BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pestisida

Pestisida yang berasal dari dua kata, *pest* berarti hama dan *Cida* berarti pembunuh, pestisida merupakan semua bahan khusus untuk memberantas dan mencegah hama penganggu tanaman. Beberapa kelompok pestisida antara lain insektisida, rodentisida, akarisida, nematisida, fungisida dan herbisida. Insektisida secara harfiah 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 2.1 Penggolongan pestisida berdasarkan sasaran (Wudianto, 2010)

No.	Nama Kelompok Pestisida	Kelompok Hama Yang Dikendalilkan
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	Seranggga, 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

2.1.1 Penggolongan insektisida

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

1. Insektisida sistemik

Insektisida sistemik diserap oleh organ-organ tanaman, dapat melalaui 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 asefat, aldikarb, bendiokarb, disolfoton dan karbofuran.

2. 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.

3. Insektisida sistemik lokal

Insektisida sistemik lokal disebut juga dengan semisitemik, 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 (Djojosumanto, 2008).

2.1.2 Pengelompokan menurut pengaruh pada hama

Insektisida dikelompokkan berdasarkan pengaruh pestisida yang merugikan hama sasaran.

Tabel 2.1.2 Pengelompokan Pestisida berdasarkan Pengaruhnya

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.	Disenfektan	Merusak atau mematikan organisme berbahaya
8.	Perangsang makan	Merangsang serangga lebih giat makan
9.	Pengatur pertumbuhan	Menghentikan, mempercepat atu 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

(Sumber : Untung, 2006)

2.1.3 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.

1. 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 (Djojosumanto, 2008).

2. 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 (Djojosumanto, 2008). Serangga

juga dapat teracuni bila memakan bagian tanaman berinsektisida. Contoh : BHC dan DDT (Untung, 2006)

3. 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).

4. Racun Saraf

merupakan pestisida yang cara kerjanya mengganggu sistem saraf jasad sasaran.

5. Racun Protoplasmik

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

6. 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 ditranlokasikan ke seluruh bagian tanaman (Hudayya, 2012)

2.1.4 Pengelompokan berdasarkan sumber

1. Insektisida Sintetis

Pestisida sintetik adalah pestisida yang berasal dari campuran bahan-bahan kimia. Pestisida sintetis dapat dengan cepat menurunkan populasi OPT (rganisme Penganggu Tanaman) dengan periode pengendalian (residu) yang lebih panjang. Keunggulan lain dari insektisida 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 pestisdia 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.

2. 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.

2.2 Biopestisida Organik

Biopestisida organik adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan, hewan dan bahan organik lainnya yang berkhasiat mengendalikan hama bagi tanaman. Pestisida organik tidak meninggalkan residu yang berbahaya bagi tanaman maupun lingkungan serta dapat dibuat dengan mudah menggunakan bahan yang murah dan peralatan sederhana. Biopestisida organik digolongkan menjadi dua jenis, yaitu biopestisida nabati dan biopestisida hewani (Nurbaiti, 2012). Sesuai namanya bahan-bahan pembuatan pestisida nabati berasal dari tumbuh-tumbuhan yang mengandung zat anti serangga, sedangkan pestisida hewani berasal dari hewan. Bahan dan ramuan pestisida hewani tidak sebanyak bahan ramuan pestisida nabati, hanya urin sapi yang diketahui berkhasiat sebagai pestisida, khusunya untuk pemberantasan penyakit yang disebabkan oleh virus dan cendawan (Andoko, 2006). Pestisida organik dapat menjamin keamanan ekosistem. Dengan penggunaan pestisida ini dapat mencegah lahan pertanian menjadi keras dan menghindari ketergantungan pada pestisida kimia, karena pestisida kimia menimbulkan beberapa efek yaitu Resisten terhadap serangga, Resurjensi serangga sasaran, Dapat mengakibatkan Pencemaran lingkungan, Residu insektisida dan dapat menekan perkembangan musuh alami hama (Metcalf 1982). Selain itu, penggunaan pestisida kimiawi yang berlebih akan berdampak pada terganggunya keseimbangan ekosistem (Fikriz *et al*, 2015).

1. Nabati

Pestisida nabati atau juga disebut dengan pestisida alami yaitu pestisida yang berasal dari tumbuhan merupakan salah satu pestisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan serangan hama dan penyakit tanaman. Jenis pestisida nabati ini residunya mudah terurai (*biodegradable*) di alam dan mudah hilang serta dapat dibuat dengan biaya yang murah sehingga tidak mencemari lingkungan serta relatif aman bagi manusia dan hewan ternak (Kardinan, 2008). Pestisida ini berbahan aktif tunggal atau majemuk dapat berfungsi sebagai penghambat nafsu makan (*anti feedant*), penolak (*repellent*), penarik (*atractant*), menghambat perkembangan, menurunkan keperidian, pengaruh langsung sebagai racun dan mencegah peletakkan telur. Di alam, terdapat lebih dari 1000 spesies tumbuhan yang mengandung insektisida, lebih dari 380 spp (zoologi dan botani) mengandung zat pencegah makan (antifeedant), lebih dari 270 spp mengandung

zat penolak (repellent), lebih dari 35 spp mengandung akarisida dan lebih dari 30 spp mengandung zat penghambat pertumbuhan (Susetyo et al., 2008).

