

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penyimpanan Beras

Penyimpanan merupakan cara untuk mempertahankan kualitas sekaligus mencegah kerusakan dan kehilangan (penyusutan) yang disebabkan karena faktor luar maupun dalam. Faktor dalam antara lain kadar air, aktivitas respirasi dan pemanasan sendiri. Sedangkan faktor luar yaitu temperatur penyimpanan, kelembaban udara, konsentrasi oksigen udara, serangga mikroba, hama dan iklim (Sulardjo, 2014).

Petani umumnya menyimpan gabah dengan dua cara (1) sistem curah, yaitu gabah yang sudah kering disimpan pada satu tempat yang dianggap aman dari gangguan hama maupun cuaca, dan (2) sistem kemasan yaitu cara penyimpanan dengan menggunakan kemasan/wadah seperti karung plastik, karung goni, pengki tenggok dan lain-lain (Nugraha, 2011).

Penyimpanan beras dengan sistem kemasan berfungsi untuk melindungi beras dari kontaminasi dan mempermudah pengangkutan. Penyimpanan dalam pengemas yang terbuat dari *polipropilen* dan *polietilen* densitas tinggi memperpanjang daya simpan beras dan lebih baik dibandingkan dengan karung dan kantong plastik (Setyono, 2010).

2.1.1. Persyaratan tempat penyimpanan

Wadah penyimpanan yang banyak dipakai untuk menyimpan beras adalah karung. Karung merupakan wadah yang tidak kedap udara, sehingga kadar air gabah akan berubah mengikuti kelembaban udara lingkungan sekitarnya (Nugraha, 2011). Untuk menjaga kualitas dan kuantitas beras yang disimpan

berkualitas baik, maka diperlukan tempat yang memenuhi syarat dan teknik penyimpanan yang baik.

Hasil penelitian Jumali (2011) menunjukkan bahwa secara fisik mutu beras semakin menurun seiring dengan lama simpannya. Investasi hama gudang pada beras aromatik mulai terjadi setelah beras disimpan selama dua Bulan. Penggunaan pengemas jenis karung plastik cenderung lebih mudah diinvestasi hama gudang pada beras yang disimpan pada kondisi dan suhu kamar. Uji organoleptik mengindikasikan nasi dari beras aromatik mengalami degradasi seiring dengan masa simpannya. Baik dari segi warna, aroma, rasa, dan kepulenan nasinya, akan tetapi beras aromatik masih layak dikonsumsi hingga bulan ketiga masa simpan.

Sebelum disimpan beras terlebih dahulu harus dikeringkan. Tujuan pengeringan yaitu untuk mendapatkan gabah kering yang tahan untuk disimpan dan memenuhi persyaratan kualitas gabah yang akan dipasarkan, yaitu dengan cara mengurangi air pada bahan (gabah) sampai kadar air yang dikehendaki. Kadar air selepas panen cukup tinggi sekitar 25%-30%. Kadar air yang dikehendaki oleh BULOG adalah 14%, sedangkan untuk gabah yang disimpan kadar air sebaiknya diturunkan sampai sekitar 12%. Gabah yang tidak melewati proses pengeringan akan mengakibatkan gabah dapat berkecambah, munculnya serangan hama, mikroba dan jamur. Gabah dapat busuk jika kadar airnya 16%-30% akibat serangan mikroba dan hama. Kadar air gabah yang diturunkan sampai 9%-12% dapat terhindar dari serangan mikroba dan jika kadar air di bawah 9%, maka serangga hama tidak dapat berkembang biak dalam gabah (Sulardjo, 2014).

Kondisi lingkungan tempat penyimpanan yang tidak sesuai juga dapat mempengaruhi kualitas gabah. Gabah dengan kadar air 25% yang disimpan dalam tempat penyimpanan bertemperatur sekitar 28°C-30°C akan menurunkan berat dan nilai gizi gabah. Hal tersebut diakibatkan karena tingginya aktifitas respirasi yang berakibat meningkatkan temperatur ruangan, uap air dan gas asam arang makin banyak dikeluarkan oleh gabah (Sulardjo, 2014).

Selain kadar air dan kondisi tempat penyimpanan, lama penyimpanan gabah atau beras juga turut menyumbang penurunan kualitas beras. Karena semakin lama beras disimpan, maka semakin tinggi pula resiko rusaknya beras akibat serangan hama. Menurut Anggara (2007) infestasi hama gudang mulai terjadi setelah gabah disimpan lebih dari tiga bulan atau beras yang disimpan selama satu bulan. Hama pasca panen memiliki kemampuan beradaptasi pada lingkungan gudang yang kering, suhu relatif tinggi, dan kelembaban udara rendah.

2.1.2. Investasi hama

Hama merupakan salah satu faktor luar penurunan kualitas dan kuantitas beras simpanan. Beragam kelompok hama dan penyakit dapat merusak gabah yang disimpan di gudang, antara lain serangga, tikus, burung, jamur, dan mikroorganisme. Ditinjau dari tipe kerusakan yang ditimbulkannya, terdapat tiga kelompok perusak gabah, yaitu (1) hama perusak bulir dari dalam, hama yang memakan embrio dan endosperm dari dalam bulir padi/beras. Sebagian besar larva serangga hama gudang tergolong perusak dari dalam. (2) hama perusak dari luar, hama yang memakan bulir-bulir padi dan meninggalkan beragam bahan pencemar berupa hasil metabolisme seperti kotoran, air seni, bekas kulit tubuh,

dan bekas tempat bersarang. Imago kumbang, tikus, dan burung tergolong perusak dari luar (Anggara, 2007).

Serangga hama gudang berukuran relatif kecil, sehingga celah atau retakan kecil pada dinding, lantai, kusen, dan alat penyimpanan dapat dimanfaatkannya sebagai tempat berlindung. Kumbang (*Ordo Coleoptera*) dan ngengat (*Ordo Lepidoptera*) merupakan kelompok serangga penyebab utama kerusakan gabah dalam penyimpanan (Anggara, 2007). Hama yang menyerang beras dalam gudang penyimpanan terdiri dari 5 spesies *Ordo Coleoptera* dan 1 spesies dari *Ordo Lepidoptera*. Serangga hama *Ordo Coleoptera* adalah *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum*, *Carpophilus hemipterus*, *Oryzaeophilus* sp. dan *Ahasverus* sp., sedangkan serangga hama *Ordo Lepidoptera* adalah *Corcyra cephalonica*. Serangga hama terbanyak yang ditemukan di gudang adalah *Sitophilus* sp. (Ilato, 2012).

Setyono dkk. (2007) dalam Anggara (2007) telah mengidentifikasi 17 spesies serangga setelah beras disimpan selama empat bulan (Tabel 2.3). Spesies yang dominan adalah *Sitophilus oryzae*, *Oryzaeophilus surinamensis*, dan *Cryptolestes ferrugineus*. Adanya *Ahasverus advena* mengindikasikan telah terjadi kerusakan cukup serius pada beras yang disimpan.

Tabel 2.1. Ragam serangga pada penyimpanan beras di gudang BB padi 2007
(Anggara, 2007)

Spesies Serangga	Ordo	Familia	Status
<i>Ahasverus advena</i>	Coleoptera	Cucujidae	Hama potensial
<i>Carpophilus dimidiatus</i>	Coleoptera	Nitidulidae	Hama potensial
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	Coleoptera	Cucujidae	Hama utama
<i>Cryptolestes pusillus</i>	Coleoptera	Cucujidae	Hama utama
<i>Ephestia elutella</i>	Lepidoptera	Piralidae	Hama utama
<i>Liposcelis bostrychophilus</i>	Psocoptera	Liposcelidae	Hama potensial
<i>Liposcelis entomophilus</i>	Psocoptera	Liposcelidae	Hama potensial
<i>Oryzaeophilus mercator</i>	Coleoptera	Cucujidae	Hama utama
<i>Oryzaeophilus surinamensis</i>	Coleoptera	Cucujidae	Hama utama
<i>Peregrinator biannulipes</i>	Hemiptera	Reduviidae	Predator
<i>Rhyzopherta dominica</i>	Coleoptera	Bostricidae	Hama utama
<i>Sitophilus oryzae</i>	Coleoptera	Curculionidae	Hama utama
<i>Sitophilus zeamais</i>	Coleoptera	Curculionidae	Hama utama
<i>Tribolium castaneum</i>	Coleoptera	Tenebrionadae	Hama utama
<i>Tribolium confusum</i>	Coleoptera	Tenebrionadae	Hama utama
Parasitoid (1)	Hymenoptera		Musuh alami
Parasitoid (2)	Hymenoptera		Musuh alami

Di Malaysia pengurangan berat pada beras dalam simpanan mencapai 3-10%, sedangkan di Thailand penurunan berat dalam waktu delapan bulan yakni 1,14-3,41% (Kartasapoetra 1991).

