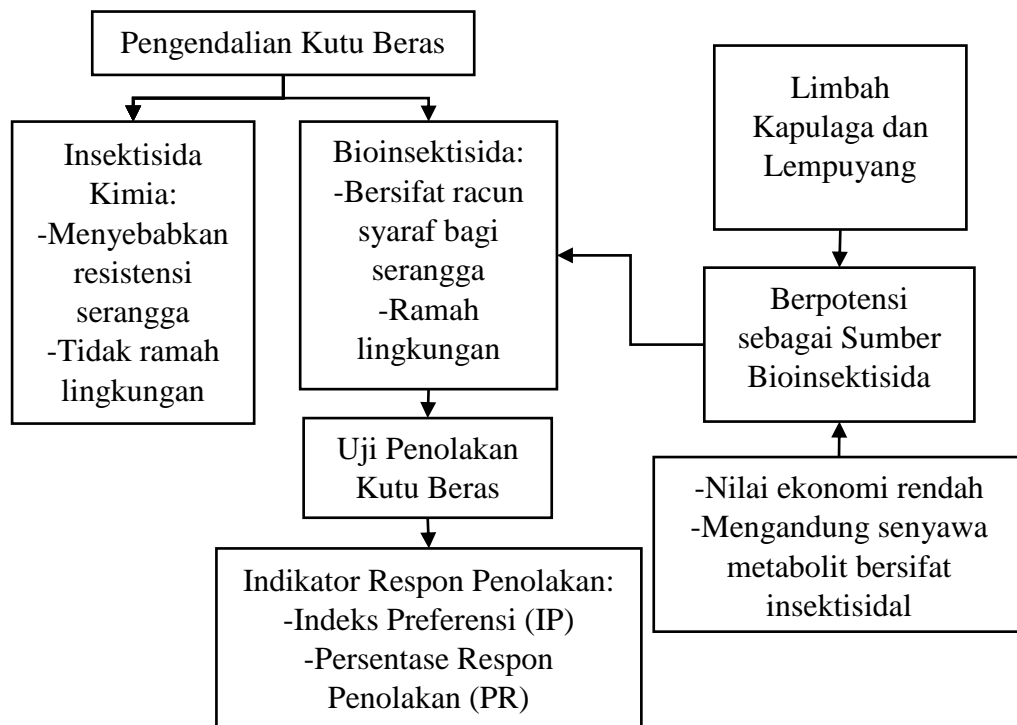
Ekstrak methanol dari rimpang lempuyang menunjukkan hasil positif terhadap senyawa alkaloid, saponin, tannin, asam amino, protein, pati, flavonoid, dan gula (Das *et al.*, 2018). Komponen yang dapat diidentifikasi dari fraksi kristal yang terpisah dari air dan minyak hasil destilasi uap dan air rimpang lempuyang gajah adalah  $\alpha$ -humulena, kariofilena oksida,  $\beta$ -silenena, dan zerumbona (Mulyani, 2010). Rimpang lempuyang berkhasiat sebagai obat gatal, nyeri perut, disentri, sesak nafas, wasir, obat cacing, dan penambah nafsu makan. Aktivitas

rimpang lempuyang juga dapat digunakan sebagai anti inflamasi, antioksidan, penurun panas, dan anti mikroba (Ulung, 2014).



Gambar 2.4 Tanaman lempuyang (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith)  
Sumber: Hariana, 2013

## 2.4 Kerangka Berpikir



Gambar 2.5 Kerangka berpikir penelitian tentang respon kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.) terhadap ekstrak limbah *Amomum cardamomum* Willd. dan *Zingiber zerumbet* (L.) Smith.

