

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Jenis Hama

Hama dalam arti luas adalah semua bentuk gangguan baik pada manusia, ternak dan tanaman. Pengertian hama dalam arti sempit yang berkaitan dengan kegiatan budidaya tanaman adalah semua hewan yang merusak tanaman atau hasilnya yang mana aktivitas hidupnya ini dapat menimbulkan kerugian secara ekonomis. Adanya suatu hewan dalam satu pertanaman sebelum menimbulkan kerugian secara ekonomis maka dalam pengertian ini belum termasuk hama. Namun demikian potensi mereka sebagai hama nantinya perlu dimonitor dalam suatu kegiatan yang disebut pemantauan (monitoring). Secara garis besar hewan yang dapat menjadi hama dapat dari jenis serangga, moluska, tungau, tikus, burung, atau mamalia besar. Mungkin di suatu daerah hewan tersebut menjadi hama, namun di daerah lain belum tentu menjadi hama (Dadang, 2006).

B. Pestisida Nabati

Penggunaan pestisida di bidang pertanian telah dimulai sejak beberapa abad yang lalu. Mula-mula orang memakai zat-zat organik yang berasal dari tumbuhan seperti pyrethrum dan nikotin, kemudian unsur belerang dan tembaga disusul dengan penggunaan arsenat timbal. Penggunaan pestisida sintetik dimulai menjelang akhir perang dunia kedua dengan ditemukannya DDT (Oka dan Sukardi, 1982).

Penggunaan pestisida terutama pestisida sintetis telah berhasil menyelamatkan hasil pertanian yang dihancurkan oleh jasad pengganggu, namun menimbulkan dampak negatif terhadap alam, lingkungan maupun manusia. Pengaruh penggunaan pestisida dapat berupa fitotoksik terhadap tanaman, resistensi hama, ledakan hama sekunder dan pengaruh terhadap organisme bukan sasaran (Adisoemarto dkk, 1977; Sudarmo, 1992).

Senyawa produk alami merupakan salah satu alternatif bahan pengendali hama (Rice, 1984). Senyawa ini mudah terurai di alam (*biodegradable*), sehingga tidak mencemari lingkungan, aman bagi manusia dan ternak. Lebih dari 2.400 jenis tumbuhan yang termasuk dalam 235 famili mengandung bahan pestisida (Kardinan, 2000).

Pestisida nabati adalah salah satu pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. Tumbuhan sendiri sebenarnya kaya akan bahan aktif yang berfungsi sebagai alat pertahanan alami terhadap pengganggunya. Bahan pestisida yang berasal dari tumbuhan dijamin aman bagi lingkungan karena cepat terurai di tanah (*biodegradable*) dan tidak membahayakan hewan, manusia atau serangga non sasaran (Dishut, 2009).

Pestisida botani adalah produk alam berasal dari tanaman yang mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung beribu-ribu senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, fenolik dan zat-zat kimia sekunder lainnya. Senyawa bioaktif tersebut apabila diaplikasikan ke tanaman yang terinfeksi berpengaruh terhadap sistem saraf otot, keseimbangan hormon, reproduksi, perilaku berupa penolak, penarik, “anti makan” dan sistem pernafasan OPT. Senyawa bioaktif ini

dapat dimanfaatkan seperti layaknya sintetis, perbedaannya bahan aktif pestisida nabati disintesa oleh tumbuhan dan jenisnya dapat lebih dari satu macam (campuran) (Hidayat, 2001).

Ada 3 jenis moluskisida sintetis yang diperdagangkan, yaitu senyawa-senyawa copper sulfat, pentachlorophenol (PCP) dan metaldehida (Bartik dan Piscak, 1981). Diantara ketiga jenis moluskisida tersebut yang paling berbahaya baik bagi manusia maupun hewan, adalah moluskisida metaldehida karena komponennya terdiri 3,15% metaldehida dicampur dengan 5% *tricalcium arsenate* (arsenik) dengan perparasinya dalam bentuk cairan dan pelet. Bentuk pelet inilah yang paling disenangi oleh hewan, karena bentuk dan rasanya disukai terutama oleh anjing dan kucing, sehingga dapat mengakibatkan keracunan bila mengkonsumsi dalam jumlah banyak (Osweiler *et al.*, 1976).

Para petani banyak menggunakan moluskisida sintetis tersebut dalam penanggulangan hama keong mas yang berkembang biak secara cepat di area pesawahan dan merusak atau memakan batang padi ketika masa awal tanam (padi muda). Dengan demikian keong mas ini selalu muncul tiap tahun, terutama ketika masa tanam padi di sawah yang mengakibatkan para petani akan mengalami gagal panen. Moluskisida sintetis ini cukup berbahaya terutama yang mengandung senyawa metaldehida. Oleh karena itu, banyak dilakukan penelitian terhadap beberapa tanaman (botani) yang mempunyai sifat moluskisida, sebagai upaya pengganti moluskisida sintetis tersebut.

C. Tumbuhan Kluwak

1. Deskripsi dan Morfologi

Kluwak dikenal dengan nama botani *Pangium edule* Reinw. Tumbuh tersebar di seluruh Nusantara, dapat hidup dalam berbagai kondisi tanah dengan ketinggian 300–1000 m, serta dapat hidup lebih dari 100 tahun. Kluwak merupakan salah satu tanaman beracun yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati (Heyne, 1987).