2.2 Pestisida Sebagai Pengendali Hama

Pestisida yang berasal dari dua kata, *pest* berarti hama dan *Cida* berarti pembunuh, pestisida merupakan semua bahan khusus untuk memberantas dan mencegah hama pengganggu tanaman. Beberapa kelompok pestisida antara lain insektisida, rodentisida, akarisida, nematisida, fungisida dan herbisida. Insektisida secara harafiah berarti pembunuh serangga yang berasal dari dua kata dalam bahasa latin, *Insekta* berarti serangga dan *Cida* berarti pembunuh. Pestisida bekerja secara spesifik terhadap organisme sasaran tertentu.

Tabel 2.2. Pengelompokan pestisida berdasarkan kelompok hama yang dikendalikan (Untung, 2006)

No.	Nama Kelompok Pestisida	Kelompok Hama Yang Dikendalikan
1.	Akarisida	Tungau, pinjal dan laba-laba
2.	Adultisida	Serangga dewasa
3.	Algisida	Alga
4.	Arborisida	Pepohonan dan semak-semak
5.	Avisida	Burung
6.	Bakterisida	Bakteri
7.	Fungisida	Jamur
8.	Herbisida	Gulma
9.	Insektisida	Serangga, pinjal dan tungau
10.	Larvisida	Larva
11.	Mitisida	Tungau, pinjal, dan laba-laba
12.	Moluskisida	Moluska terutama siput dan keong
13.	Nematisida	Nematode
14.	Ovisida	Telur
15.	Piscisida	Ikan
16.	Rodentisida	Tikus
17.	Silvisida	Pepohonan dan semak
18.	Termisida	Rayap dan semut

Ada beberapa Penggolongan Insektisida berdasarkan sifat, cara kerja atau gerakan pada tumbuhan, Pengelompokan menurut pengaruh pada hama, Penggolongan menurut cara masuk ke dalam tubuh serangga hama, Pengelompokan menurut sifat kimia dan penggolongan Insektisida biologi

2.2.1. Penggolongan insektisida

Menurut Djojsumanto (2008), insektisida secara umum dibagi menjadi tiga berdasarkan sifat, cara kerja atau gerakan pada tumbuhan.

a. Insektisida sistemik

Insektisida sistemik diserap oleh organ-organ tanaman, dapat melalau akar, batang maupun daun. Selanjutnya, pestisida ditransportasikan mengikuti

aliran cairan tanaman ke bagian-bagian tanaman lainnya. Insektisida sistemik yang ditransportasikan dari akar ke daun tanaman (dari bawah ke atas) disebut “*sistemik akropetal*”. sementara pestisida yang ditransportasikan dari daun ke akar, termasuk tunas yang baru tumbuh (dari atas ke bawah), disebut “*sistemik basipetal*”. Kebanyakan insektisida sistemik bergerak dari bawah ke atas melalui xylem. Contoh insektisida sistemik adalah aseptat, aldikarb, bendiokarb, disolfoton dan karbofuran.

b. Insektisida non-sistemik

Insektisida non-sistemik tidak diserap oleh jaringan tumbuhan, tetapi hanya menempel di bagian luar tanaman. Insektisida non-sistemik sering disebut insektisida kontak. Akan tetapi insektisida yang bersifat sistemik belum tentu bekerja sebagai racun kontak pada hama. Contoh insektisida non-sistemik berbahan aktif *Bacillus thuringiensis* (Bt) bekerja sebagai racun perut bagi hama dan tidak memiliki efek sebagai racun kontak. Contoh insektisida non-sistemik lainnya adalah CCT, deltametrin, amitraz, sohalotrin, sipermetrin, sulfotep dan tetrametrin.

c. Insektisida sistemik lokal

Insektisida sistemik lokal disebut juga dengan semisistemik, merupakan kelompok insektisida yang bisa diserap oleh jaringan tanaman (umunya daun), tetapi tidak atau hanya sangat sedikit ditransportasikan ke bagian tanaman lainnya. Insektisida yang termasuk ke dalam kategori ini merupakan insektisida yang disebut berdaya kerja “*translaminar*” dan insektisida yang memiliki daya penetrasi ke dalam jaringan tanaman. Contoh insektisida semisistemik adalah

abamekin, emamekin, fosalon, profenofos dan milbemektin (Djojsumanto, 2008).

2.2.2. Pengelompokan menurut pengaruh pada hama

Insektisida dikelompokkan berdasarkan pengaruh pestisida yang merugikan bagi hama sasaran.

Tabel 2.3. Pengelompokan pestisida berdasarkan pengaruhnya terhadap hama

(Untung, 2006)

No.	Kelompok Pestisida	Pengaruh Pada Hama
1.	Antifidan	Menghambat nafsu makan
2.	Antitranspiran	Mengurangi sistem transpirasi serangga
3.	Atraktan	Penarik hama
4.	Khemosterilan	Menurunkan kemampuan reproduksi hama
5.	Defolian	Merontokkan bagian tanaman yang tidak diinginkan, tanpa membunuh seluruh bagian tanaman
6.	Desikan	Mengeringkan bagian tanaman dan serangga
7.	Disinfektan	Merusak atau mematikan organism berbahaya
8.	Perangsang makan	Merangsang serangga lebih giat makan
9.	Pengatur pertumbuhan	Menghentikan, memperlambat atau memperlambat proses pertumbuhan tanaman atau serangga
10.	Repelen	Mengarahkan serangga agar menjauh
11.	Semiokimia	Merangsang atau menghambat perilaku serangga.
12.	Sinergis	Meningkatkan efektivitas bahan aktif

2.2.3. Penggolongan menurut cara masuk ke dalam tubuh serangga hama

Insektisida dikelompokkan berdasarkan cara masuknya ke dalam serangga hama yaitu racun lambung (racun perut), racun kontak dan racun pernapasan.

a. Racun lambung (racun perut)

Racun lambung adalah insektisida yang membunuh serangga sasaran jika termakan serta masuk ke dalam organ pencernaan. Insektisida tersebut kemudian diserap oleh dinding saluran pencernaan makanan dan dibawa oleh cairan tubuh

serangga ke tempat insektisida tersebut aktif, seperti ke susunan saraf serangga. Serangga harus memakan insektisida dalam jumlah yang cukup untuk membunuhnya. Contoh racun perut adalah lufenuron, fosfamidon dan tiodikarb (Djojsumanto, 2008).

b. Racun kontak (fisik)

Racun kontak merupakan insektisida yang masuk ke dalam tubuh serangga sasaran lewat kulit (kutikula) dan ditransportasikan ke bagian tubuh serangga tempat insektisida aktif bekerja. Serangga hama akan mati jika bersinggungan langsung (kontak) dengan insektisida tersebut (Djojsumanto, 2008). Serangga juga dapat teracuni bila memakan bagian tanaman berinsektisida. Contoh : BHC dan DDT (Untung, 2006)

c. Racun pernapasan (fumigan)