## 2.5 Hipotesis

Berdasar pada rumusan masalah, maka hipotesis dari penelitian ini, yaitu:

1. Terdapat senyawa aktif yang bersifat insektisidal (senyawa metabolit sekunder) pada limbah kapulaga (*Amomum cardamomum* Willd.) dan lempuyang (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith)
2. Kutu beras memberikan respon penolakan terhadap ekstrak limbah kapulaga (*Amomum cardamomum* Willd.) dan lempuyang (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith)
3. Perbedaan sumber ekstrak dan konsentrasi ekstrak limbah berpengaruh terhadap respon penolakan kutu beras
4. Konsentrasi yang paling optimum adalah konsentrasi paling tinggi (100%)

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan tujuan penelitian, maka diambil kesimpulan:

1. Ekstrak limbah kapulaga (*Amomum cardamomum* Willd.) dalam penelitian ini mengandung senyawa yang bersifat insektisidal seperti minyak atsiri, saponin, flavonoid, diterpenoid, dan asam lemak, sedangkan ekstrak limbah lempuyang (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith) mengandung triterpenoid, alkaloid, flavonoid dan asam lemak.
2. Kutu beras memberikan respon penolakan terhadap ekstrak limbah kapulaga (*Amomum cardamomum* Willd.) dan lempuyang (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith) pada kriteria sedang berdasarkan analisis kualitatif.
3. Perbedaan sumber ekstrak tidak berpengaruh nyata terhadap persentase penolakan kutu beras, sedangkan perbedaan konsentrasi berpengaruh nyata.
4. Kutu beras memberikan respon penolakan yang paling optimum pada konsentrasi ekstrak 75%.

#### **5.2 Saran**

Saran untuk penelitian ini adalah:

1. Diperlukan pengujian senyawa fitokimia (skrining) limbah kapulaga dan lempuyang dengan menggunakan pelarut yang berbeda untuk memastikan jenis senyawa yang bersifat insektisidal yang terkandung di dalamnya.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memastikan faktor apa saja yang dapat mempengaruhi persentase penolakan kutu beras.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdellaoui K., M. Miladi, I. Boughattas, F. Acheuk, N. Chaira, dan M. B. Halima-Kamel. 2017. Chemical Composition, Toxicity and Acetylcholinesterase Inhibitory Activity of *Salvia officinalis* Essential Oils Against *Tribolium confusum*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5 (4): 1761-1768.
- Adriyani Retno. 2006. Usaha Pengendalian Pencemaran Lingkungan Akibat Penggunaan Pestisida Pertanian. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 3 (1): 95-106.
- Afrina, S. Chrismirina, dan C. R. P. Aulia. 2016. Konsentrasi Hambat dan Bunuh Minimum Ekstrak Buah Kapulaga (*Amomum Compactum*) Terhadap *Agregatibacter actinomycetemcomitans*. *Journal of Syiah Kuala Dentistry Society*, 1 (2): 192-200
- Aisyah, Subagyo, dan Ato Sulisty. 2016. Efikasi *Dry Ice* terhadap *Sitophilus oryzae* dan *Tribolium castaneum* pada Beras Kemasan Plastik di Dataran Tinggi. *Agrosains*, 18 (1): 13-17.
- Akhter M., S. Sultana, T. Akter, dan S. Begum. 2017. Oviposition Preference and Development of Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* (Lin.) (Coleoptera: Curculionidae) In Different Stored Grains. *Bangladesh J. Zool*, 45 (2): 131-138.
- Antika S.R.V., L.P. Astuti, dan R. Rachmawati. 2014. Perkembangan *Sitophilus oryzae* Linnaeus (Coleoptera: Curculionidae) Pada Berbagai Jenis Pakan. *Jurnal HPT*, 2 (4): 80-81.
- Arif Adiba. 2015. Pengaruh Bahan Kimia terhadap Penggunaan Pestisida Lingkungan. *JK FIK UINAM*, 3 (4): 134-143.
- Athanassiou C.G., N.G. Kavallieratos, dan F.A. Lazzari. 2014. Insecticidal effect of Keepdry® for the control of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) on wheat under laboratory conditions. *Journal of Stored Products Research*, 59: 133-139.
- Azis Tamzil, R. Cindo, dan A. Fresca. 2009. Pengaruh Pelarut Heksana dan Etanol, Volume Pelarut, dan Waktu Ekstraksi terhadap Hasil Ekstraksi Minyak Kopi. *Jurnal Teknik Kimia*, 16 (1): 1-8.
- Batubara Irmanida, Umami Zahra, L. K. Darusman, dan Akhiruddin Maddu. 2016. Minyak Atsisi Daun Zingiberaceae sebagai Antioksidan dan Antiglikasi. *Indonesian Journal of Essential Oil*, 1 (1): 44-52.
- BBPP [Balai Besar Pelatihan Pertanian]. 2017. *Hama Pasca Panen*. Malang: Balai Besar Pelatihan Pertanian.