2. Hewani

Pestisida hewani dapat dibuat dari bahan rempah dan limbah ternak. Pada saat ini banyak pengusaha maupun petani memanfaatkan limbah cair berupa urin sapi sebagai pestisida hewani yang dapat membantu penekanan biaya produksi pada bidang pertanian (Sihombing, 2000). Limbah urin sapi sangat bermanfaat bagi tanaman, agar dapat digunakan sebagai pestisida alami maka perlu dilakukan fermentasi terlebih dahulu atau didiamkan kurang lebih selama 14 hari. Dilihat dari segi ekonomis limbah ternak merupakan barang bernilai yang seharusnya dapat di manfaatkan untuk kepentingan dan kesejahteraan hidup petani dipedesaan pada umumnya. Hasil rata-rata urine ternak sapi 8 liter/hari/ ekor sapi dewasa Marjuki (1999). Fermentasi urine sapi sebagai pestisida alami tidak menimbulkan efek buruk bagi tanaman dan lingkungan sekitar. Selain itu pestisida alami dari urin sapi ini dapat mencegah dan sekaligus menghambat perkembangan dari jenis penyakit, hama, dan jamur penggangu tanaman holtikultura pada khususnya. Aplikasi pestisida alami ke tanaman dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara siram dan semprot Sumardi (2005). Bahan tambahan yang biasanya digunakan untuk pembuatan pestisida alami dalam fermentasi yaitu jahe, kencur, lengkuas, temulawak, dll. Pembuatannya dengan cara dihaluskan, diberi air, diperas, disaring dan dilakukan permentasi selama 9-12 hari (Purwati, 2000).

2.2.1 Keunggulan Biopestisida Organik

Keunggulan dari pestisida organik yaitu aman bagi petani, ramah lingkungan dan dapat memperbaiki struktur tanah, karena pada pestisida alami juga mengandung 0,59% nitrogen, 0,08% pospor dan 0,89% kalium organik (Listyowati, 2001). Pestisida organik dapat menjamin keamanan ekosistem dan dengan penggunaan pestisida organik maka dapat mencegah lahan pertanian menjadi keras karena pestisida alami dapat menguraikan unsur hara tanah dan menghindari ketergantungan pada pestisida kimia (Suryanegara,2011). Pestisida organik hanya membuat hama tidak betah pada tanaman atau tidak membunuhnya secara langsung dan telur hama tidak bisa menetas.

Menurut (Fachraniah dkk, 2009) beberapa keunggulan dari pestisida organik, antara lain :

1. Mudah terurai di alam dan ramah lingkungan.
2. Relatif aman bagi manusia dan ternak karena residunya mudah hilang.
3. Dapat membunuh hama/penyakit tanaman (ekstrak daun pepaya, tembakau, biji mahoni, dsb).
4. Sebagai pengumpul/perangkap hama tanaman (tanaman orok-orok, tembelek ayam).
5. Bahan baku mudah di dapat dan ekonomis.
6. Dosis yang digunakan tidak mengikat dan beresiko dibandingkan dengan penggunaan pestisida sintetis.
7. Merupakan pemecahan masalah hama jangka pendek.

2.2.2 Penggolongan dan Cara kerja biopestisida Organik

1. Penggolongan Senyawa Bioaktif pada Biopestisida Organik

Pada dasarnya bahan-bahan alami yang digunakan sebagai pestisida organik mengandung senyawa bioaktif yang dapat digolongkan menjadi tiga (Takahashi, 1981) yaitu :

a. Bahan alami dengan kandungan senyawa antifitopatogenik (antibiotika pertanian).
b. Bahan alami dengan kandungan senyawa bersifat fitotoksik atau mengatur tumbuh tanaman (fitotoksin, hormon tanaman dan sejenisnya).
c. Bahan alami dengan kandungan senyawa bersifat aktif terhadap serangga (hormon serangga, feromon, antifidan, repelen, atraktan dan insektisidal).

2. Cara Kerja Biopestisida Organik

Pestisida organik dapat membunuh atau mengganggu serangan hama dan penyakit melalui cara kerja yang unik, yaitu dapat melalui perpaduan berbagai cara atau secara tunggal (Pasetriyani, 2009).

Cara kerja pestisida organik sangat spesifik yaitu :

a. Merusak perkembangan telur, larva dan pupa.
b. Menghambat pergantian kulit.

c. Mengganggu komunikasi serangga.
d. Menyebabkan serangga menolak makan.
e. Menghambat reproduksi serangga betina.
f. Mengurangi nafsu makan.
g. Memblokir kemampuan makan serangga.
h. Mengusir serangga
i. Dapat menghambat perkembangan patogen penyakit.

2.3 Urin sapi

Peternakan sapi perah sudah banyak tersebar di seluruh Indonesia. Dari peternakan sapi perah tersebut banyak mendatangkan keuntungan, antara lain susunya sebagai sumber protein dan kalsium yang menyehatkan untuk diminum dan dapat diolah menjadi berbagai macam makanan. Selain susu, peternakan sapi juga dapat menghasilkan limbah yang berupa kotoran sapi *(feses)* dan air seni sapi *(Urine)* yang cukup mengganggu lingkungan sekitar peternakan (Hadisuwito, 2012).

Urin atau air seni adalah sisa cairan yang diekskresikan oleh ginjal yang kemudian akan dikeluarkan dari dalam tubuh melalui proses urinasi. Ekskresi urin diperlukan untuk membuang molekul-molekul sisa dalam darah yang disaring oleh ginjal dan untuk menjaga homeostasis cairan tubuh. Urin disaring di dalam ginjal, dibawa melalui ureter menuju kandung kemih, akhirnya dibuang keluar tubuh melalui uretra dan urin berasal dari metabolisme nitrogen dalam tubuh (urea, asam urat, dan keratin) serta 90% urin terdiri dari air. Urin yang dihasilkan oleh hewan ternak dapat dipengaruhi oleh makanan, aktivitas ternak, suhu eksternal, konsumsi air, musim dan lain sebagainya (Sudana, 2015). (Guyton, 1996).