Racun pernapasan merupakan insektisida yang mudah menguap menjadi gas dan masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pernafasan atau sistem trakea yang kemudian diedarkan ke seluruh jaringan tubuh. Fumigant biasanya digunakan untuk pengendalian hama simpanan yang berada di ruangan atau tempat tertutup dan di dalam tanah. Contoh : HCN, fosfin dan metal bromida (Untung, 2006).

d. Racun saraf

merupakan pestisida yang cara kerjanya mengganggu sistem saraf jasad sasaran.

e. Racun protoplasmik

Racun protoplasmik merupakan racun yang bekerja dengan cara merusak protein dalam sel tubuh jasad sasaran

f. Racun sistemik

Racun sistemik merupakan bahan racun pestisida yang masuk ke dalam sistem jaringan tanaman dan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman, sehingga bila dihisap, dimakan atau mengenai jasad sasarannya bisa meracuni. Jenis pestisida tertentu hanya menembus ke jaringan tanaman (*translaminar*) dan tidak akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman (Hudayya, 2012)

2.2.4. Pengelompokan menurut sifat kimia

a. Organo klorin

Organo Klorin sering disebut juga Hidrokarbon Klor merupakan insektisida sistemik pertama. Pestisida golongan organo klorin umumnya racun kontak dan racun perut. Efektif untuk mengendalikan larva, nimfa dan imago (Untung, 2006). Cara kerjanya mengganggu sistem saraf pusat yang dapat mengakibatkan terjadinya hiperaktivitas, gemetar, kemudian kejang hingga akhirnya terjadi kerusakan pada saraf dan otot yang menimbulkan kematian (Haddaya, 2012). Insektisida jenis ini memiliki toksisitas sedang bagi mamalia. Karena organo klorin memiliki tingkat persistensi yang sangat lama di tanah dan tubuh makhluk hidup maka sejak 1973 Indonesia melarang penggunaannya untuk bidang pertanian (Untung, 2006).

b. Organofosfat

Insektisida ini sangat beracun bagi serangga dan bersifat seperti racun kontak, racun perut dan fumigan. Organofosfat mampu menurunkan populasi serangga dengan cepat tetapi persistensinya di lingkungan sedang. Karena Organofosfat lebih cepat terdegradasi menjadi senyawa kurang beracun (Untung, 2006).

Insektisida ini menghambat kerja enzim *asetilkolin esterase* yang berfungsi memecah enzim *asetilkolin*. Penumpukan asetilkolin yang berakibat pada terjadinya kekacauan pada sistem pengantar impuls saraf ke sel-sel otot. Keadaan ini menyebabkan impuls tidak dapat diteruskan, sehingga otot menjadi kejang, dan akhirnya terjadi kelumpuhan (*paralisis*) dan akhirnya serangga mati (Haddaya, 2012). Contoh : *malation, TEPP, parathion, fention* dan *fosmet* (Untung, 2006).

c. Karbanat

Pestisida karbanat digunakan untuk pengendalian hama tanaman. Cara kerja insektisida ini mirip dengan Organofosfat yaitu melalui penghambatan enzim *kolinesterase* pada sistem saraf. Beberapa jenis karbanat lainnya ada yang sangat beracun bagi mamalia. Karbanat cepat terurai dan hilang daya racunnya dari jaringan binatang sehingga tidak terakumulasi. Contoh : *karbaril, isokarb, bendiokarb, aldikarb* dan *metomil* (Untung, 2006).

d. Pinetroid sintetik

Pinetroid sintetik merupakan kelompok insektisida organik sintetik konvensional. Pinetroid sintetik merupakan tiruan dari senyawa piretrum yang berasal dari ekstrak bunga *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Toksisitas pinetroid sintetik untuk mamalia umumnya rendah, tetapi sangat beracun bagi serangga, ikan dan lebah (Untung, 2006).

Piretroid mempunyai efek sebagai racun kontak yang kuat, serta mempengaruhi sistem saraf serangga pada *peripheral* (sekeliling) dan *sentral* (pusat). Piretroid awalnya menstimulasi sel saraf untuk memproduksi secara berlebih dan akhirnya menyebabkan kelumpuhan dan kematian (Haddaya, 2012).

Residu pinetroid sintetis pada hasil pertanian tidak memberi dampak negatif yang berarti. Kelemahan insektisida pinetroid sintetis yaitu dapat menyebabkan strain hama baru yang resisten. Contoh insektisida pinetroid sintetis yang diizinkan di Indonesia : *sipermetrin*, *sihalotrin*, *deltametrin*, *fenfopatrin* dan *siflutrin* (Untung, 2006).

e. Kloronikotinil

Kloronikotinil adalah jenis insektisida sintetis baru yang merupakan produk tiruan dari produk nikotin. Kelompok ini hanya memiliki satu bahan aktif yaitu *imidaklopid* yang telah diizinkan di Indonesia. *Imidaklopid* merupakan insektisida sistemik dengan kontak pada sasaran yang mempunyai mulut pengisap dan penghisap seperti *aphis* dan wereng. Kloronikotinil dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan jenis hama yang resisten terhadap jenis-jenis insektisida tertentu (Untung, 2006).

f. Pengatur pertumbuhan serangga (IGR = *Insect growth regulator*)

Insect growth regulator tergolong insektisida baru yang dapat mengubah atau mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan serangga secara hormonal. Pengaruh *insect growth regulator* dapat terjadi waktu perkembangan embrionik, larva atau nimfa, metamorphosis, proses reproduksi atau perilaku *diapause*. Kelompok bahan kimia *insect growth regulator* adalah ecdison, hormone juvenile (JV), mimik (tiruan hormone juvenil), analog hormone juvenile (JHA) antihormon juvenile dan hormone penghambat khitin. *Hormone juvenile* bekerja dengan cara menghambat proses metamorphosis serangga sehingga terjadi kegagalan fungsi organ dalam.

g. Fumigan

Fumigan merupakan pestisida yang dalam suhu dan tekanan tertentu berbentuk gas dan dalam konsentrasi serta waktu tertentu dapat membunuh OPT (Organisme pengganggu tumbuhan). Fumigasi adalah tindakan perlakuan terhadap media pembawa dengan menggunakan fumigan di dalam ruang yang kedap udara dan pada suhu serta tekanan tertentu (Deptan, 2006). Fumigan yang sering digunakan adalah *metil bromide*, *aluminium fosfida*, *formaldehid* dan *kloropikrin* (Untung, 2006).

Senyawa *Aluminium Fosfida* (AlP) dan *Magnesium Fosfida* (Mg_3P_2) akan menghasilkan Fosfin (PH_3). Fumigan fosfin direkomendasikan agar digunakan pada komoditas seperti benih, produk makanan, produk olahan, biji-bijian yang mengandung lemak dan protein tinggi. Senyawa metil bromida merupakan fumigan yang sangat beracun, sedangkan senyawa fosfin relatif aman terhadap komoditas yang difumigasi. Perlakuan dengan Fosfin secara berulang-ulang relatif tidak meninggalkan residu pada komoditas dan tidak menimbulkan kerusakan pada lapisan ozon. Pelaksanaan fumigasi harus dilakukan oleh fumigator yaitu personil yang memiliki pengetahuan dan keterampilan yang dinilai cakap (kompeten) dan bersertifikat dalam bidang fumigasi (Deptan, 2007).

h. Minyak petroleum

Minyak petroleum atau minyak tanah dapat digunakan untuk mengendalikan hama seperti nyamuk dan buah-buahan. Sebelum digunakan minyak tanah harus disuling terlebih dahulu untuk mengurangi toksisitasnya (Untung, 2006).

2.2.5. Pengelompokan berdasarkan sumber

a. Insektisida sintetis

Pestisida sintetik adalah pestisida yang berasal dari campuran bahan-bahan kimia. Pestisida sintetis dapat dengan cepat menurunkan populasi OPT (rganisme Pengganggu Tanaman) dengan periode pengendalian (residu) yang lebih panjang. Keunggulan lain dari pestisida sintetis yaitu mudah diproduksi secara besar-besaran, mudah diangkut, disimpan dan harganya relatif lebih murah (Novizan, 2002). Pemakaian pestisida yang sangat besar berawal dari pelaksanaan program intensifikasi pertanian yang berorientasi pada peningkatan hasil panen yang sebesar-besarnya, tanpa memperhatikan dampak negatif terhadap lingkungan. Harga pestisida yang sangat murah menyebabkan penggunaan pestisida secara besar-besar.