Kedudukan taksonomi kluwak menurut Warintek (2006), adalah sebagai berikut:

| | |
|------------|-------------------------------|
| Divisi | : Spermatophyta |
| Sub divisi | : Angiospermae |
| Kelas | : Dicotyledonae |
| Bangsa | : Cislales |
| Suku | : Flacourtiaceae |
| Marga | : <i>Pangium</i> |
| Jenis | : <i>Pangium edule</i> Reinw. |

Menurut Heyne (1987). Picung sering pula disebut *pucung* (Jakarta) atau *kluwak* (Jawa), *pakem* (didaerah Bali, Jawa, Kalimantan), *pacung* atau *picung* (Sunda), *gempani* atau *hapesong* (Toba), *kayu tuba buah* (Lampung), *Jeho* (Enggano), *kapenceung*, *kapecong* atau *simaung* (Minangkabau), *kuam* (Kalimantan), *pangi* (Minahasa, Ambon), *kalowa* (Sumbawa, Makassar), *ngafu* (Tanimbar), *calli*, *lioja* (Seram), *kapait* (Buru, Aru) *awaran* (Manokwari), *kepayang* (Malaysia) dan *football fruit* (Inggris). Tanaman ini memiliki akar pohon berbentuk tunjang, kuat dan berbanir. Sedangkan batang berkayu, berwarna hijau keputihan sampai abu-abu, berbentuk bulat dan memiliki cabang muda berambut. Pertama kali tanaman ini ditemukan di Malaysia, kemudian meluas

mulai dari Filipina, Indonesia, Papua New Guinea, dan kepulauan Bismarck (Valkenburg dan Bunyapraphatsara, 2001).

Pohon kluwak terdiri dari daun, bunga, buah dan biji yang memiliki karakteristik masing-masing. Daun pada pohon ini tunggal terkumpul pada ujung ranting, berbentuk bulat telur dengan ujung runcing, pangkal tumpul dan tepi rata, pertulangan menjari serta berwarna hijau. Bunga berbentuk tandan, mahkota dengan panjang 5-8 cm, pangkai berambut dan berwarna hijau muda. Buah dari pohon ini berukuran hampir sebesar bola sepak dan berwarna mempunyai permukaan yang kasar, berbentuk bulat telur dengan diameter 10-25 cm dan berwarna coklat. Bijinya keras dan berwarna coklat (Partomiharjo dan Rugayah, 1989). Morfologi biji kluwak dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Morfologi kluwak (Sumber: Dokumentasi pribadi).

Semua bagian dari pohon kluwak baik itu daun, batang maupun buah memiliki sifat racun karena adanya kandungan asam sianida yang tinggi. Namun, diantara beberapa bagian tanaman tersebut, biji muda kluwak merupakan bagian yang paling beracun karena banyaknya kandungan senyawa ginokardin yang termasuk dalam senyawa glikosida hidrosianik. Di dalam tanaman, senyawa ginokardin selalu disertai oleh enzim ginokardase yang berfungsi menghidrolisis

ginokardin untuk menghasilkan asam hidrosianik (Yunita, 2004). Lemak biji picung apabila diasamkan akan menghasilkan asam lemak siklik yang tidak jenuh yaitu asam hidnokarpat ($C_{16}H_{28}O_2$) dan asam khaulmograt ($C_{18}H_{32}O_2$). Asam lemak siklik ini mempunyai sifat antibakteri (Hilditch dan Williams 1964).

Biji picung yang lebih tua mengandung ginokardin yang lebih sedikit dibandingkan dengan biji yang lebih muda. Setelah biji matang, jumlah glikosida berkurang dan pertumbuhan bijinya berhenti. Biji kluwak digunakan antara lain untuk pengawet ikan, eliminasi anjing liar, rodentisida, moluskisida, dan penghambat pertumbuhan bakteri (Elidahanum, 2000). Kandungan sianida tertinggi terdapat dalam biji yaitu rata-rata lebih dari 2.000 ppm, diikuti oleh buah, daun, batang dan akar (Yuningsih, 2007).

2. Komponen Fitokimia Kluwak

Menurut Saputra (2001), di dalam biji kluwak terkandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan kuinon. Senyawa triterpenoid diketahui juga terkandung dalam daging biji kluwak (Setyawan, 2004). Uji fitokimia dengan ekstrak air, etanol, aseton, dan kloroform dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji fitokimia daging biji kluwak

| Golongan Senyawa | Hasil uji | | | |
|------------------|-------------|----------------|----------------|-------------------|
| | Ekstrak Air | Ekstrak Etanol | Ekstrak Aseton | Ekstrak Kloroform |
| Alkaloid | +++ | ++ | +++ | +++ |
| Tanin | + | + | + | + |
| Flavonoid | ++ | ++ | + | + |
| Saponin | + | + | + | - |
| Sianida | + | - | - | - |
| Kuinon | ++ | ++ | ++ | + |

Sumber : Saputra (2001). Ket: +++ = banyak; ++ = cukup banyak; + = sedikit; - = tidak terdapat.