Limbah urin sapi sangat bermanfaat bagi tanaman. Dilihat dari segi ekonomis, limbah ternak sapi merupakan barang bernilai yang seharusnya dapat di manfaatkan untuk kepentingan dan kesejahteraan hidup petani dipedesaan pada umumnya. Hasil rata-rata urin hewan sapi ternak adalah 8 liter/hari/ekor sapi dewasa (Marjuki, 1999). Bagi industri peternakan, urin merupakan komoditas yang sangat potensial untuk menghasilkan nilai ekonomis yang tinggi. Rasio feses

dan urin yang dihasilkan oleh beberapa hewan ternak adalah sebagai berikut : Babi 1,2 : 1 (55% feses, 45% urin), Sapi Potong 2,4 : 1 (71% feses, 29% urin), Domba 1:1 (50% feses, 50% urin), dan sapi perah 2,2 : 1 (69% feses, 31% urin) (Rinekso et al, 2011).

Urin sapi sebagai pestisida alami tidak menimbulkan efek buruk bagi tanaman dan lingkungan sekitar. Justru urin sapi mengandung bahan alami dengan kandungan senyawa bersifat fitotoksik atau mengatur tumbuh tanaman. Selain itu pestisida alami ini dapat mencegah dan sekaligus menghambat perkembangan dari jenis penyakit, hama, dan jamur serta berbagai hewan penggangu tanaman holtikultura pada khususnya (Sumardi 2005).

2.3.1 Kandungan Urin Sapi

Jumlah kandungan urin yang dihasilkan tiap hewan ternak dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2.2 Kandungan Urin pada Hewan Ternak

Nama ternak dan kotorannya	Nitrogen (%)	Fosfor (%)	Kalium (%)	Air (%)
Kuda	1,40	0,02	1,60	90
Kerbau	0,50	0,15	1,50	92
Sapi	0,50	0,15	1,50	92
Kambing	1,50	0,13	1,80	85
Domba	1,35	0,05	2,10	85
Babi	0,40	0,10	0,45	87
Ayam	1,00	0,80	0,40	55

(Sumber: Lingga, 1991)

Urin yang dihasilkan hewan ternak sebagai hasil metabolisme mempunyai nilai yang sangat bermanfaat yaitu :

1. Kadar N dan K yang sangat tinggi
2. Urin mudah diserap tanaman
3. Urin mengandung hormon pertumbuhan (Sastrosoedirjo dan Rifai, 1981).

Urin sapi juga mengandung unsur-unsur kimia yang sangat dibutuhkan oleh tanaman seperti (N, P, K, Ca, Mg) yang terikat dalam bentuk senyawa

organik antara lain Urea, Amonia, Kreatinin, Keratin dan Asam. Kandungan unsur hara urin pada hewan ternak tergantung pada mudah atau sukarnya makanan dalam perut hewan pada saat proses pencernaan (Sutedjo, 1994).

Pada saat keluar dari tubuh makhluk hidup, urin berubah sifatnya menjadi basa dan baunya menjadi menyengat karena berubah menjadi amonia. Dan karena Amonia memiliki bau yang sangat khas, urin ternak sapi juga dapat berfungsi sebagai pengendali hama tanaman dari berbagai macam hama serangga (Phrimantoro dan Indriyani, 1994).

Sudah diketahui sejak lama bahwa walang sangit tertarik dengan bahan-bahan yang membusuk ataupun yang menyengat (Kalshoven, 1981), bahkan petani sudah banyak yang memanfaatkan untuk mengendalikan populasi hama walang sangit tersebut. Salah satu caranya adalah dengan memasang bahan-bahan yang sedang membusuk seperti terasi, *burus*, kepiting, dan kotoran ayam ras (Suhardi, 1996) dan beberapa gulma air (Israel dan Rao *cit*. Srivastava dan Saxena, 1964) di dekat malai. Sampai saat ini belum diketahui mengapa walang sangit menyukai bahan-bahan tersebut, tetapi diduga hal ini diperantarai oleh senyawa volatil.

Identifikasi senyawa-senyawa volatil yang menarik serangga (hama) sangat penting dilakukan dalam rangka pengelolaan hama serangga (Heath *et al*, 1992). Usaha ini nantinya akan sangat penting dalam rangka pengelolaan hama terpadu yang tidak hanya bertumpu pada penggunaan pestisida sintetik organik. Tetapi salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah keberadaan senyawa volatil (bau) dari tanaman atau bahan lainnya yang berada dalam keadaan campuran (Vinson, 1981). Faktor bau sering berada dalam kombinasi atau komposisi yang khas, berbeda antara satu tanaman atau bahan dengan yang lainnya (Schoonhoven, 1981). Bahkan (Kamm dan Fronk, 1981) menemukan 95 macam senyawa yang berasal dari alfalfa dalam bentuk cairan atau terlarut. Setelah diteliti dalam kaitannya dengan reaksi serangga *Bruchophagus roddi* ternyata 38 senyawa berfungsi sebagai atraktan (penarik), 9 sebagai repelan (penolak), dan sisanya tidak menimbulkan reaksi sama sekali.

Kandungan senyawa volatil, dan senyawa metabolit sekunder ada di dalam urin sapi, oleh karena itu urin sapi dapat berfungsi sebagai atraktan (penarik) pada

hama serangga (Jonker dan Kohn, 2001). Selain itu sebanyak 95% dari komposisi urin adalah berupa air, kemudian urea 2,5%, dan 2,5% lagi campuran mineral, garam, enzim, dan hormone yang baik bagi pertumbuhan tanaman dan tidak merusak pertumbuhan tanaman (Abhishek,T 2010). Oleh karena itu urin sapi yang memiliki bau yang sangat khas dapat dijadikan alternatif pengendalian hama tanaman seperti hal nya perangkap bagi hama yang berupa bau bangkai dan insektisida nabati. Karena walang sangit memiliki daya tarik terhadap bau-bauan yg tidak sedap, seperti bangkai kodok atau bau busuk dan menyengat lainnya (Fikriz *et al*, 2015).