Pemakaian pestisida sintetis memunculkan banyak dampak negatif. Dampak negatif pestisida ke manusia adalah menimbulkan gangguan kesehatan seperti keracunan, kanker, cacar tubuh, kemandulan dan penyakit liver. Pestisida yang terakumulasi dalam tanah, udara dan air dapat mempengaruhi ekosistem.

Dampak negatif pemakaian pestisida sintetis yaitu (1) bahan pencemar dapat kembali ke manusia melalui bahan makanan, karena residu pestisida yang sulit terurai. (2) Terganggunya ekosistem karena matinya musuh alami dari OPT sehingga terjadi peningkatan jumlah hama yang menyebabkan meningkatnya jumlah serangan yang jauh lebih besar (resurgensi hama) dan serangan hama sekunder, serta kematian organisme menguntungkan seperti lebah yang berperan dalam penyerbukan. Menurut EPA (2014) pestisida sintetis dapat dikelompokkan

berdasarkan sifat kimia antara lain pestisida organofosfat, karbanat, organoklorin dan piretroid.

b. Insektisida alami (Bioinsektisida)

Pestisida alami (biopestisida) merupakan jenis pestisida yang berasal dari alam seperti hewan, tanaman, bakteri dan beberapa mineral (EPA, 2014). Biopestisida dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu (1) pestisida biologis merupakan pestisida yang berasal dari mikroorganisme seperti bakteri pathogen, virus dan jamur, contohnya *Bacillus thuringiensis* (Bt). (2) Pestisida botani merupakan pestisida berbahan dasar dari ekstrak tanaman, contohnya senyawa *piretrum* yang diambil dari bunga *Chrysanthemum*. Dan (3) pestisida mineral merupakan pestisida yang berbahan dasar mineral anorganik yang terdapat pada kulit bumi, seperti belerang, minyak dan kapur. Biopestisida lebih aman dibandingkan dengan pestisida sintetis karena biopestisida mudah terurai di alam sehingga tidak mencemari lingkungan dan ekosistem yang ada serta memiliki resiko kecil bagi kesehatan dan lingkungan.

Beberapa jenis insektisida lain yang sudah lama digunakan selain senyawa *piretrum* yaitu senyawa *ryania* yang berasal dari akar tanaman *Ryania speciosa*, senyawa *sabadilla* dari biji tanaman *Schoenocaulon officinale* dan senyawa *rotenon* yang diambil dari akar tanaman *Leguminosaea* yaitu akar tuba (*Derris elliptica*). Senyawa rotenon dapat berupa racun kontak dan perut. Ada lima senyawa penyusun rotenon yang memiliki daya bunuh serangga antara lain *degeulin*, *ellipton*, *malakil*, *sumatrol* dan *toksikarol* (Yudiarti, 2010).

Menurut Yudiarti (2010) beberapa tanaman yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati antara lain babandotan, serai, sirsak, jambu mete, bakung dan

mimba (mimba). Pada Tahun 2010 Kementerian kehutanan mengidentifikasi 174 tanaman di Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati. Tanaman mimba (*Azadirachta indica*) dapat mengendalikan lebih dari 200 serangga. Bahan aktif yang terdapat pada tanaman mimba adalah senyawa *Azadirachtin*.

Azadirachtin tergolong ke dalam senyawa *triterpenoid* dengan konsentrasi 0,1-0,9% dalam biji. Untuk satu hektar sawah hanya diperlukan 30-60% *Azadirachtin* sebagai insektisida. Cara kerja insektisida mimba yaitu (1) mengusir dan menghambat makan serangga, (2) menghambat metamorphosis, (3) mengurangi kesehatan dan daya reproduksi, dan (4) menghambat daya bertelur (Yudiarti, 2010).

Menurut Untung (2006) bagian tanaman mimba yang digunakan adalah tepung biji, ampas biji dan daun. Keuntungan penggunaan mimba yaitu memiliki efektivitas tinggi, relative lebih aman bagi kesehatan manusia, ternak atau hewan menguntungkan lainnya dan residu mudah terurai menjadi zat yang tidak berbahaya.

2.3 Deskripsi Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L.)

2.3.1. Deskripsi dan sistematika

Kutu beras atau bubuk beras adalah hama yang sangat ganas menyerang bahan simpanan diseluruh daerah tropis di dunia. Hama yang suka melubangi biji-bijian ini berasal dari India yang kemudian menyebar ke seluruh dunia melalui perdangan. Golongan biji-bijian yang diserang hama *Sitophilus oryzae* seperti, jagung, gandum, sorgum, kacang-kacangan, polong-polongan dan produk dari biji-bijian seperti makaroni dan pasta (Koehler, 2012). *Sitophilus oryzae* lebih

sering ditemukan di hasil panen golongan padi-padian seperti padi dan gandum (Anonymous, 2012)

Menurut Myers (2015) klasifikasi Kutu beras adalah :

Kingdom : *Animalia*
Filum : *Arthropoda*
Sub Filum : *Hexapoda*
Class : *Insecta*
Order : *Coleoptera*
Super Family : *Curculionoidea*
Family : *Dryophthoridae*
Genus : *Sitophilus*
Species : *Sitophilus Oryzae*



Gambar 2.1. Kutu beras (Anonymous, 2012)

2.3.2. Morfologi dan daur hidup

Kutu beras ini tatkala masih muda/dewasa berwarna coklat agak kemerahan, setelah tua warnanya berubah menjadi hitam. Pada kedua belah sayapnya terutama di bagian depan terdapat empat bercak berwarna merah-kecoklatan pada *elytra* (cangkang keras yang melindungi sayap) dua bercak pada *elytra* sebelah kiri dan dua bercak pada *elytra* sebelah kanan (Kartasapoetra, 1991; Koehler, 2012).

Ukuran panjang tubuh kutu beras diantara 3,5 mm dan lima mm, tergantung dari tempat hidup larvanya, artinya pada material yang baik, berukuran besar seperti misalnya pada butiran jagung, potongan-potongan gaplek kumbang berukuran lebih besar daripada kumbang yang terdapat pada butiran beras, pada gaplek dan jagung rata-rata ukurannya sekitar 4,5 mm sedang pada beras sekitar 3,5 mm (Kartasapoetra, 1991).

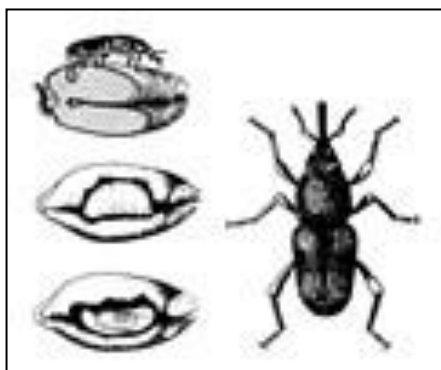
Imago memiliki kepala dengan moncong memanjang dari *prothorax* atau *elytra*. Kutu beras dipersenjatai dengan moncong yang panjang sekitar satu mm, hampir $\frac{1}{3}$ dari keseluruhan panjang tubuhnya. Karena tipe moncong kutu beras sebagai pengigit-pengunyah, maka kutu beras termasuk ke dalam kelompok serangga perusak atau pemakan hasil pertanian khususnya biji-bijian di penyimpanan (gudang) (Depermana, 2012). *Protorax* (tubuh bagian belakang dari kepala) sangat kuat dan *elytra* memiliki garis dengan alur membujur. Imago kutu beras dapat terbang dan tertarik dengan cahaya. Saat terganggu, imago akan menarik kaki, menjatuhkan diri ke permukaan tanah dan berpura-pura mati (Koehler, 2012).