Menurut Sudjana dkk. (2006) dengan metode maserasi diperoleh rendemen tertinggi ketika menggunakan pelarut metanol, yaitu 22.37%. karena metode maserasi tidak melewati tahap pemanasan dibandingkan metode lain. Hal ini menunjukkan adanya senyawa polar yang tidak rusak karena tidak dilakukan pemanasan. Uji fitokimia dengan menggunakan metode maserasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Uji fitokimia ekstrak hasil maserasi

| Golongan senyawa | Maserasi | | |
|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| | Ekstrak metanol | Ekstrak kloroform | Ekstrak n-heksana |
| Alkaloid | +++ | ++ | + |
| Triterpenoid | + | + | - |
| Steroid | + | - | - |
| Flavonoid | + | + | - |
| Tanin | + | - | - |
| Sianida | ++ | ++ | - |

Ket: +++ = banyak; ++ = cukup banyak; + = sedikit; - = tidak terdapat.

Daging biji buah kepayang mengandung saponin, flavonoid, alkaloid dan polifenol (Warintek, 2006). 2.000 lebih spesies tanaman mengandung glikosida sianogen dengan 25 macam sianogennya dan kandungan sianidanya bervariasi. Tanaman tertentu yang mengandung sianogen dapat dikonsumsi manusia, karena sianogennya bersifat nontoksik, tetapi proses hidrolisis oleh enzim yang terdapat dalam tanaman itu sendiri dapat menghasilkan sianida yang toksik (Kwok, 2008).

a. Sianida

Asam sianida adalah suatu asam lemah yang berbentuk cairan pada suhu kamar, mempunyai bau khas dan apabila terbakar mengeluarkan nyala biru.

Senyawa sianida dapat bereaksi dengan beberapa ion logam membentuk senyawa $\text{Fe}(\text{CN})_4^{2-}$ atau $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$.

Sianida yang dihasilkan oleh bahan-bahan nabati bervariasi antara 10-800 mg per 100 g. Biji almond pahit mengandung 250 mg HCN per 100 g. Kandungan sianida dalam ketela pohon (singkong) sangat bervariasi. Kadar sianida rata-rata dalam singkong manis dibawah 50 mg/kg. Menurut FAO, singkong dengan kadar 50 mg/kg masih aman untuk dikonsumsi (Winarno, 1991). Kandungan sianida pada beberapa jenis tanaman dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan sianida pada beberapa jenis tanaman

| Tanaman/bagian tanaman | Kandungan sianida (ppm) | Nama glikosida |
|------------------------------------|-------------------------|----------------|
| Biji almond | 2.500 | Amigdalina |
| Ubi kayu | 530 | Linamarin |
| Sorgum | 2.500 | Durin |
| Lima beans (sejenis kacang polong) | 100-3.120 | Linamarin |

Menurut Heyne (1987), kadar hidrogen sianida yang ada dalam buah kluwak sekitar 1834 ug/g bobot kering. Selain mengandung senyawa golongan glikosida sianogenik, zat glikosida diberi nama linamarin yang berasal dari aseton sianidrin yang bila dihidrolisis akan terurai menjadi glukosa, aseton dan HCN. Rumus molekul linamarin $\text{C}_{10}\text{H}_{17}\text{O}_6\text{N}$ dan mempunyai sifat yang mudah larut dalam air.

Asam sianida ini adalah hasil hidrolisis dari glikosida sianogenik. Kadar hidrogen sianida dalam buah picung sekitar 1834 ug/g bobot kering. Biji dari picung merupakan bagian paling beracun dari tanaman ini, karena banyak

mengandung ginokardin, yaitu suatu glikosida yang mudah melepaskan asam sianida karena hidrolisa oleh enzim ginokardase. Asam sianida yang dilepaskan ini bersifat racun, yang pada konsentrasi rendah dapat menyebabkan orang sakit kepala, pusing, mual dan muntah apabila termakan atau terhirup pernapasan, dan pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kematian. Biji picung di Philipina digunakan sebagai campuran racun anak panah (Kwok, 2008).

Asam sianida yang berada dalam biji picung sangat beracun akan tetapi asam sianida ini dengan mudah dapat dihilangkan karena sifatnya yang mudah larut dalam air dan menguap pada suhu 26°C, sehingga biji picung dapat digunakan sebagai bahan makanan (Vooderman 1899 *dalam* Heyne 1987).

Sianida dalam bentuk gas paling cepat menimbulkan keracunan, diikuti sianida dalam bentuk garam yang mudah larut, dan urutan yang terakhir dalam bentuk sianogen (sianida asal tanaman) (Leybell, 2006). Gas sianida yang dikenal dengan nama zyklon B pernah digunakan Jerman pada perang dunia II. Gas sianida dengan konsentrasi 3.500 ppm (sekitar 3.200 mg/m³) dapat mematikan manusia dalam waktu satu menit karena ion sianida dapat menghentikan sel-sel respirasi dengan cara menghambat enzim sitokrom coksidase (Dwork, 1996). Hubungan antara konsentrasi HCN diudara dengan efek bila seseorang menghirup gas tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan antara konsentrasi HCN di udara dengan efek bila seseorang menghirup gas tersebut

| Konsentrasi (mg/l) | Efek |
|--------------------|--|
| 300 | Kematian dengan cepat |
| 200 | Mati dalam waktu 10 menit |
| 150 | Mati setelah 30 menit |
| 120 – 150 | Sangat berbahaya (fatal) setelah 30-60 menit. |
| 50 – 60 | Dapat bertahan selama 20 menit – 1 jam tanpa pengaruh. |
| 20 – 40 | Gejala ringan setelah beberapa jam |

b. Alkaloid

Komponen alkaloid merupakan golongan senyawa organik yang paling banyak ditemukan di alam. Alkaloid umumnya dapat didefinisikan sebagai substansi dasar yang memiliki satu atau lebih atom nitrogen yang bersifat basa dan tergabung dalam suatu sistem siklis, yaitu cincin heterosiklik. Alkaloid biasanya tidak berwarna dan sebagian besar berbentuk kristal dengan titik lebur tertentu, tetapi ada pula yang berbentuk *amorf* atau cairan pada suhu ruang. Secara organoleptik, alkaloid akan terasa pahit di lidah (Harborne, 1984).