2.4 Deskripsi Pepaya *(Carrica Papaya L)*

2.4.1. Deskripsi dan sistematika

Pepaya (*Carica papaya .L.)* merupakan tanaman yang berasal dari Amerika Tengah. Pepaya dapat tumbuh dengan baik di daerah yang beriklim tropis. Tanaman pepaya disebarluaskan oleh para pedagang Spanyol ke berbagai penjuru dunia. Negara penghasil pepaya antara lain Costa Rica, Republik Dominika, Puerto Riko, dan lain-lain. Sedangkan Brazil, India, dan Indonesia merupakan penghasil pepaya yang cukup besar (Warisno, 2003). Di Indonesia, tanaman pepaya umumnya tumbuh menyebar dari dataran rendah sampai dataran tinggi yaitu sampai ketinggian 1.000 m di atas permukaan air laut. Tanaman ini umumnya diusahakan dalam bentuk tanaman pekarangan atau usaha tani yang tidak terlalu luas.

Pada tahun 1994, produksi buah pepaya di Indonesia mencapai 371.411 ton. Pulau Jawa merupakan sentra produksi utama buah pepaya di Indonesia. Produksi buah ini dari daerah sentranya mencapai 236.628 ton pada tahun 1994. Jumlah tersebut hampir mencapai dua per tiga produksi buah pepaya di Indonesia. Jawa Timur merupakan daerah sentra produksi tertinggi, diikuti Jawa Barat lalu Jawa Tengah.

Buah pepaya tergolong buah yang populer dan digemari oleh hampir seluruh penduduk Indonesia. Daging buahnya yang lunak dengan warna merah atau kuning serta rasanya yang manis dan menyegarkan karena mengandung

banyak air. Nilai gizi buah ini cukup tingggi karena mengandung banyak provitamin A dan vitamin C, juga mineral dan kalsium. Selain itu dengan mengkonsumsi buah ini akan memudahkan buang air besar. Dan karena teksturnya yang lunak serta nilai gizinya yang cukup tinggi maka buah ini sangat baik diberikan untuk anak-anak dan orang berusia lanjut (Kalie, 1998).

Contoh tanaman yang dapat digunakan sebagai pestisida yaitu Tanaman pepaya (*Carrica papaya*) (Ellyke dkk, 2005). Getah pepaya mengandung kelompok enzim sistein protease seperti *papain* dan *kimopapain*. Getah pepaya juga menghasilkan senyawa-senyawa golongan alkaloid, terpenoid, flavonoid dan asam amino nonprotein yang sangat beracun bagi serangga pemakan tumbuhan. (Kotaro Konno *et al,* 2004). Adanya kandungan senyawa-senyawa kimia di dalam tanaman pepaya yang terkandung dapat mematikan organisme pengganggu (Yenie *et al*, 2013).

Gambar 1 Daun Tanaman Pepaya *(Carrica papaya)*
(Sumber : Buku-pestisida.pdf)

Klasifikasi tanaman pepaya (Van steenis dkk, 2008) adalah :

Regnum : *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta*

Class : *Dycotyledoneae*

Ordo : *Cistales*

Family : *Caricaceae*

Genus : *Carica*

Spesies : *Carica papaya. L.*

2.4.2. Morfologi Pepaya *(Carrica papaya.L.)*

Tanaman pepaya merupakan herba menahun, dan termasuk semak yang berbentuk pohon. Batang, daun dan buah pepaya bergetah, tumbuh tegak dan tingginya dapat mencapai 2,5-10 m. Batang pepaya tak berkayu, bulat, berongga dan tangkai dibagian atas terkadang dapat bercabang. Pepaya dapat hidup pada ketinggian tempat 1 m-1.000 m dari permukaan laut dan pada kisaran suhu 22^0 C – 26^0 C (Warisno, 2003).

Pada tanaman pepaya daunnya berkumpul di ujung batang dan ujung percabangan, tangkainya bulat silindris, juga berongga, panjangnya 25-100 cm. Helaian daun bulat telur dengan diameter 25-75 cm, daun berbagi menjari, ujung daun runcing, pangkal berbentuk jantung, warna permukaan atas hijau tua, permukaan bawah warnanya hijau muda, tulang daun menonjol di permukaan bawah daun. Bunga jantan berkumpul dalam tandan, mahkota berbentuk terompet, warna bunganya putih kekuningan (Dalimartha dan Hembing, 1994).

Pepaya memiliki bermacam-macam bentuk, warna, dan rasa. Pepaya muda memiliki biji yang berwarna putih sedangkan yang sudah matang berwarna hitam. Tanaman ini dapat berbuah sepanjang tahun dimulai pada umur 6-7 bulan dan mulai berkurang setelah berumur 4 tahun (Daryono, 1979).

2.4.3 Kandungan Kimia Pepaya *(Carrica papaya)*

Tabel 2.3.3 Analisis Komposisi Buah dan Daun Pepaya

Unsur Komposisi	Buah Masak	Buah Mentah	Daun
Energi (kal)	46	26	79
Air (g)	86,7	92,3	75,4
Protein (g)	0,5	2,1	8
Lemak (g)	*	0,1	2
Karbohidrat (g)	12,2	4,9	11,9
Vitamin A (IU)	365	50	18.250
Vitamin B (mg)	0,04	0,02	0,15
Vitamin C (mg)	78	19	140
Kalsium (mg)	23	50	353
Besi (mg)	1,7	0,4	0,8
Fosfor (mg)	12	16	63

(Sumber : Direktorat Gizi, Depkes RI, 1979)

Keterangan

(*) Sedikit sekali, dapat diabaikan.