- Borror D. J., C. A. Triplehorn, dan N. F. Johnson. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- BSN [Badan Standarisasi Nasional]. 2016. *SNI 6729 Sistem Pertanian Organik*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Chaubey M. K. 2012. Responses of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) Against Essential Oils and Pure Compounds. *Herba Polonica*, 58 (3): 33-45.
- Chaubey M. K. 2018. Study of insecticidal properties of *Trachyspermum ammi* and *Mentha arvensis* essential oils against *Sitophilus zeamais* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Current Life Science*, 4 (1): 10-17.
- Chintia M, S. Hadi, dan D. Bakce. 2017. Analisis Faktor-faktor Dominan yang Mempengaruhi Ekonomi Rumah tangga Petani Padi Sawah di Kecamatan Batang Tuaka Kabupaten Kabupaten Indragiri Hilir. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 14 (1): 12.
- Das Alokesh, K. K. Pal, dan S. Nag. 2018. Anatomy, Micromorphology and Histochemical Localization of Different Phytochemical of Two Medicinally Important Taxa of the Family Zingiberaceae. *RJLBPCS*, 4 (1): 1-8.
- Devi S.R., A. Thomas, K.B. Rebijith, dan Ramamurthy. 2017. Biology, Morphology and Molecular Characterization of *Sitophilus oryzae* and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Research*, 73: 135-141.
- El-Salam A.M.E.A. 2010. Fumigant toxicity of seven essential oils against the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.) and the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). *Egypt. Acad. J. Biology. Sci.*, 2 (1): 1-6.
- Febrina L., R. Rusli, dan F. Mufliah. 2015. Optimalisasi Ekstraksi dan Uji Metabolit Sekunder Tumbuhan Libo (*Ficus variegata* Blume). *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 3 (2): 74-81.
- Fitri Alissha. 2018. Pengaruh Pengurangan Impor Beras Pakistan Terhadap Petani Beras Indonesia. *JOM FISIP*, 5 (1): 5-6.
- Guswenrivo I, D Tarmadi, dan S Yusuf. 2013. Aktivitas Insektisida Ekstrak Buah Bintaro (*Cerbera manghas*) terhadap Kutu Beras *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) (Insecticide Activity of *Cerbera manghas* Fruit Extract to *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae)). *J. Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 11: 82-89.
- Hanafiah K. A. 2005. *Rancangan Percobaan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Harborne J.B. 1984. *Metode Fitokimia: penentuan cara modern menganalisis tumbuhan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Hariana A. 2013. *262 Tumbuhan Obat dan Khasiatnya*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Hartati Rika, A. G. Suganda, dan Irda Fidrianny. 2013. Botanical, Phytochemical and Pharmacological Properties of *hedygium* (Zingiberaceae) – A Riview. *Procedia Chemistry*, 13: 150-163.
- Haryadi Y. 2010. Peranan Penyimpanan dalam Menunjang Ketahanan Pangan. *Artikel pangan* 19(04): 345-359.
- Hasan A, S.R. Sharma, dan T.C. Mittal. 2017. Pengaruh Proses Penuaan Artifisial pada Beras terhadap Sifat-sifat Fisika-Kimia. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21 (1): 64.
- Hasan M., A. Aslam, M. Jafir, M.W. Javed, M. Shehzad, M.Z. Chaudhary, dan M. Aftab. 2017. Effect of temperature and relative humidity on development of *Sitophilus oryzae* L. (coleoptera: curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5 (6): 85-90.
- Hasanah A. N., F. Nazaruddin, E. Febrina, dan Ade Zuhrotun. 2011. Analisis Kandungan Minyak Atsiri dan Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Rimpang Kencur (*Kaempferia galangal* L.). *Jurnal Matematika & Sains*, 16 (3): 147-152.
- He Xueqing, Qiao, L. Long, K.M. Trydeman, dan M. Friederike. 2017. Environmental Life Cycle Assessment of long-term organic rice production in a Subtropical area of China. *Journal of Cleaner Production*, 176: 880-888.
- Hemalatha P., D. Elumalai, A. Janaki, M. Babu, K. Velu, K. Velayutham, dan P. K. Kaleena. 2015. Larvicidal Activity of *Lantana camara aculeate* Against Three Important Moquito Species. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3 (1): 174-181.
- Hendrival, Khaidir, A. Afzal, dan Rahmaniah. 2018. Kerentanan Beras Asal Padi Lokal Dataran Tinggi Aceh Terhadap Hama Pascapanen *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Jurnal Agroteknologi*, 8 (2): 24-30.
- Hendrival, M. S. Ningsih, Chodiron, dan A Wismawati. 2017. Toksisitas Insektisida Nabati Dari Famili Asteraceae, Anacardiaceae, Dan Euphorbiaceae Terhadap *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Jurnal Biosains* 3(1): 2.
- Hidayat Otang, N. Sutarno, Suhara, dan Y. Sanjaya. 2004. *Dasar-Dasar Entomologi*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hidayati N. A., S. Listyawati, dan A. D. Setyawan. 2008. Kandungan Kimia dan Uji Antiinflamasi Ekstrak Etanol *Lantana camara* L. pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.) Jantan. *Bioteknologi*, 5 (1): 10-17.
- Hikal W. M., R. S. Baeshen, dan H. A. H. Said-Al Ahl. 2017. Botanical Insecticide as Simple Extractives for Pest Control. *Cogent Biology*, 3: 1-16.
- Isnaini M, E.R. Pane, dan S. Wiridianti. 2015. Pengujian Beberapa Insektisida Nabati Terhadap Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L). *Jurnal Biota*, 1 (1): 1-8.