Alkaloid dilaporkan bersifat dan menghambat perkembangan serangga. Nikotin merupakan contoh alkaloid dari tanaman tembakau yang banyak digunakan sebagai insektisida botani dalam mengendalikan berbagai hama. Alkaloid eserin, senyawa aktif yang diperoleh dari tanaman *physostigma venenosum* (Fabaceae) merupakan senyawa model insektisida karbamat yang umum digunakan saat ini. Dengan adanya gugus bernitrogen, cara kerja sejumlah alkaloid mempengaruhi kinerja asetilkolin dalam system syaraf serangga (Robinson, 1991).

Alkaloid sesungguhnya adalah racun, senyawa tersebut menunjukkan aktivitas fisiologis yang luas, hampir tanpa terkecuali bersifat basa, lazim mengandung nitrogen dalam cincin heterosiklis, diturunkan dari asam amino dan biasanya terdapat dalam tanaman sebagai garam asam organik. Protoalkaloid merupakan amin yang relatif sederhana dimana nitrogen-nitrogen asam amino tidak terdapat dalam cincin heterosiklik. Pseudoalkaloid tidak diturunkan dari prekursor asam amino dan biasanya bersifat basa (Lenny, 2006).

Alkaloid dikategorikan sebagai hasil metabolisme sekunder, dimana kelompok molekul ini merupakan substansi organik yang tidak bersifat vital bagi organisme yang menghasilkannya. Dari segi biogenetik, alkaloid diketahui berasal dari sejumlah kecil asam amino yaitu ornitin dan lisin yang menurunkan alkaloid alisiklik, fenilalanin dan tirosin yang menurunkan alkaloid jenis isokuinolin, dan triptopan yang menurunkan alkaloid indol (Lenny, 2006).

Reaksi utama yang mendasari biosintesis senyawa alkaloid adalah reaksi Mannich, dimana menurut reaksi ini suatu aldehid berkondensasi dengan suatu amina menghasilkan suatu ikatan karbon-nitrogen dalam bentuk imina atau garam iminium, diikuti oleh serangan suatu atom karbon nukleofilik yang dapat berupa suatu enol atau fenol. Biosintesis alkaloid juga melibatkan reaksi rangkap oksidatif fenol dan metilasi. Jalur poliketid dan jalur mevalonat juga ditemukan dalam biosintesis alkaloid (Lenny, 2006).

c. Saponin

Saponin merupakan glikosida yang apabila dihidrolisis secara sempurna akan menghasilkan gula dan satu fraksi non-gula yang disebut sapogenin atau genin. Gula-gula yang terdapat dalam saponin jumlah dan jenisnya bervariasi, diantaranya glukosa, galaktosa, arabinosa, ramnosa, serta asam galakturonat dan glukoronat. Sapogenin sendiri dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sapogenin triterpenik dan steroidik (Muchtadi, 1989).

Saponin merupakan agen aktif permukaan dengan sifat yang menyerupai sabun. Saponin larut dalam air, sedikit larut atau tidak sama sekali dalam etanol dan metanol pekat yang dingin. Kehadirannya dapat dideteksi dengan mudah karena komponen ini mampu membentuk busa dan dapat menyebabkan hemolisis sel darah. Hemolisis darah merah oleh saponin ini merupakan hasil interaksi 29 antara saponin dengan senyawa-senyawa yang terdapat pada permukaan membran sel, seperti kolesterol, protein dan fosfolipid. Saponin terkadang bersifat racun pada ternak (saponin pada alfalfa) dan memiliki rasa yang manis (*glycyrrhizin* pada akar kayu manis) (Harborne, 1984).

Senyawa aktif Saponin dalam ekstrak biji teh diduga menyebabkan mortalitas *Pomacea canaliculata* baik jantan maupun betina (Cheeke dan Peter, 1989). Saponin beracun bagi binatang berdarah dingin, mempunyai aktivitas hemolisis, dan dapat merusak sel darah merah, menghambat proses pernapasan dan juga sebagai senyawa protein spesifik yang bersifat racun.

Saponin juga dapat digunakan sebagai agen bioaktif pengendali nyamuk. Hasil penelitian Wiesman dan Chapagain (2003) menunjukkan bahwa ekstrak

saponin yang diisolasi dari *Quillaja saponaria* dan *Balanites aegyptiaca* mampu digunakan sebagai agen pengendali nyamuk *Aedes aegypti* dan *Culex pipiens*, tetapi aman bagi mamalia.

d. Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol alami yang mengandung gugus hidroksi fenolik dan gugus karboksil dengan bobot molekul yang cukup tinggi (500–3000 Dalton) sehingga dapat membentuk ikatan yang stabil dengan protein dan makromolekul lain dalam kondisi yang sesuai (Hidayat, 2003). Senyawa ini terdapat sebagai serbuk *amorf* yang berwarna kekuningan sampai coklat terang dan akan menjadi gelap bila dibiarkan di udara terbuka, mempunyai bau yang khas dan berasa sepat. Berdasarkan struktur kimia dan reaksinya, tanin digolongkan menjadi tanin terhidrolisis (*hidrolyzable tannin*) dan tanin terkondensasi (*condensedtannin*).