Selain kandungan pepaya diatas, terdapat pula bahan aktif berupa Enzim Papain, Flavonoid, Saponin dan Tanin yang efektif untuk mengendalikan hama ulat, hama serangga dan hama penghisap (Juliantara, 2010).

1. Enzim Papain

Enzim papain adalah enzim proteolitik yang berperan dalam pemecahan jaringan ikat, dan memiliki kapasitas tinggi untuk menghidrolisis protein eksoskeleton yaitu dengan cara memutuskan ikatan peptida dalam protein sehingga protein akan menjadi terputus (Nani dan Dian, 1996).

Papain adalah enzim hidrolase sistein protease yang ada pada getah tanaman pepaya, baik di daun, batang maupun buahnya. Getah pepaya mengandung sedikitnya tiga jenis enzim yaitu papain (10%), khimopapain (45%), dan lisozim (20%). Bahan aktif papain dapat memberikan rasa pahit yang sangat efektif untuk mengendalikan hama ulat dan hama penghisap tanaman seperti aphis, rayap, hama kecil dan ulat bulu serta berbagai jenis serangga (Juliantara, 2012).

Enzim papain banyak ditemukan di daun pepaya. Kandungan daun papaya diantaranya senyawa papain yang merupakan racun kontak dan masuk ke dalam tubuh serangga melalui lubang-lubang alami dari tubuh serangga. Senyawa papain juga bekerja sebagai racun perut yang masuknya melalui alat mulut pada serangga. Kemudian cairan tersebut masuk lewat kerongkongan serangga dan selanjutnya masuk saluran pencernaan yang akan menyebabkan terganggunya aktivitas makan pada serangga (Handi Setiawan dan Anak Agung Oka, 2015). Jika pada tahap larva maka dapat menyebabkan ketidakmampuan larva untuk tumbuh, yang mengakibatkan dapat terjadinya kematian pada larva (Mulyana, 2002).

2. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu senyawa yang bersifat racun yang terkandung didalam daun pepaya. Beberapa sifat khas dari flavonoid yaitu memiliki bau yang sangat tajam, rasanya yang pahit, dapat larut dalam air dan

pelarut organik, dan juga mudah terurai pada temperatur tinggi (Kalie, 1996). Flavonoid merupakan senyawa yang bersifat sebagai penghambat makan pada serangga. Selain itu, flavonoid juga berfungsi sebagai inhibitor pernapasan sehingga dapat menghambat sistem pernapasan yang dapat mengakibatkan serangga mati. Bagi tumbuhan pepaya itu sendiri flavonoid juga memiliki peranan penting yaitu sebagai pengatur kerja antimikroba dan antivirus. (Dinata, 2008). Daun pepaya tua dapat digunakan sebagai pestisida organik terhadap Plutella xylostella (serangga tanaman kubis) (Sukorini, 2003).

3. Saponin

Senyawa lain pada daun pepaya yang berperan sebagai insektisida adalah saponin. Saponin merupakan senyawa terpenoid yang memiliki aktifitas mengikat sterol bebas dalam sistem pencernaan, sehingga dengan menurunnya jumlah sterol bebas akan mempengaruhi proses pergantian kulit pada serangga (Dinata, 2009). Saponin merupakan senyawa seperti sabun yang dapat larut dalam etanol dan air (Harborne, 1987). Saponin terdapat pada seluruh akar, daun, batang, dan bunga pada pepaya. Senyawa aktif pada saponin berkemampuan menghasilkan rasa pahit yang dapat menurunkan tegangan permukaan sehingga dapat merusak membran sel pada serangga (Mulyana, 2002).

4. Tanin

Tanin merupakan salah satu senyawa yang termasuk ke dalam golongan polifenol yang terdapat dalam tanaman pepaya. Mekanisme kerja senyawa tanin adalah dengan mengaktifkan sistem lisis sel karena aktifnya enzim proteolitik pada sel tubuh serangga yang terpapar tanin (Utomo dkk, 2010). Senyawa kompleks yang dihasilkan dari interaksi tanin dengan protein tersebut bersifat racun atau toksik yang dapat berperan dalam menghambat pertumbuhan dan mengurangi nafsu makan serangga melalui penghambatan aktivitas enzim pencernaan (Setiyawati, 2009).

Tanin mempunyai rasa pahit, sepat, memusingkan dan memiliki kemampuan menyamak kulit. Tanin terdapat luas dalam tumbuhan berpembuluh, dalam angiospermae terdapat khusus dalam jaringan kayu. Umumnya tumbuhan yang mengandung tanin dihindari oleh hewan pemakan

tumbuhan karena rasanya yang sepat. Salah satu fungsi tanin dalam tumbuhan adalah sebagai penolak hewan herbivor dan sebagai pertahanan diri bagi tumbuhan itu sendiri (Harborne, 1987). Tanin atau lebih dikenal dengan asam tanat, biasanya mengandung 10% H_2O. Struktur kimia tanin adalah kompleks dan tidak sama. Asam tanat tersusun 5 – 10 residun ester galat, sehingga galotanin sebagai salah satu senyawa turunan tanin dikenal dengan nama asam tanat.

2.5 Deskripsi Walang sangit *(Leptocorisa oratorius F.)*

2.5.1. Deskripsi dan Sistematika

Walang sangit, *Leptocorisa oratorius* (F.) merupakan hama utama dari kelompok kepik (Hemiptera) yang merusak tanaman padi di Indonesia. Hama ini merusak dengan cara mengisap bulir padi fase matang susu sehingga bulir menjadi hampa. Serangan berat dapat menurunkan produksi hingga tidak dapat dipanen. Hama ini juga memiliki kemampuan penyebaran yang tinggi, sehingga mampu berpindah ke pertanaman padi lain yang mulai memasuki fase matang susu, akibatnya sebaran serangan akan semakin luas (Mazid dkk, 2010).

