

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Umum Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.)

1. Klasifikasi Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.)

Menurut Kresnady (2003), dalam bahasa latin brotowali disebut *Tinospora crispa* (L.) Miers. Sementara itu berdasarkan ilmu taksonomi tumbuhan, brotowali dikelompokkan sebagai berikut:

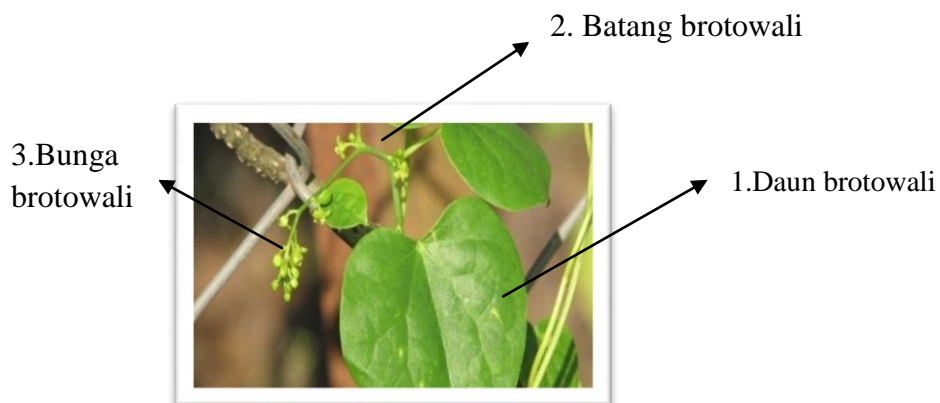
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledon
Bangsa	: Ranunculales
Suku	: Menispermaceae
Marga	: <i>Tinospora</i>
Jenis	: <i>Tinospora crispa</i> (L) Miers.

Menurut Sugandi (2013), brotowali (*Tinospora crispa* (L.)Miers.) merupakan jenis tumbuhan yang mudah ditemukan dan mudah dalam perawatan penanamannya, tumbuh secara liar di hutan, ladang atau ditanam di halaman dekat pagar sebagai tumbuhan obat. Tanaman ini menyukai tempat terbuka yang terkena sinar matahari. Brotowali merupakan tanaman perdu pemanjat. Tingginya mencapai 2,5 m. Batang tanaman ini berduri semu yang lunak serupa bintil-bintil. Daun tunggalnya bertangkai, berbentuk mirip jantung atau agak membulat, dan berujung lancip. Bunganya berukuran kecil, berwarna hijau, dan bertandan semu. Buah brotowali terbentuk dalam tandan dan

berwarna merah muda. Brotowali hidup subur di atas tanah yang gembur, tidak terlalu lembab, cuaca yang agak panas dan ada perlindungan.

Tanaman brotowali (*Tinospora crispa* (L.)Miers.) merupakan tumbuhan liar di hutan, ladang atau ditanam dekat pagar. Biasa ditanam sebagai tumbuhan obat. Menyukai tempat panas, termasuk golongan perdu, memanjat, tinggi batang sampai 2.5 m. Batang sebesar jari kelingking, berbintil rapat, rasanya pahit. Daun tunggal bertangkai berbentuk seperti jantung atau agak bulat telur berujung lancip panjang 7- 12 cm, lebar 5-10 cm. Bunga kecil warna hijau muda berbentuk tandan semu. Diperbanyak dengan stek (Suryawati, 2007).

2. Morfologi Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.)



Gambar 2.1. Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) (Sumber: Setiawati, Murtiningsih, Gunaeni dan Rubiati, 2008)

Morfologi tanaman brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) yaitu :

a. Daun

Daun brotowali (*Tinospora crispa* (L.)Miers.) berdaun tunggal, tanpa stipula, bentuk jantung ujung daun runcing tepi rata, tulang daun menjari

(5-7) tulang daun), ukuran helai daun (6-13 cm) x (7-14) cm, helai daun hijau muda dan halus, tangkai daun panjang (3-11 cm), pangkal, bengkok dan membesar, daun tersusun berseling, bertangkai dan berbentuk seperti jantung atau agak membulat, berujung lancip dengan panjang 7-12 cm dan lebar 5-10 cm. Helaian daun tebal dan kaku, ujung meruncing (acuminatus), pangkal tumpul (obtusus), tepi rata. Pertulangan daun menyirip (pinnate) dengan permukaan atas licin dan bawah halus, berlekuk pada bagian pertulangan (Setiawati dkk, 2008).

b. Batang

Tanaman brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) merupakan tanaman berbentuk semak, merambat pada pohon yang lain. Brotowali memiliki batang atau ranting (bentuk spiral). Batang bulat, warna hijau-cokelat, sukulen (succulent), batang tua disertai benjolan-benjolan (tuberculatum), dari batang dapat keluar akar gantung yang tumbuh dan dapat mencapai tanah batang bulat, berkayu, permukaan berbenjol-benjol, bercabang, hijau jika disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama, keadaan batang cenderung tidak berubah (Setiawati dkk, 2008).