Tanin terhidrolisis yang dibagi menjadi galotanin dan elagitanin (Hidayat,2003) dapat dihidrolisis oleh enzim dan asam menjadi senyawa polifenolat dan gula. Tanin terkondensasi yang sering disebut proantosianidin merupakan polimerkatekin dan epikatekin yang banyak terdapat dalam tanaman leguminosa. Sifat kimia tanin yang utama sebagai zat antinutrisi adalah interaksi dengan protein yang membentuk ikatan yang sangat kuat. Interaksi ini disebabkan adanya ikatan kovalen, ikatan hidrogen, dan interaksi hidrofobik (Hidayat, 2000).

Ikatan kovalen terbentuk apabila tanin telah mengalami oksidasi dan membentuk polimer kuinon yang selanjutnya melalui reaksi adisi eliminasi atom N dari gugusamino pada molekul protein menggantikan atom oksigen dari

senyawa polikuinon. Ikatan hidrogen yang terbentuk merupakan ikatan antara atom H yang polar dengan atom O baik dari protein atau tanin. Ketiga interaksi hidrofobik yang terjadi antara gugus nonpolar dari protein (dari asam amino yang memiliki rantai samping non polar) dan tanin (cincin benzena). Adapun yang mendominasi kekuatan ikatan ini adalah ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik. Interaksi tanin-protein sangat dipengaruhi oleh pH lingkungan. Interaksi yang optimal terjadi pada pH isoelektrik protein (Hidayat, 2000).

Nilai pH yang rendah akan menurunkan kekuatan ikatan tanin-protein sebagai akibat adanya efek elektrostatik dari protein. Senyawa tanin biasanya terdapat pada tanaman dan dapat bereaksi dengan kulit hewan mengakibatkan warna coklat, oleh karena itu sering digunakan untuk menyamak kulit. Tanin membentuk warna kehitaman dengan beberapa ion logam misalnya ion besi, kalsium, tembaga dan ion magnesium. Senyawa tanin terdiri dari katekin, leukoantosianin dan asam galat, asam kafeat dan khlorogenat serta ester dari asam-asam tersebut yaitu 3- galloilepikatekin, 3 - galloilgallokatekin, fenilkafeat dan sebagainya (Muctadi, 1989).

Adanya tanin tersebut dapat menyebabkan warna daging biji picung menjadi coklat. Reaksi tersebut dikenal dengan reaksi "*browning enzymatic*", yang terjadi jika dikatalis oleh enzim polifenolase dengan substrat berupa senyawa fenolik (Winarno, 1991).

e. Flavonoid

Flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa polifenol, karena itu larutan ekstrak yang mengandung komponen flavonoid akan berubah warna jika

diberi larutan basa atau ammonia. Flavonoid mengandung sistem aromatik konjugasi dan dapat menunjukkan pita penyerapan yang kuat pada spektrum wilayah UV dan sinar tampak (Harborne, 1984).

Flavonoid umumnya merupakan komponen larut air (polar). Flavonoid pada tanaman berikatan dengan gula sebagai glikosida dan adapula yang berada dalam aglikon. Aglikon flavonoid bersifat agak asam sehingga dapat larut dalam basa. Flavonoid dapat dikelompokkan menjadi 9 kelas, yaitu anthosianin, proanthosianidin, flavonol, flavon, glikoflavon, biflavonil, *chalcone* dan *aurone*, flavanon, serta isoflavon (Harborne, 1984).

Flavonoid memegang peranan penting dalam biokimia dan fisiologi tanaman, diantaranya berfungsi sebagai antioksidan, penghambat enzim, dan prekursor bagi komponen toksik. Flavonoid pada tumbuhan juga berfungsi untuk mengatur pertumbuhan, mengatur fotosintesis, mengatur kerja antimikrobia, antivirus, dan antiserangga (Harborne, 1996).

Penggolongan jenis flavonoid dalam jaringan tumbuhan mula-mula didasarkan kepada telaah sifat kelarutan dan reaksi warna. Kemudian diikuti dengan pemeriksaan ekstrak tumbuhan yang telah dihidrolisis, secara kromatografi satu arah. Flavonoid terdapat dalam tumbuhan sebagai campuran, jarang sekali dijumpai hanya flavonoid tunggal dalam jaringan tumbuhan. Disamping itu, sering terdapat campuran yang terdiri atas flavonoid yang berbeda kelas (Harborne, 1996).

f. Steroid

Steroid merupakan golongan triterpena yang tersusun atas sistem cincin *cyclopentana perhydrophenanthrene*. Steroid pada mulanya dipertimbangkan hanya sebagai komponen pada substansi hewan saja (sebagai hormon seks, asam empedu, dan lain sebagainya), akan tetapi akhir-akhir ini steroid juga ditemukan pada substansi tumbuhan (Harborne, 1984).

Prekursor pembentukan steroid adalah kolesterol atau fitosterol. Menurut Robinson (1991), profil steroid yang terdapat pada hemolimfa *Achatina fulica* (salah satu jenis gastropoda hermaprodit air tawar) meliputi *progesterone*, *17- β -estradiol*, *testosterone*, *4-androstene-dione* dan *cortisol*. *Progesterone* terkandung lebih banyak pada fase jantan dan menurun pada fase betina, dimana saat itu laju konversi kolesterol menjadi *17- β -estradiol* dan *4-androstene-dione* lebih tinggi dibandingkan dengan profil steroid yang lain.