Kedudukan taksonomi walang sangit (*Leptocorisa oratorius*) Anonim (2007).

Kerajaan : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Hemiptera
Family : Alydidae
Genus : *Leptocorisa*
Spesies : *Leptocorisa oratorius*

Gambar 2. Walang sangit (*Leptocorisa oratorius)*
(Sumber : Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan)

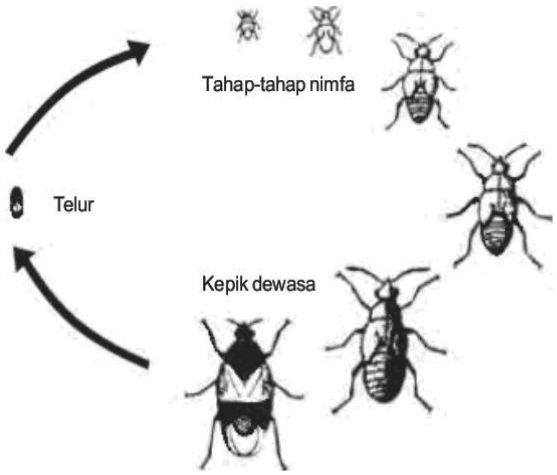
2.5.2 Morfologi dan Daur Hidup

2.5.3 Karakteristik Walang sangit *(Leptocorisa oratorius* F.*)*

Nimfa berukuran lebih kecil dari dewasa dan tidak bersayap. Lama periode nimfa rata-rata 17,1 hari. Pada umumnya nimfa berwarna hijau muda dan menjadi coklat kekuning-kuningan pada bagian abdomen dan sayap coklat saat dewasa. Warna walang sangit ini lebih ditentukan oleh makanan pada periode nimfa. Bagian ventral abdomen walang sangit berwarna coklat kekuning-kuningan jika dipelihara pada padi, tetapi hijau keputihan bila dipelihara pada rumput-rumputan (Goot, 1949 *dalam* Suharto dan Siwi, 1991).

Walang sangit (*Leptocorisa oratorius*) tergolong famili Alydidae, ordo Hemiptera. Binatang ini berbau, hidup bersembunyi direrumputan, tuton, paspalum, alang-alang sehingga berinvasi pada tanaman padi muda ketika bunting, berbunga atau berbuah (Zuliyanty, 2007). Hama ini menyerang pertanaman padi hampir disetiap musim. Hama ini menyerang pertanaman padi setelah padi berbunga.

2.5.4 Siklus hidup Walang sangit *(Leptocorisa oratorius* F.*)*



Gambar 3. siklus hidup walang sangit *(Leptocorisa oratorius)*
(Sumber : Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan)

Siklus hidup walang sangit 35-56 hari dan mampu bertelur 200-300 butir per induk. Kemampuan bertelur yang tinggi ini dapat menyebabkan peningkatan populasi hama walang sangit dengan cepat di pertanaman padi sehingga hal ini akan meningkatkan tingkat serangan (Rajapakse & Kulasekera, 2000)

Walang sangit bertelur pada permukaan daun bagian atas padi dan rumput-rumputan lainnya secara kelompok dalam satu sampai dua baris. Walang sangit mempunyai kemampuan menghasilkan telur lebih dari 100 butir/betina (Kalshoven, 1981). Telur berwarna hitam, berbentuk segi enam dan pipih. Satu kelompok telur terdiri dari 1-21 butir, lama periode telur rata-rata 5,2 hari (Siwi *et al*, 1981). Daur hidup rata-ratamencapai sekitar 5 minggu, dalam keadaan normal, daur hidupnya dapat mencapai 115 hari (Pracaya, 2008). Perbandingan antara jantan dan betina adalah 1:1. Setelah menjadi imago serangga ini baru dapat kawin setelah 4-6 hari, dengan masa pra peneluran 8,1 dan daur hidup walang sangit antara 32-43 hari. Lama periode bertelur rata-rata 57 hari (berkisan antara 6-108 hari, sedangkan serangga dapat hidup selama rata-rata 80 hari (antara 16-134 hari) Serangga dewasa berbentuk ramping dan berwarna coklat, berukuran panjang sekitar 14-17 mm dan lebar 3-4 mm dengan tungkai dan antenna yang panjang. (Siwi *et al*, 1981).

2.5.6 Gejala Serangan dan Kerusakan

Gambar 4 Kerusakan padi akbat serangan hama walang sangit
(Sumber : Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan)

Kerusakan yang hebat disebabkan oleh imago yang menyerang tepat pada masa berbunga, sedangkan nimpa terlihat merusak secara nyata setelah pada instar ketiga dan seterusnya (Kalshoven, 1981). Menurut tingkat serangan dan menurunnya hasil akibat serangga dewasa lebih besar dibandingkan nimfa (Willis, 2001). 5 ekor walang sangit pada tiap 9 rumpun tanaman akan merugikan hasil sebesar 15%, sedangkan 10 ekor pada 9 rumpun tanaman akan mengurangi hasil sampai 25% (Suharto dan Damardjati 1988). Kerusakan yang tinggi biasanya terjadi pada tanaman di lahan yang sebelumnya banyak ditumbuhi rumput-rumputan serta pada tanaman yang berbunga paling akhir (Willis, 2001).