Aktivitas dan masa kopulasi selalu dilakukan pada malam hari dan berlangsung lebih lama dibandingkan dengan masa kopulatif hama gudang lainnya. Setiap induk hama ini selama siklus hidupnya (antara tiga sampai lima bulan) dapat memproduksi sebanyak 300 sampai 400 butir telur (Kartasapoetra, 1991). Kutu betina memasukkan telur ke dalam beras yang sebelumnya telah dilubangi menggunakan moncongnya (Kartasapoetra, 1991). Kutu betina dapat

meletakkan beberapa telur sekaligus pada satu lubang dan lebih dari satu larva dapat berkembang dalam satu lubang (Anonymous, 2013).

Imago betina rata-rata meletakkan empat butir telur per hari. Imago betina makan dengan mengunyah beras dan menghasilkan sebuah rongga dalam biji yang kemudian dapat meletakkan sebutir telur dalam rongga tersebut, kemudian menutupinya dengan sekresi dari *ovipositor* (Koehler, 2012).

Telur berbentuk lonjong yang dimasukkan ke dalam lubang dengan bantuan moncong (Kartosapoetro, 1991). Telur akan diletakkan pada lingkungan dengan suhu antara 15 sampai 35°C (suhu optimul 25 °C) dengan kadar air pada biji lebih dari 10%. Namun, tingkat *oviposisi* sangat rendah jika suhu di bawah 20° C atau di atas 32° C, dan di bawah kadar air sekitar 12% (Anonymous, 2012).



Gambar 2.2. Siklus hidup kutu beras (Anonymous, 2012)

Telur menetas sekitar tiga hari, larva makan dalam lubang pada biji padi sekitar 18 hari. Larva menetap pada biji yang berlubang dan memiliki kapsul kepala berwarna hitam (Koehler, 2012). Larvanya tidak berkaki, berwarna putih/jernih ketika melakukan gerakan selalu membentuk dirinya dalam keadaan agak mengkerut (agak membulat) sedang kepompongnya tampak seakan-akan telah dewasa (Kartasapoetra, 1991). Larva berkembang dalam biji-bijian atau

bagian dari biji atau produk biji-bijian sebagai rumah larva, tetapi tidak akan berkembang di tepung kecuali tepung tersebut padat (Anonymous, 2013).

Rata-rata tahap pupa berakhir sekitar enam hari, pupa tetap berada dalam biji padi. Imago baru akan menetap dalam biji selama tiga sampai empat hari untuk memperkuat dan menjadi dewasa (Koehler, 2012). Menurut Kartasapoetra (1991), siklus hidup hama ini sekitar 28 hari sampai 90 hari tetapi umumnya sekitar 31 hari. Sedangkan menurut Koehler (2012), keseluruhan siklus hidup kutu beras kira-kira hanya 26 sampai 32 hari selama musim panas, tetapi dapat memerlukan periode yang lama selama musim dingin.



Gambar 2.3. Kutu beras yang keluar dari biji padi (Anonymous, 2012)

2.3.3. Dampak aktivitas kutu beras terhadap beras dan pencegahannya

Kerusakan beras diawali saat kutu beras betina memasukkan telur dalam biji menggunakan moncongnya. Dalam beberapa hari telur akan menetas menjadi larva dalam biji. Larva memakan biji tersebut yang mengakibatkan lubang-lubang kecil dalam biji. Imago akan melubangi biji tersebut untuk keluar dari biji padi. Lubang kecil tersebut akan menjadi banyak sehingga membuat butiran biji pecah dan remuk seperti tepung. Hal ini sering ditemukan pada butiran beras yang

terserang, dalam keadaan rusak dan bercampur tepung dipersatukan oleh air liur larva sehingga menurunkan kualitas beras atau dalam skala besar bahkan dapat merusak semua biji beras (Kartasapoetra, 1991).

Peningkatan kandungan air dalam beras menyebabkan munculnya jamur gudang. Hasil metabolisme serangga berupa CO₂ dan air dibuang ke kumpulan biji yang diserangnya, sehingga menciptakan lingkungan yang baik bagi pertumbuhan beberapa jenis jamur simpanan. Serangga hama dapat berperan dalam penyebaran spora jamur ke tempat lainnya. Bila serangga hama menyerang biji berjamur, serangga tersebut akan memindahkan spora-spora jamur melalui permukaan badannya, alat pencernaan dan juga melalui kotorannya ke biji lain (Chailani, 2010).

Cara pengendalian dan pembasmian hama *Sitophilus oryzae* L. dapat dilakukan dengan cara : (a) semua tahap kehidupan dapat dibunuh melalui pemanasan ekstrem dengan suhu 50°C selama satu jam atau dengan pendinginan dengan suhu -18°C selama satu Minggu. Pemanasan dapat dilakukan dengan penjemuran bahan yang terserang pada terik sinar Matahari. (b) pengaturan penyimpanan bahan dengan baik, teratur, pada tempat yang kering dan terawat dengan baik. (c) menyimpan produk yang terserang hama ke dalam wadah anti hama yang dapat terbuat dari plastik, gelas atau logam. Biji-bijian dan kacang-kacangan dapat disimpan dalam waktu lama dengan menambahkan 2,5 cm kubus *dry ice* (carbon dioksida padat) ke dalam satu liter stoples biji-bijian yang tertutup rapat dan menyegel penutup. (d) melakukan fumigasi dengan menggunakan obat-obatan seperti, *Pyrenone Protectant*, penggunaan tablet *phostoxin* dan menggunakan HCN (Kartasapoetra, 1991; Koehler, 2012).

2.4 Deskripsi Jeruk Purut (*Citrus hystrix* D.C)

2.4.1. Deskripsi dan sistematika

Jeruk purut merupakan salah satu bumbu penyedap berbagai masakan di dapur Indonesia. di daerah lain di Indonesia jeruk purut dikenal dengan *Lemau purut* (Lampung), *jeruk purut* (Jawa), *jeruk linglang* (Bali), *ahusilepea* (selawesi) dan *usi ela* (Ambon) (Kurniawati, 2010).

Menurut USDA (*United States Department of Agriculture*) *Natural Resources Conservation Service* klasifikasi tanaman ini adalah :

Kingdom : *Plantae*
 Subkingdom : *Tracheobionta*
 Superdivision : *Spermatophyta*
 Division : *Magnoliophyta*
 Class : *Magnoliopsida*
 Subclass : *Rosidae*
 Order : *Sapindales*
 Family : *Rutaceae*
 Genus : *Citrus* L.
 Species : *Citrus hystrix* DC.

(<http://plants.usda.gov>)



Gambar 2.4. Buah dan daun jeruk purut (<http://plants.usda.gov>)

2.4.2. Morfologi

Tanaman jeruk purut berbentuk pohon kecil (perdu) dengan ranting yang berduri dan daun majemuk tunggal. Tinggi pohon sekitar 2-12 meter dengan cabang yang tidak beraturan. Jeruk purut adaptif di ketinggian 0-1.400 meter di atas permukaan laut (dpl). Tanaman jeruk purut memiliki nama ilmiah *Citrus hystrix* yang berarti “jeruk landak”. Nama tersebut mengacu pada duri-duri yang banyak terdapat pada batang tanaman. Duri berada di ketiak daun dengan panjang 0,5-1 cm (Kurniawati, 2010; Haryadi, 2013)

Daun jeruk purut berwarna hijau kekuningan dan beraroma sedap. Daun berjenis majemuk tunggal dan bulat telur dengan ujung tumpul, sehingga daunnya terlihat seperti angka 8. Tangkai daun bersayap lebar, permukaan daun tebal dan licin dengan lapisan lilin. Daun muda berwarna ungu dan berangsur menjadi hijau setelah tua. Daun tumbuh berhadapan di sepanjang ranting tanaman, tetapi posisi daun tidak sejajar (Haryadi, 2013). Panjang daun 4-5,5 cm dengan lebar 2-2,5 cm. Tangkai daun bersayap dengan panjang 2,5 cm berwarna hijau. Pertulangan daun menyirip dengan permukaan daun berbintik hijau (Nuraini, 2011).