Jumlah steroid yang terdapat pada hemolimfa ini diyakini sebagai hasil mekanisme biosintesis aktif dari gastropoda. Hasil penelitian Silva *et al.* (2002) menunjukkan bahwa komponen steroid yang diekstrak dari daun *Agave attenuata* memiliki aktivitas anti-inflamasi, walaupun aktivitas ini diikuti dengan efek hemolitik yang tidak diinginkan. Komponen steroid dapat meningkatkan aktivitas hemolitik karena steroid memiliki afinitas lebih tinggi dari kolesterol pada membran eritrosit.

g. Triterpenoid

Triterpenoid merupakan komponen dengan kerangka karbon yang tersusun oleh 6 unit isoprene dan dibuat secara biosintesis dari skualen (C₃₀

hidrokarbon asiklik). Triterpenoid memiliki struktur siklik yang kompleks, sebagian besar terdiri atas alkohol, aldehid, atau asam karboksilat. Triterpenoid tidak berwarna, jernih, memiliki titik lebur tinggi dan merupakan komponen aktif yang sulit dikarakterisasi. Pengujian yang telah digunakan secara luas untuk mendeteksi triterpenoid adalah dengan pereaksi Liebermann-Burchard, yang memberikan warna biru-hijau pada triterpenoid dan steroid. Triterpenoid dapat digolongkan menjadi 4 grup komponen, yaitu triterpenoid sebenarnya, steroid, saponin dan *cardiac glycoside*. Triterpenoid umumnya memiliki rasa yang pahit (Harborne, 1984).

h. Polifenol

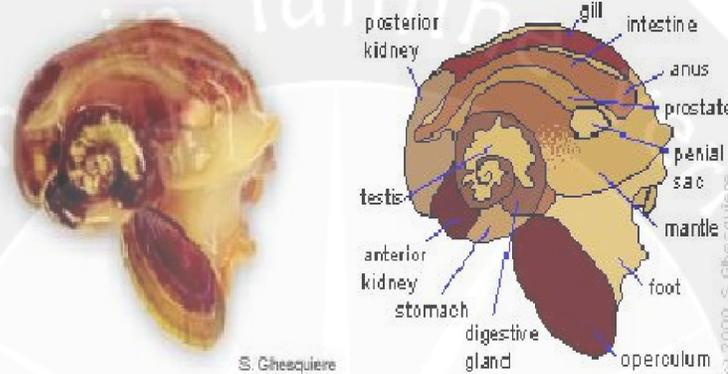
Polifenol adalah kelompok zat kimia yang ditemukan pada tumbuhan. Zat ini memiliki tanda khas yaitu memiliki banyak gugus fenol dalam molekulnya. Polifenol sering terdapat dalam bentuk glikosida polar dan mudah larut dalam pelarut polar. Polifenol berperan dalam memberi warna pada suatu tumbuhan seperti warna daun saat musim gugur. Polifenol banyak ditemukan dalam buah-buahan, sayuran serta biji-bijian. Polifenol membantu melawan pembentukan radikal bebas dalam tubuh (Arnelia, 2002). Senyawa polifenol ini larut dalam senyawa polar tetapi tidak larut dalam senyawa non polar (Hidayat, 2003).

D. Hewan Uji Keong Mas

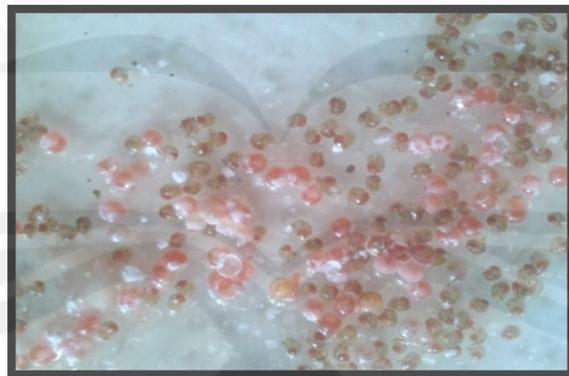
1. Deskripsi dan Morfolog

Keong mas merupakan hewan herbivora yang sangat rakus dan bersifat nokturnal. Keong mas dapat menghancurkan semaian padi yang baru ditanam

selama masih terdapat air dalam sawah tersebut. Keong mas memotong pangkal semaian padi muda dengan menggunakan gigi radula dan mengunyah pelepah daun padi yang lunak (Joshi, 2005). Gambar morfologi dan anatomi siput dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3:



Gambar 2. Anatomi keong mas
(Chesquiers, 2000)



Gambar 3. Morfologi keong mas
Dokumentasi pribadi

Morfologi siput terdiri dari sulur, seluk badan yang terdiri dari kolumela, bibir luar, mulut cangkang, dasar, pusar dan anatomi dari siput terdiri dari operculum, kaki, mantel, prostat, anus, *penial sac*, *intestine*, *gill*, *posterior kidney*, testis, *anterior kidney*, perut, *digestive gland* (Heryanto dkk, 2003).