Bulir padi ditusuk dengan rostrumnya, kemudian cairan bulir tersebut diisap (Domingo *et al*, 1982). Akibat serangan hama ini pertumbuhan bulir padi kurang sempurna, biji/bulir tidak terisi penuh ataupun hampa sama sekali. Gejala serangan yang ditimbulkan antara lain bulir padi yang sedang matang susu menjadi hampa karena disiap cairannya, kulit pada bekas tusukan terdapat bercak titik berwarna putih kemudian berubah menjadi coklat kehitaman (Kalshoven, 1981). Dengan demikian dapat mengakibatkan penurunan kualitas maupun

kuantitas hasil pada budidaya tanaman padi (Syaiful Asikin dan M.Thamrin, 2010).

2.6 Bahan Ajar

Bahan ajar adalah seperangkat sarana atau alat pembelajaran yang berisikan materi pembelajaran, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang didesain secara sistematis dan menarik dalam rangka mencapai tujuan yang diharapkan, yaitu mencapai kompetensi atau subkompetensi dengan segala kompleksitasnya (Widodo dan Jasmadi dalam Lestari, 2013). Bahan atau materi pembelajaran pada dasarnya adalah "isi" dari kurikulum, yakni berupa mata pelajaran atau bidang studi dengan topik/subtopik dan rinciannya (Ruhimat, 2011).

Bahan pembelajaran ini dilengkapi dengan tujuan pembelajaran atau kompetensi yang akan dicapai, materi pembelajaran yang diuraikan dalam kegiatan belajar, ilustrasi media, prosedur pembelajaran, latihan yang harus dikerjakan dilengkapi rambu jawaban, tes formatif dilengkapi dengan kunci jawaban, umpan balik, daftar pustaka. Misalnya, modul pembelajaran, audio pembelajaran, video/CD pembelajaran, dan CAI (Dewi laksmi dkk, 2015). Bahan ajar memiliki beragam jenis, ada yang cetak maupun noncetak. Bahan ajar cetak yang sering dijumpai antara lain berupa handout, buku, modul, brosur, dan lembar kerja siswa. Di bawah ini akan diuraikan penjelasan terkait jenis-jenis bahan ajar.

1. Handout

Handout adalah "segala sesuatu" yang diberikan kepada peserta didik ketika mengikuti kegiatan pembelajaran. Kemudian, ada juga yang yang mengartikan handout sebagai bahan tertulis yang disiapkan untuk memperkaya pengetahuan peserta didik (Prastowo dalam Lestari, 2011). Guru dapat membuat handout dari beberapa literatur yang memiliki relevansi dengan kompetensi dasar yang akan dicapai oleh siswa. Saat ini handout dapat diperoleh melalui download internet atau dari berbagai buku dan sumber lainnya.

2. Buku

Buku sebagai bahan ajar merupakan buku yang berisi ilmu pengetahuan hasil analisis terhadap kurikulum dalam bentuk tertulis. Buku disusun dengan

menggunakan bahasa sederhana, menarik, dilengkapi gambar, keterangan, isi buku, dan daftar pustaka. Buku akan sangat membantu guru dan siswa dalam mendalami ilmu pengetahuan sesuai dengan mata pelajaran masing-masing Secara umum, buku dibedakan menjadi empat jenis (Prastowo dalam Lestari, 2011) yaitu sebagai berikut.

a. Buku sumber : yaitu buku yang dapat dijadikan rujukan, referensi, dan sumber untuk kajian ilmu tertentu, biasanya berisi suatu kajian ilmu yang lengkap.
b. Buku bacaan : yaitu buku yang hanya berfungsi untuk bahan bacaan saja, misalnya cerita, legenda, novel, dan lain sebagainya.
c. Buku pegangan : yaitu buku yang bisa dijadikan pegangan guru atau pengajar dalam melaksanakan proses pengajaran.
d. Buku bahan ajar atau buku teks : yaitu buku yang disusun untuk proses pembelajaran dan berisi bahan-bahan atau materi pembelajaran yang akan diajarkan.

3. Modul

Modul merupakan bahan ajar yang ditulis dengan tujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru. Oleh karena itu, modul harus berisi tentang petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, isi materi pelajaran, informasi pendukung, latihan soal, petunjuk kerja, evaluasi, dan balikan terhadap evaluasi. Dengan pemberian modul, siswa dapat belajar mandiri tanpa harus dibantu oleh guru.

4. Lembar Kerja Siswa (LKS)

Lembar Kerja Siswa (LKS) adalah materi ajar yang sudah dikemas sedemikian rupa sehingga siswa diharapkan dapat materi ajar tersebut secara mandiri. Dalam LKS, siswa akan mendapat materi, ringkasan, dan tugas yang berkaitan dengan materi. Selain itu siswa juga dapat menemukan arahan yang terstruktur untuk memahami materi yang diberikan dan pada saat yang bersamaan siswa diberikan materi serta tugas yang berkaitan dengan materi tersebut.

5. Buku Ajar

Buku ajar adalah sarana belajar yang bisa digunakan di sekolah-sekolah dan di perguruan tinggi untuk menunjang suatu program pengajaran dan pengertian moderen dan yang umum dipahami.

6. Buku Teks

Buku teks juga dapat didefinisikan sebagai buku pelajaran dalam bidang studi tertentu, yang merupakan buku standar yang disusun oleh para pakar dalam bidang itu buat maksud dan tujuan-tujuan instruksional yang dilengkapi dengan sarana-sarana pengajaran yang serasi dan mudah dipahami oleh para pemakainya di sekolah-sekolah dan perguruan tinggi sehingga dapat menunjang suatu program pengajaran.