- Jayakumar M, S. Arivoli, R. Raveen, dan S. Tennyson. 2017. Repellent Activity and Fumigant Toxicity of a Few Plant Oils Against the Adult Rice weevil *Sitophilus oryzae* Linnaeus 1763 (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5 (2): 324-335.
- Karakas M. 2016. Toxic, repellent and antifeedant effects of two aromatic plant extracts on the wheat granary weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies* 4(5): 870-874.
- Kardinan Agus. 2011. Penggunaan Pestisida Nabati Sebagai Kearifan Lokal dalam Pengendalian Hama Tanaman Menuju Ekosistem Pertanian Organik. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 4 (4): 262-278.
- Kedia A., Prakash B., Mishra P. K., Dwivedy A. K., dan Dubey N. K. 2015. Biological activities of *Cuminum cyminum* seed oil and its major components against *Callosobruchus chinensis* and *Sitophilus oryzae*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 18 (3): 383–388.
- Khan M. M., I. Akhtar, S. W. H. Shah, M. Syafiq, dan M. Hussain. 2018. Comparison of Means of Repellent, Toxic and Growth Regulatory Effects of Essential Oils of Plants on Different Strains of *Tribolium castaneum*. *Journal of Entomology and Zoologi Studies*, 6 (2): 1319-1324.
- Liska A., Rozman V., Kalinovic, Ivezic, dan Balicevic. 2010. Contact and Fumigant Activity of 1,8-cineole, Eugenol and Champhor Against *Tribolium castaneum* (Herbs). *Proceedings of the 10th International Working Conference on Stored Product Protection*. 716-720. Estoril, Portugal, 27 June – 02 July 2010: Julius Kühn-Institut.
- Manaf S., Eti Kusmini, dan Helmiyetti. 2005. Evaluasi Daya Repelensi Daun Nimba (*Azadirachta indica* A. Juss) terhadap Hama Gudang *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Jurnal Gradien*, 1 (1): 23-29.
- Manueke J, M Tulung, dan J.M.E. Mamahit. 2015. Biologi *Sitophilus oryzae* Dan *Sitophilus zeamais* (Coleoptera; Curculionidae) Pada Beras Dan Jagung Pipilan. *Eugenia* 21(1): 27-29.
- Manueke J., M. Tulung, J. Pelealu, O.R. Pinontoan, dan F.J. Paat. 2012. Tabel Hidup *Sitophilus oryzae* (Coleoptera; Curculionidae) Pada Beras. *Eugenia*, 18 (1): 5-7.
- Maraseni T.N, R.C. Deo, J. Qu, P. Gentle, dan P.R. Neupane. 2017. An International Comparison of Rice Consumptin Behaviours and Greenhouse Gas Emission from Rice Production. *Journal of Cleaner Production*, 172: 5
- Marwoko M.T.B., E. Fachriyah, dan D. Kusrini. 2013. Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktifitas Senyawa Alkaloid Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis). *Chem info*, 1 (1): 196-201.
- Mulyani Sri. 2010. Komponen dan Antibakteri dari Fraksi Kristal Minyak *Zingiber zerumbet*. *Majalah Farmasi Indonesia*, 21 (3): 178-184.