Tanaman jeruk purut dapat berbunga dan berbuah sepanjang tahun. Bunga tumbuh di ujung ranting membentuk malai. Bunga majemuk berbentuk bintang dengan mahkota berwarna putih, tangkai bunga silindris panjang ± 2 cm berwarna hijau, kelopak bunga berbentuk bintang berwarna hijau kekuningan. Benang sari silindris dengan panjang tiga sampai enam mm, berwarna putih. Tangkai putik silindris dengan panjang tiga sampai 5 mm, kepala putik bulat berwarna kuning. Mahkota bunga lima helai berbentuk bintang berwarna putih (Nuraini, 2011). Dalam satu malai umur bunga tidak seragam, bunga paling ujung merupakan

bunga paling muda, sehingga bunga jeruk purut tidak mekar bersamaan (Haryadi, 2013).

Bakal buah berkedudukan lebih tinggi daripada tepi dasar bunga dan berlekatan dengan dasar bunga (Nuraini, 2011). Buah *Citrus hystrix* D.C tergolong kecil dengan diameter buah empat sampai lima cm. Bentuk buah bulat memiliki banyak tonjolan serta permukaan kulit buah kasar dan tebal. Buah jeruk purut berwarna hijau tua dan menjadi kuning setelah masak. Buah jeruk purut beraroma wangi agak keras. Daging buah berwarna hijau keputihan dengan kandungan air berwarna kuning, rasanya sangat masam dan agak pahit. Biji buah jeruk purut tergolong sulit disemai, oleh karena itu perbanyak tanaman jeruk purut lebih sering dilakukan dengan sambung pucuk atau okulasi (Haryadi, 2013).



Gambar 2.5. Irisan buah *Citrus hystrix* D.C (<http://citruspages.free.fr>)



Gambar 2.6. Buah *Citrus hystrix* D.C yang matang (kiri) dan buah yang masih muda (kanan) (<http://citruspages.free.fr>)

Batang *Citrus hystrix* D.C agak kecil, bengkok atau bersudut dan bercabang rendah. Batang tua berbentuk bulat, berwarna hijau tua, dapat polos atau benbintik-bintik (Trubus Info Kit, 2009). Akar tanaman jeruk purut tunggang berwarna putih kekuningan (Nuraini, 2011).

2.4.3. Kandungan dan manfaat

Daun jeruk purut mengandung minyak atsiri (1-1,5%), senyawa *steroid triterpenoid*, *saponin*, *polifenol* dan *tanin* (1,8%). Kulit buah jeruk mengandung *saponin*, *flavonoid*, *polifenol tanin* (1%), *steroid triterpenoid*, dan minyak atsiri dengan kandungan sitrat 2-2,5%. Minyak daun didominasi oleh minyak atsiri *citronelal* (80%), sisanya adalah *citronelol* (10%), *nerol* dan *limonene* (Kurniawati, 2010; Subarnas, 2007). Kulit buah juga memiliki komponen *limonene* 31,87% dan *beta-pinena* 35,65% (Ginting, 2005).

Dalam Trubus (2009) menyatakan bahwa hasil destilasi uap minyak atsiri jeruk purut selama enam jam mengandung 57 jenis komponen kimia. Komponen kimia yang terpenting ialah senyawa *sitronelal* (81,49%), *sitronelol* (8,22%), *linalool* (3,69%) dan *geraniol* (0,31%).

Jeruk purut dimanfaatkan sebagai rempah dan bahan penyedap masakan. Bagian tanaman yang dimanfaatkan adalah daun dan buahnya. Buah jeruk purut digunakan untuk menetralkan bau amis pada daging dan ikan. Dalam bidang industri daun dan kulit buahnya disuling (destilasi) untuk diambil minyak atsiri yang terkandung di dalamnya. *Kafir lime oil* merupakan minyak atsiri hasil destilasi daun jeruk purut (Haryadi, 2013)

Dalam bidang kesehatan jeruk purut dimanfaatkan sebagai obat herbal yang berkhasiat sebagai stimulan dan penyegar. Buah jeruk purut dapat digunakan untuk mengatasi influenza, mengatasi badan lelah, rambut kepala bau, kulit bersisik dan mengelupas, ketombe, meningkatkan kekebalan tubuh dan dapat mencegah efek obat kimia dari kemoterapi seperti rambut rontok (Redaksi

Agromedia, 2008). Kulit jeruk purut sendiri dapat digunakan sebagai antiseptik (Nuraini, 2011).

2.5 Pengaruh Daun Jeruk Purut Sebagai Bioinsektisida

Daun jeruk purut mengandung minyak atsiri, senyawa *steroid triterpenoid*, *saponin*, *polifenol* dan *tanin*. Minyak daun didominasi oleh minyak atsiri *citronelal*, sisanya adalah *citronelol*, *nerol* dan *limonene* (Kurniawati, 2010; Subarnas, 2007). Komponen kimia penting dalam minyak atsiri jeruk purut ialah senyawa *sitronelal*, *sitronelol*, *linalool* dan *geraniol* (Trubus, 2009).

2.5.1. Minyak atsiri

Minyak atsiri atau minyak eteris (*essential oil*, *volatil oil*, *etherial oil*) adalah minyak mudah menguap yang diperoleh dari tanaman dan merupakan campuran dari senyawa-senyawa *volatil* yang dapat diperoleh dengan distilasi, pengepresan ataupun ekstraksi (Antara, 2013).

Minyak atsiri merupakan golongan terpenoid yang mempunyai bau dan dapat diisolasi dari bahan nabati dengan penyulingan (Lenny, 2006). *Mode of action* minyak atsiri tergantung pada konsentrasi yang diberikan. Pada konsentrasi rendah menghambat kerja enzim yang berhubungan dengan produksi energi sementara konsentrasi yang lebih tinggi dapat mempresipitasi protein (Antara, 2013).

Kelompok tanaman jeruk (*Citrus sp.*) juga mempunyai kandungan minyak atsiri. Minyak atsiri jeruk umumnya mengandung senyawa dominan yang dikenal dengan nama *limonen*. Kandungan senyawa limonen bervariasi antar varietas jeruk, yaitu antara 70-92% (Istianto, 2014). Kandungan senyawa limonen dalam

minyak atsiri kulit buah jeruk manis pacitan dan jeruk nambangan pada konsentrasi 10-80 ppm yakni 92,7% dan 95,8% (Istianto, 2006).

Tabel 2.4. Kadar minyak atsiri kulit buah jeruk nipis (Ekowati, 2013)

Bobot kulit buah jeruk nipis (gram)	Volume minyak atsiri (ml)	Kadar (%)
1000	6,1	0,61
1000	6,2	0,62
1000	6,2	0,62
Rata-rata		0,62

* Kadar rata-rata minyak atsiri kulit buah jeruk nipis adalah 0,62% volume/berat

Daun jeruk purut mengandung minyak atsiri sebanyak 1-1,5% (Kurniawati, 2010). Senyawa aktif minyak atsiri daun jeruk purut (*Citrus hystrix* DC) yaitu *Citronellal* 64,15%, *Beta-Citronelol* 10,71%, *Linalool* 5,54%, dan *Trans-Caryophyllene* 5,31% yang didapat dari hasil destilasi daun jeruk purut dengan perlakuan pendahuluan pemeraman (Khasanah, 2015)

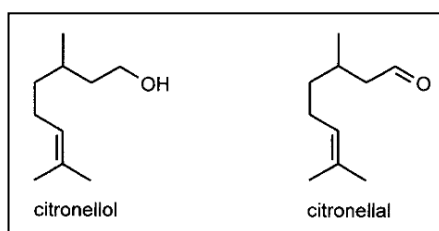
Tabel 2.5. Komponen senyawa-senyawa penyusun minyak atsiri daun jeruk purut (*Citrus hystrix* DC) (Khasanah, 2015)