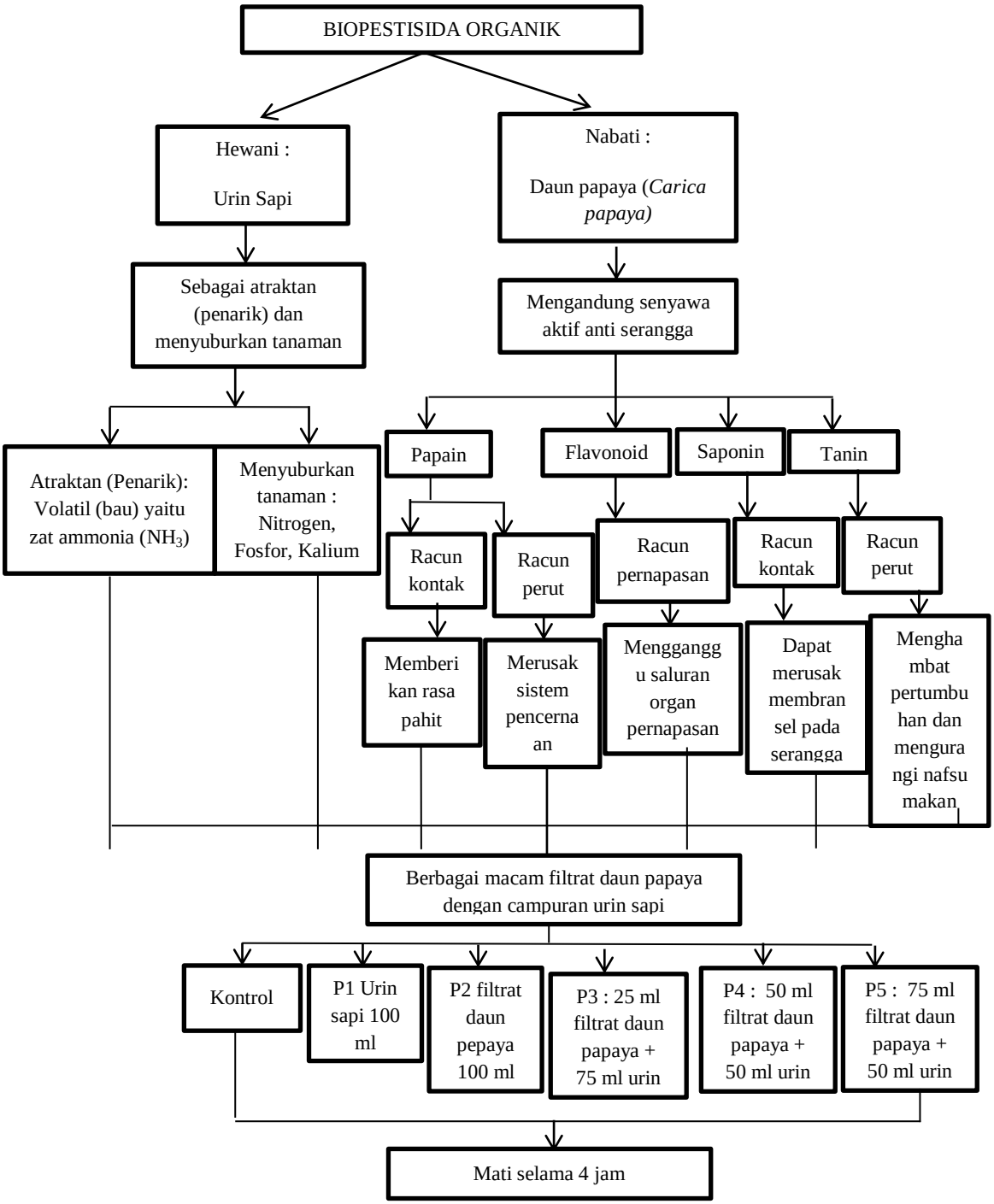
2.7 Kerangka Berfikir

Budidaya padi sering di temukan kendala yang menyebabkan penurunan produktivitas padi seperti hama dan penyakit. Salah satu hama pada tanaman padi yang paling sering menyerang dan menimbulkan kegagalan panen yang cukup drastis adalah hama walang sangit (*Leptocorisa oratorius).* Serangan hama walang sangit (*Leptocorisa oratorius)* seringkali di basmi menggunakan pestisida kimiawi yang berdampak buruk bagi lingkungan. Sedangkan bioinsektisida alami merupakan alternatif biopestisida yang berasal dari hancuran tanaman yang mengandung racun bagi hama serta aman bagi lingkungan.

Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai bioinsektisida alami adalah pepaya (*Carrica papaya*). Bagian tanaman yang dapat digunakan adalah bagian daun yang memiliki kandungan Papain, Flavonoid, Saponin dan Tanin yang berfungsi sebagai racun dan cukup efektif dalam meningkatkan jumlah mortalitas pada hama walang sangit.

Campuran urin sapi sebagai (atraktan) penarik pada hama walang sangit, karena adanya kandungan senyawa volatil (bau) didalamnya. Senyawa-senyawa volatil (bau) yang menarik serangga (hama) walang sangit sangat penting dilakukan dalam rangka pengelolaan serangga hama pada tanaman padi. urin sapi yang memiliki bau yang sangat khas dapat dijadikan alternatif pengendalian hama

tanaman seperti hal nya perangkap bagi hama yang berupa bau bangkai dengan campuran insektisida nabati. Karena walang sangit memiliki daya tarik terhadap bau-bauan yg tidak sedap, seperti bangkai kodok atau bau busuk dan menyengat lainnya.



Gambar 5 Bagan Kerangka Berfikir

2.8 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang dan tinjauan pustaka diatas dapat diusulkan hipotesis sebagai berikut : Ada pengaruh pemberian urin sapi dengan campuran filtrat daun pepaya *(Carrica papaya)* terhadap mortalitas hama walang sangit *(Leptocorisa oratorius).*