- Naik R.H., S. Mohankumar, S.O. Naik, M.S. Pallavi, M.R. Srinivasan, dan S. Chandrasekaran. 2016. Influence of food sources on developmental period of *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum* and *Sitophilus oryzae*. *Indian Journal of Plant Protection*, 44 (1): 63-68.
- Perera A. G. W. U., M. M. S. C. Karunaratne, dan S. D. M. Chinthaka. 2017. Biological Activity and Secondary Metabolite Profile of *Ruta graveolens* Leaves Against Maize Weevil Infestations. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5 (2): 233-241.
- Phillips T. W. dan Throne J. E. 2010. Biorational approaches to managing stored product. *Annual Review of Entomology*, (55): 375-397.
- Putra Aditya M. P., Rustifah, dan M. Arsyad. 2015. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Rimpang Temu Giring (*Curcuma heyneana* Val.) terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* secara *In vitro*. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1 (1): 68-74.
- Redha Abdi. 2010. Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif dan Peranannya dalam Sistem Biologis. *Jurnal Belian*, 9 (2): 196-202.
- Ress D N. 1996. *Coleoptera. Integrated Management of Insects in Stored Products* (Bh. Subramanyam & D.W. Hagstrum). New York: Marcel Dekker.
- Rinaldi F. B., J. Rachmawati, dan B. K. Udiarto. 2016. Pengaruh Ekstrak Bunga Krisan (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Trev.), Bunga Saliara (*Lantana camara* Linn.), dan Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) terhadap *Repellency* Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.). *Jurnal Pendidikan Biologi (Bioed)*, 4 (1): 41-49.
- Sangi M, M.R.J. Runtuwene, H.E.I. Simbala, dan V.M.A Makang. 2008. Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat di Kabupaten Minahasa Utara. *Chem. Prog*, 1 (1): 47-53.
- Sani R.N, F.C. Nisa, R.D. Andriani, dan J.M. Maligan. 2014. Analisis Rendemen dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Mikroalga Laut *Tetraselmis chuii*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2 (2): 121-126.
- Saputra A, R.H. Anang, dan H. Iswarini. 2018. Studi Pengendalian Persediaan Bahan Baku Beras (Kasus di PT Buyung Putra Pangan PP Buyung Kabupaten Banyuasin). *Societa*, 6 (2): 107.
- Sari S. P. W., F. Rahmapuspita, N. Iriyani, S. U. T. Pratiwi, dan T. Hertiani. 2014. Penelusuran Potensi Kapulaga, Temu Putri, dan Senggagu sebagai Penghambat Pembentukan Biofilm. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 12 (1): 17-24.
- Siahaya V.G dan R.Y Rumthe. 2014. Uji Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya*) Terhadap Larva *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Agrologia*, 3 (2): 112-116.