Kedudukan taksonomi keong mas menurut Cowie dkk (2007) ; (Djajasmita, 1999) adalah sebagai berikut:

Keong mas termasuk
 Filum : Molluska
 Kelas : Gastropoda
 Ordo : Mesogastropoda
 Famili : Ampullariidae
 Genus : *Pomacea*
 Spesies : *Pomacea canaliculata* Lamarck, 1804 (Dharma, 2005).

Keong mas dewasa memiliki cangkang berwarna coklat dan daging berwarna putih krem hingga emas kemerah-merahan atau oranye. Ukuran tubuh keong mas sangat beragam dan bergantung pada ketersediaan makanan. Ukuran diameter cangkang keong mas dapat mencapai 4 cm dengan berat 10-20 gram (Ardhi, 2008). Morfologi dan populasi telur keong mas dewasa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Morfologi dan populasi telur keong mas dewasa (Soejitno dkk.,1993).

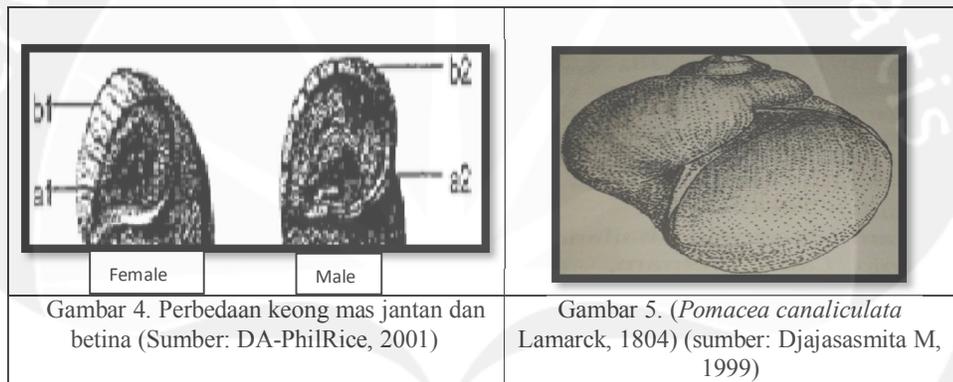
| No | Parameter | N | Kisaran | Rata-rata | Sd |
|----|---|----|----------|-----------|--------|
| 1 | Panjang cangkang (cm) | 60 | 3-8 | 5,43 | 1,68 |
| 2 | Lebar cangkang (cm) | 60 | 2,5-6 | 3,96 | 1,37 |
| 3 | Tinggi cangkang (cm) | 60 | 1,5-5 | 3,08 | 1,08 |
| 4 | Berat keong mas dewasa (gr) | 60 | 10-130 | 52,67 | 36,64 |
| 5 | Populasi telur per kelompok telur (butir) | 60 | 132-1827 | 737,60 | 557,84 |

Keterangan: n = jumlah sampel, Sd = Standar deviasi/simpangan baku.

Keong mas jantan dan betina memiliki beberapa perbedaan fisik yang dapat dilihat langsung oleh mata biasa. Perbedaan tersebut terletak pada bentuk operkulum dan lengkungan cangkang. Keong mas betina memiliki operkulum berbentuk cekung (a1), sedangkan operkulum berbentuk cembung (a2) dimiliki

oleh keong mas jantan. Cangkang keong mas betina dewasa melengkung ke arah dalam (b1), sedangkan cangkang keong mas jantan dewasa melengkung ke arah luar (b2) (DA-PhilRice, 2001).

Pada sebuah sawah, jumlah keong mas betina diduga memiliki jumlah dua kali lebih banyak. Hal ini mengindikasikan bahwa keong mas jantan tidak memiliki daya tahan hidup selama daya tahan hidup keong mas betina (Joshi, 2005). Perbedaan antara keong mas jantan dan betina, (*Pomacea canaliculata* Lamarck, 1804) dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.

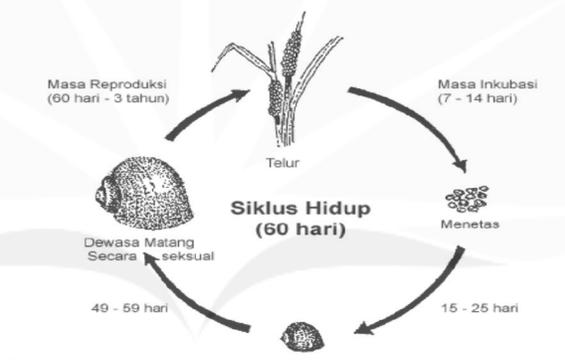


Menurut Soejitno dkk (1993) panjang cangkang keong mas yang baru menetas berukuran 1,7 - 2,0 mm, mempunyai kulit tubuh yang lunak, kemudian mengeras setelah berumur 2 hari. Keong mas yang baru menetas, biasanya hidup dipermukaan air, dan keluar dari permukaan air setelah berukuran 2 - 5 mm.

1. Siklus Hidup Keong Mas

Siklus hidup keong mas bergantung pada temperatur, hujan, ketersediaan air dan makanan. Pada lingkungan dengan temperatur yang tinggi dan makanan yang cukup, siklus hidup pendek sekitar tiga bulan dan bereproduksi sepanjang tahun (Estebenet dan Cazzaniaga, 1992).