Puncak	Waktu Retensi	Luas Area	Kadar Relatif (%)	Senyawa
1	2.158	187269	0.24	Kurchiline
2	7.561	368172	0.48	Sabinene
3	9.717	949585	1.23	1,6-Octadiene
4	11.478	4098022	5.31	Linalool
5	13.319	49463718	64.15	Citronellal
6	13.476	352871	0.46	Isopulegol
7	15.684	8254119	10.71	Beta-Citronelol
8	16.326	633600	0.82	Trans-Geraniol
9	20.384	1170444	1.52	Alpha-Copaene
10	20.692	905087	1.17	Germacrene
11	21.566	4272596	5.54	Trans-Caryophyllene
12	22.396	632847	0.82	Beta-Selinene
13	23.488	432528	0.56	1,5 Heptadiene
14	23.677	575246	0.75	Farnesene
15	24.124	986068	1.28	Alpha-Copaene
16	24.979	1006048	1.30	Nerolidol
17	25.475	627569	0.81	Caryophilene
18	34.922	1780289	2.31	Nerolidol Z and E
19	35.171	409062	0.53	Nerolidol Z and E
Total		77105140	100.00	

a. Sitronellal dan sitronellol

Senyawa sitronellal dan sitronellol merupakan monoterpen asiklik yang penting. Kedua senyawa tersebut terdapat pada berapa jenis minyak atsiri dan secara berturut-turut terbentuk dari turunan senyawa geraniol/nerol serta senyawa citral. Daun jeruk purut mengandung senyawa sitronellal 64,15% dan sitronellol 10,71%. Sitronellol juga dapat ditemukan dalam tanaman *Rosa rugosa*, jahe (*Zingiber officinale*) and *Juniperus communis*. Sedangkan sitronellal dapat ditemukan pada *eucalypt* (*Eucalyptus citriodora*), *Cymbopogon nardus*, *Melissa officinalis*, *Levisticum officinale* and *Artemisia asinthium*. Sitronellal sangat ampuh dalam menolak serangga (*repellent*) (Sell, 2003).

Sitronella dari tanaman *Cymbopogon nardus* telah digunakan selama 50 tahun sebagai penolak serangga dan binatang lainnya. Gabungan beberapa tetes sitronella, jeruk lemon (*Citrus limon*), mawar (*Rosa damascena*), lavender and minyak atsiri kemangi, dapat mencegah serangan hama serangga (Koul, 2008).

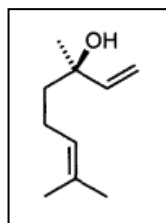


Gambar 2.7. Struktur sitronellol (kiri) dan sitronellal (kanan) (Sell, 2003)

Senyawa sitronelal memiliki sifat racun kontak. Sitronela dalam minyak atsiri sereh (*Cymbopogon nardus*) dapat menyebabkan nyamuk kehilangan cairan secara terus-menerus sehingga tubuhnya akan kekurangan cairan dan akhirnya mati (Suharmiati, 2007).

b. Linalool

Senyawa linalool lebih banyak ditemukan dari pada senyawa geraniol. Tanaman *Rosewood* mengandung 80-85% linalool dan tanaman *freesia* mengandung sekitar 80% linalool (Sell, 2003). Daun dan bunga jeruk purut juga mengandung senyawa linalool sebesar 5,15% (Khasanah, 2015). Linalool dan limonin diketahui dapat dimanfaatkan sebagai fumigant untuk memberantas *Sitophilus oryzae* (Koul, 2008).



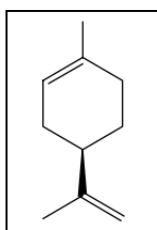
Gambar 2.8. Struktur linalool (Sell, 2003)

Tanaman selasih (*Oscimum basilicum*) mempunyai potensi sebagai sumber bahan insektisida botani karena kandungan metabolit sekundernya, yaitu eugenol, linalool, dan geraniol yang diketahui tidak disukai oleh nyamuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mortalitas larva meningkat sejalan dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak. Pertumbuhan larva juga menurun sejalan dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak (Istimuyasaroh, 2009). Menurut tanaman rempah dan obat (Balitro), minyak yang disuling dari daun tanaman zodia (*Evodia sueveolens*) mengandung linalool 46%. Linalool dapat berfungsi sebagai repellent nyamuk (Suharmiati, 2007)

c. Limonin

Senyawa limonen merupakan senyawa golongan monoterpen yang bersifat sebagai penolak (*repellent*) pada konsentrasi tertentu dan kemungkinan memiliki kemampuan untuk mencegah makan (*deterrent*) serangga hama (Istianto, 2006).

Senyawa limonin dalam minyak daun *Citrus sp.* dapat mengandung lebih dari 90%. Limonin tidak beracun dengan konsentrasi 2% (Baser, 2010). Imago serangga lebih mudah terpengaruh racun fumigant daripada larva serangga (Koul, 2008). Kandungan senyawa limonen dalam jeruk bervariasi antar varietas yaitu antara 70-92% (Istianto, 2014).



Gambar 2.9. Struktur limonin (Baser, 2010)

Senyawa limonin dan linalool merupakan senyawa yang memiliki efek negative terhadap kemampuan tungau (*Panonychus citri* McGregor) untuk bereproduksi. Limonen merupakan senyawa golongan monoterpen yang bersifat sebagai penolak (*repellent*) pada konsentrasi tertentu dan kemungkinan memiliki kemampuan untuk menghambat makan (*deterrent*) serangga hama (Istianto, 2006).

Limonin termasuk golongan triterpenoid. Triterpen tertentu terkenal dengan rasanya yang pahit. Limonin memiliki rasa pahit yang larut dalam lemak dan terdapat dalam buah jeruk (*Citrus nobilis*) (Rustaman, 2007). Limonin cukup kuat menyebabkan aktivitas spontan dari sensor saraf dan menyebabkan hilangnya koordinasi organ sehingga menyebabkan kejang. Limonin dan linalool merupakan racun kontak yang dapat dipakai sebagai fumigant untuk mengendalikan kutu hewan ternak (Novizan, 2002).

2.5.2. Steroid triterpenoid

Triterpen berupa senyawa tak berwarna, berbentuk kristal, seringkali bertitik leleh tinggi dan optis aktif, yang umumnya sukar dicirikan karena tak ada kereaktifan kimianya. Triterpen sekurang-kurangnya dapat dibagi menjadi empat golongan senyawa: triterpena sebenarnya, steroid, saponin, dan glikosida jantung. Triterpen tertentu terkenal karena rasanya, terutama kepahitannya (Rustaman, 2007).

Steroid terdiri atas beberapa kelompok senyawa dan pengelompokan ini berdasarkan pada efek fisiologis yang diberikan oleh masing-masing senyawa antara lain senyawa sterol, asam empedu, hormone seks, hormon *adrenokortikoid*, *aglikon kardiak* dan *sapogenin*.

Menurut Zablotowicz (1996) dalam Nuraini (2007), saponin yang berinteraksi dengan membran sterol dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroba dengan cara melepaskan protein dan enzim dari sel. Sterol yang bekerja sama dengan saponin menunjukkan bahwa senyawa berjenis insentisida racun protoplasmik.

Ekstrak steroid dari kulit kayu *Hopea mengerawan* dapat membunuh rayap yang menyerang kayu karet dengan dosis 5% berat/volume (b/v). Steroid dari fraksi yang paling berpengaruh diduga merupakan struktur dengan kerangka steroid yaitu 3-etil-3-hidroksi androstan-17on (Sugita, 2000).

2.5.3. Saponin

Saponin adalah glikosida triterpen dan sterol. Saponin merupakan senyawa aktif permukaan dan bersifat seperti sabun, serta dapat dideteksi berdasarkan kemampuannya membentuk busa dan menghemolisis sel darah (Rustaman, 2007).