- Silalahi Marina. 2018. Boani dan Bioaktivitas Lempuyang (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.). *Jurnal EduMatSains*, 2 (2): 147-160.
- Singh Braj Kishor Prasad. 2017. Study on the Life Cycle of *Sitophilus oryzae* on Rice Cultivar Pusa 2-21 in Laboratory Condition. *International Journal of Education & Applied Sciences Research*, 4 (2): 37-42.
- Sudomo A. dan W. Handayani. 2013. Karakteristik Tanah pada Empat Jenis Tegakan Penyusun *Agroforestry* berbasis Kapulaga (*Amomum cardamomum* Soland ex Maton). *Jurnal Penelitian Agroforestry*, 1 (1): 1-11.
- Sukandar D., S. Hermanto, E. R. Amelia, dan M. Zaenudin. 2015. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Kapulaga (*Amomum cardamomum* Sol. Ex Maton). *JKTI*, 17 (2): 119-129.
- Suryaningsih S., N Rochman, dan Setyono. 2017. Daya Repelen Ekstrak Buah Lerak (*Sapindus rarak* DC.) dan Ekstrak Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) terhadap Hama Gudang *Callosobruchus maculatus* F. *Jurnal Agronida*, 3 (1): 36-45.
- Swamy K.C.N., G.P. Mutthuraju, E. Jagadesh, dan G.T. Thirumalaraju. 2014. Biology of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on Stored Maize Grains. *Current Biotica*, 8 (1): 78-81.
- Syakir M. 2012. *Pestisida Nabati*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Ulung G. 2014. *Sehat Alami dengan Herbal: 250 Tanaman Berkhasiat Obat*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Utami S., dan N. F. Haneda. 2010. Pemanfaatan Etnobotani dari Hutan Tropis Bengkulu sebagai Pestisida Nabati. *JMHT*, 16 (3): 143-147
- Wahyuni Sri, Nurliani Bermawie, dan N. Nova Kristina. 2013. Karakteristik Morfologi, Potensi Produksi dan Komponen Utama Rimpang Sembilan Nomor Lempuyang Wangi. *Jurnal Littri*, 19 (3): 99-107.
- Winarsi H, N.D. Sasongko, A. Purwanto, dan I. Nuraeni. 2013. Ekstrak Daun Kapulaga Menurunkan Indeks Atherogenik dan Kadar Gula Darah Tikus Diabetes Induksi Alloxan. *Agritech*, 33 (3): 273-280.
- Wulandari S., S. Oemry, dan Y. Pangestiningih. 2014. Pengaruh Tekstur Butiran Pada Beberapa Komoditas Terhadap Jumlah Imago Hama *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) Di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2 (3): 1194.
- Yama I.M.T, S. Gitosaputra, dan T. Hasanuddin. 2018. Partisipasi Petani dalam Pelaksanaan Program Peningkatan Produksi Beras Nasional (P2BN) di Kecamatan Seputih Mataram Lampung Tengah. *JIIA*, 6 (1): 109.

- Yuantari M. G. C., B. Widianarko, dan H. R. Sunoko. 2015. Analisis Resiko Paparan Pestisida terhadap Kesehatan Petani. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10 (2): 239-245.
- Yunita E. A., N. H. Suprpti, dan J. Q. Hidayat. 2009. Pengaruh Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparum*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*. *BIOMA*, 11 (1): 11-17.