Di daerah tropis, keong aktif dan bertelur sepanjang tahun (Scott, 1958 dalam Cazzaniga, 2006). Keong yang berukuran 2,5 cm sudah mulai bertelur. Keong mas cepat besar, dewasa dan rakus makan. Telur diletakkan pada malam hari pada tumbuhan, galengan dan barang lain (seperti ranting, ajir, batu dll) diatas permukaan air. Kelompok telur berwarna jambon kemerah-merahan cerah dan menjadi jambon muda ketika akan menetas. Telur menetas dalam 7 sampai 14 hari. Kelompok telurnya berbentuk lonjong dan berwarna merah jambu menyerupai buah murbei, sehingga disebut pula keong murbai (Soejitno dkk., 1993; Sadeli dkk., 1997). Siklus hidup keong mas dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Siklus hidup keong mas.

Seekor keong mas betina dewasa mampu menghasilkan telur 50-500 butir dalam satu kali bertelur atau 1000-1200 butir dalam sebulan. Telur-telur tersebut mempunyai tingkat kemampuan menetas (*hatching rate*) hingga 80% (DA-PhilRice, 2003; Joshi, 2005).

Kemampuan telur-telur keong mas untuk menetas sangat dipengaruhi oleh kelembaban udara, tingkat oksigen di udara, keberadaan predator terestrial dan kanibalisme keong mas dewasa. Jika telur-telur tersebut terendam air, maka keberhasilan telur-telur tersebut untuk menetas akan berkurang. Telur-telur

tersebut dapat bertahan jika lama waktu telur-telur tersebut tercelup air cukup pendek (Horn dkk., 2008).

Menurut penelitian Hatimah dan Ismail (1989), Keong mas sanggup hidup 2-6 tahun. Pada temperatur 32-36°C dengan kelembaban 80-90% pada pk. 8.00 dan pada temperatur 42-44°C dengan kelembaban 76-80% pada pk. 14.00 di rumah kaca, tiap kelompok telur keong mas berisi 235 hingga 860 butir dengan rata-rata 485 ± 180 butir. Daya tetas berkisar antara 61-75%. Telur menetas setelah 8-14 hari. Pada temperatur 23-32°C, dalam sebulan seekor keong mas dapat bertelur 15 kelompok yang terdiri atas 300 sampai 1.000 butir tiap kelompok. Mortalitas keong sangat rendah, dalam stadia juvenile selama 30 hari survival dari juvenil yang berdiameter 0,5 cm antara 95 sampai 100% (Kurniawati dkk., 2007).

2. Pengendalian Keong Mas

Pemanfaatan tanaman beracun diterapkan untuk mengendalikan populasi keong mas, seperti gugo (*Entada phaseikaudes* K Meer) dan sambong (*Blumea balsamifera*). Bagian tanaman ini, seperti daun dan buah, diletakkan pada kanal yang dibuat untuk menjebak keong mas agar terperangkap dalam kanal tersebut dan memakan tanaman beracun itu (DA-PhilRice, 2001). Dan pengumpulan keong-keong di areal persawahan juga termasuk salah satu usaha pengendalian hama keong mas ini (Nurjanah dkk., 1996). Namun, pengendalian keong mas secara manual belum membantu para petani dalam mengantisipasi keong mas.

Hasil penelitian mengenai daya moluskisida pada beberapa bahan herbal menunjukkan bahwa nilai LC_{50} pada setiap bahan herbal sangat bervariasi sehingga dapat dijadikan pertimbangan dalam pemilihan konsentrasi yang

diberikan. Penelitian Ardiansyah menunjukkan nilai $LC_{50-24 \text{ jam}}$ ekstrak daun mimba terhadap anakan siput murbei adalah 25,64873%. Penelitian Yunita (2004) menunjukkan nilai LD_{50} adalah 274,26 ppm ekstrak metanol biji kluwak merupakan ekstrak teraktif terhadap larva *Artemia salina*.

E. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses penarikan komponen zat aktif suatu bahan dengan menggunakan pelarut tertentu. Tujuan dari proses ini adalah untuk mendapatkan bagian-bagian tertentu dari bahan yang mengandung komponen-komponen aktif (Harborne, 1984). Proses ekstraksi berdasarkan media pengekstraknya dapat dibedakan menjadi empat tipe, yaitu *solvent extraction*, *supercritical fluids extraction*, *steam destilation* dan *headspace techniques* (Beek, 1999).

Menurut Harborne (1987), metode maserasi digunakan untuk mengekstrak jaringan tanaman yang belum diketahui kandungan senyawanya yang kemungkinan bersifat tidak tahan panas sehingga kerusakan komponen tersebut dapat dihindari. Kekurangan dari metode ini adalah waktu yang relatif lama dan membutuhkan banyak pelarut. Ekstraksi dengan metode maserasi menggunakan prinsip kelarutan. Prinsip kelarutan adalah *like dissolve like*, yaitu (1) pelarut polar akan melarutkan senyawa polar, demikian juga sebaliknya pelarut nonpolar akan melarutkan senyawa nonpolar, (2) pelarut organik akan melarutkan senyawa organik.

Berdasarkan penelitian Yunita (2004) metanol merupakan pelarut terbaik untuk mengekstrak daging biji kepayang dengan cara maserasi, sedangkan pelarut heksana dan kloroform baik untuk ekstraksi dengan cara sokletasi.

F. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini. Berdasarkan penelitian Yuningsih (2007) yaitu ekstrak biji kluwak memiliki toksisitas terhadap keong mas dan konsentrasi ekstrak biji kluwak yang paling efektif dalam membunuh keong mas adalah 25 ppm.