Saponin memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan dan sistem reproduksi hewan. Struktur saponin terdiri dari bermacam-macam senyawa yang bermanfaat untuk membunuh protozoa dan moluska, sebagai antioksidan, dapat menghalangi pencernaan protein, penyebab hipoglikemia, antijamur dan antivirus. Senyawa tersebut dapat memiliki dampak positif dan negatif terhadap hewan (Francis, 2002).

Saponin memiliki rasa yang pahit, beracun bagi binatang berdarah dingin, mempunyai sifat anti inflamatori dan anti eksudatif (Prihatman 2001). Menurut Ohana (1998) dalam Francis (2002), ekstrak glikosilat saponin triterpenoid dari kacang (*Pisum sativum*) dapat menghambat enzim *diguanylate cyclase*, merupakan suatu enzim yang berkerja sebagai pengatur sintesis selulosa. Pengaruh saponin dari *Pisum sativum* yang bekerja mempengaruhi enzim dan protein sehingga tergolong ke dalam kelompok insektisida protoplasmik.

Saponin yang diekstrak dari tanaman kemiri (*Aleurites moluccana* WILLD) dapat digunakan sebagai insektisida larva nyamuk *Aedes aegypti*. Percobaan yang dilakukan oleh Irwan (2007) menggunakan ekstrak saponin kulit batang kemiri membuktikan bahwa saponin dari kuli batang kemiri dapat membunuh larva *Aedes aegypti* sebesar 50% dengan konsentrasi 1000 ppm dalam jangka waktu 14 hari. Saponin dapat digunakan sebagai larvasida karena dapat bersifat racun bagi hewan berdarah dingin sehingga saponin dapat digunakan sebagai pemusnah serangga.

2.5.4. Fenol

Senyawa fenol merupakan senyawa yang memiliki suatu cincin benzene (aromatik) dan mempunyai paling sedikit satu substituen hidroksil (-OH). Senyawa

fenol yang terikat dengan gula dikenal dengan glukosida. Senyawa fenol reaktif terhadap protein dengan membentuk kompleks sehingga sering terjadi hambatan kerja enzim (Sitorus, 2010). Karena reaksi fenol terhadap protein bersifat menghambat kerja enzim, maka fenol tergolong racun protoplasmik.

Ekstrak buah pare belut (*Trichosanthes anguina* L.) aktif menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans*. Ekstrak-ekstrak yang aktif menghambat pertumbuhan jamur tersebut yaitu ekstrak kloroform, ekstrak etil asetat, dan ekstrak butanol. Ketiga ekstrak tersebut masing-masing mengandung golongan senyawa fenolat (Dewi, 2009).

2.5.5. Tanin

Tanin terdapat pada berbagai tumbuhan berkayu dan herba, berperan sebagai pertahanan tumbuhan dengan cara menghalangi serangga dalam mencerna makanan (Asikin, 2013) sehingga tergolong ke dalam kelompok insektisida racun perut. Tanin dapat berperan sebagai pertahanan tumbuhan dengan cara menghalangi serangga dalam mencerna makanan. Serangga yang memakan tumbuhan dengan kandungan tanin tinggi akan memperoleh sedikit makanan, akibatnya akan terjadi penurunan pertumbuhan serangga. Pestisida alami berbahan dasar kulit jengkol cukup ampuh untuk mengusir semut, ulat, serangga kecil serta belalang (Asikin, 2013).

Senyawa tanin apabila dikonsumsi dalam jumlah berlebihan akan menghambat penyerapan mineral misalnya besi. Hal ini karena sifat tanin adalah *chelators* ion logam. Tanin digunakan untuk mengendapkan protein, yang menghambat dalam penyerapan. Pada individu yang sensitif, asupan besar tanin dapat menyebabkan iritasi usus, iritasi ginjal, kerusakan hati, iritasi lambung dan

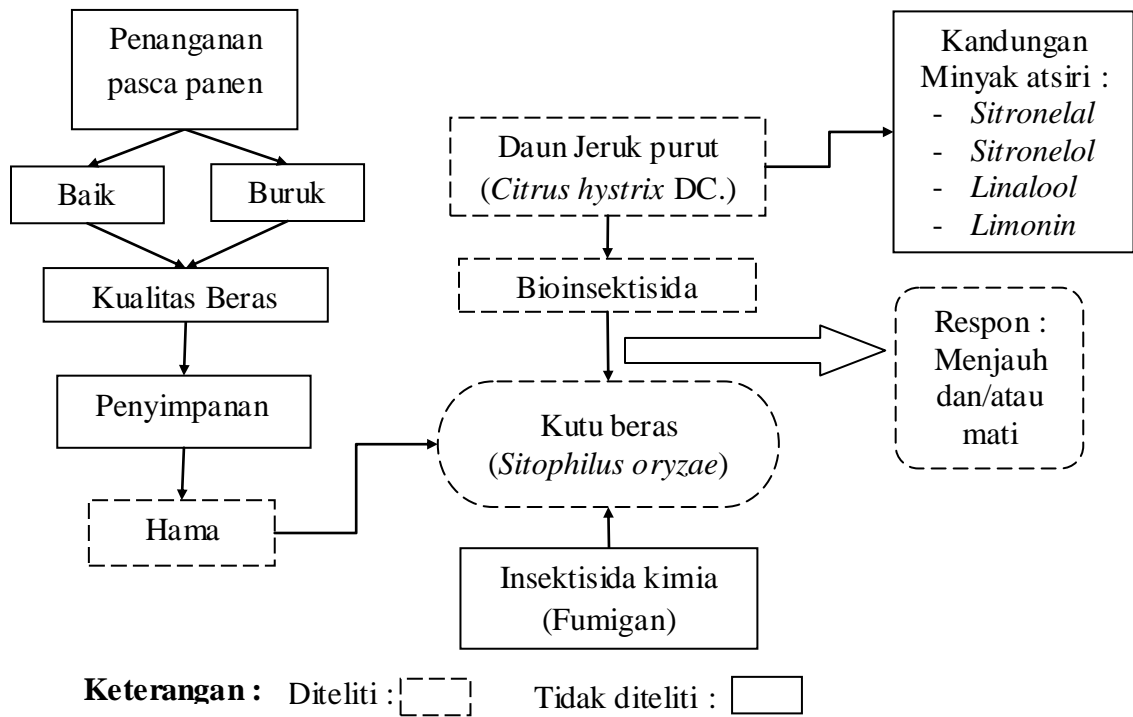
sakit pencernaan. (Ismarani, 2012). Sebagian besar tumbuhan yang banyak bertanin dihindari oleh hewan pemakan tumbuhan karena rasanya yang sepat (Rustaman, 2007)

Ekstrak etanol daun kirinyuh (*Eupatorium odoratum*, L.) dapat membunuh wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.). Kematian wereng coklat disebabkan karena terdapat senyawa bioaktif yang mempunyai aktivitas insektisida dan penghambat daya makan (*antifeedant*) yang terkandung dalam ekstrak etanol daun kirinyuh, yaitu alkaloid, flavonoid, tanin dan seskuiterpenoid (Febrianti, 2012).

2.6 Kerangka Berfikir

Penanganan pascapenehan yang dilakukan oleh petani dapat mempengaruhi kualitas beras yang akan disimpan. Penyimpanan dalam kurun waktu lama dapat menimbulkan serangan hama gudang. Salah satu hama utama yang menyerang beras adalah *Sitophilus oryzae*. Serangan hama *Sitophilus oryzae* dapat diatasi dengan insektisida kimia atau dengan bioinsektisida.

Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai bioinsektisida adalah jeruk purut (*Citrus hystrix* DC.). bagian tanaman yang dapat digunakan adalah bagian daun yang memiliki kandungan minyak atsiri yang terdiri dari senyawa sitranelal, sitranelol, linabol, dan limonin. Secara ringkas kerangka berfikir disajikan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Bagan kerangka berfikir

2.7 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang dan tinjauan pustaka diatas dapat disusulkan hipotesis sebagai berikut : ada pengaruh pemberian berbagai sediaan daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) terhadap respon kutu beras (*Sitophilus oryzae*).