c. Bunga

Tanaman brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) ini berbunga sepanjang tahun. Bunga kecil, berwarna hijau muda atau putih kehijauan. aksiler atau cauliflorous, perbungaan (infloresensi), rasemos (pendulus), bentuk bunga aktinomorf, uniseksual; bunga jantan dengan 6 sepal (hijau), petal 3, sta- men 6, bunga betina jarang ditemukan. Mahkota bunga berwarna putih, kelopak bunga agak menyatu. Bunga brotowali ini memiliki

putik saja. Bunga brotowali termasuk jenis bunga tidak sempurna, karena tidak memiliki bagian-bagian bunga yang tidak lengkap. Ukuran bunga tanaman ini juga terbilang kecil. Bunganya termasuk majemuk tandan semu, letaknya menggantung, dan memiliki warna hijau muda atau putih kehijauan. Pada bunga jantan, bunganya bertangkai pendek, dimana terdapat mahkota yang berjumlah tiga helai dan enam buah kelopak (Sugandi, 2008).

d. Buah

Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) mempunyai buah yang berkumpul dalam tandan. Buah pada brotowali termasuk buah batu. Warna buahnya merah muda dan hijau (Sugandi, 2008).

3. Kandungan Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.)

Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) mengandung damar lunak, pati, glikosida, pikroretosid, zat pahit pikroretin, harsa, alkaloid berberin dan palmatin. Bagian akarnya mengandung alkaloid berberin dan kolumbin. Daun dan batang brotowali mengandung alkaloid, saponin, dan Flavanoid. Alkaloid didefinisikan sebagai senyawa senyawa yang bersifat basa, mengandung atom nitrogen berasal dari tumbuhan dan hewan banyak diantaranya yang mempunyai efek fisiologi yang kuat. Alkaloid merupakan golongan fitoestrogen. Senyawa ini terbukti sebagai racun bagi serangga, insektisida dan membunuh bakteri pada luka serta dimanfaatkan oleh manusia primitif jauh sebelum ilmu kimia organik berkembang. Batang brotowali yang mengandung alkaloida ini dapat juga berperan sebagai antiserang (Elfita, 2014).

Daun dan batang brotowali mengandung alkaloid, saponin dan tannin sedangkan batangnya mengandung flavanoid Batang(*Tinospora crispa*(L.)Miers) mengandung senyawa alkaloid 2,22 %, barberin, zat pahit, kolumbin, glukosid dan pikokarotin (Supriadi, 2001).

Menurut Soenandar (2012) dalam Handayani (2016) senyawa flavanoid bersifat racun syaraf, mempengaruhi respirasi, penghambat perkembangan jangkrik, serta sebagai racun kontak atau racun perut. Racun kontak, insektisida ini masuk ke dalam tubuh serangga melalui permukaan tubuhnya khususnya bagian kutikula yang tipis, misalnya pada bagian daerah perhubungan antara segmen, lekukan-lekukan yang terbentuk dari lempengan tubuh.

Flavanoid adalah salah satu golongan senyawa metabolit sekunder yang banyak terdapat pada tumbuh-tumbuhan dan senyawa flavanoid terbukti merusak system saraf dan mengganggu pernafasan pada serangga. Senyawa saponin merupakan larutan berbuih dan merupakan steroid atau glikosida triterpenoid. Efek negatif dari saponin pada reproduksi hewan diketahui sebagai abortivum, menghambat pembentukan zigot dan anti implantasi. Saponin bersifat sitotoksik terhadap sel terutama yang sedang mengalami perkembangan, seperti pada saat oogenesis, dan merusak bagian morfologi pada serangga (Elfita, 2013).

Flavanoid merupakan senyawa alam yang mengandung 15 atom karbon sebagai rangka dasarnya. Flavonoid termasuk dalam golongan fitoestrogen yaitu sumber estrogen yang berasal dari tanaman yang merupakan senyawa non steroidal dan memiliki aktivitas estrogenic (Wurlina, 2003)

Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) merupakan salah satu tumbuhan obat tradisional yang berpotensi sebagai bahan kontrasepsi alami pada hewan betina dengan 3 komponen utamanya senyawa alkaloid yang memiliki sifat anti proliferasi terhadap sel-sel reproduktif. Pengaruh anti proliferasi dari alkaloid terhadap sel-sel reproduktif berpengaruh terhadap morfologi dari ovarium sebagai tempat keberadaan sel-sel reproduktif. Ekstrak brotowali dapat mengakibatkan gangguan pada kebuntingan yaitu berpengaruh nyata terhadap jumlah corpus Luteum, jumlah fetus hidup, jumlah fetus mati dan embrio resorpsi (Widiana dan Sumarmin, 2015).

4. Manfaat Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.)

Menurut Andareto (2015: 117), “tanaman brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) merupakan tumbuhan obat dari famili Menispermaceae yang serbaguna karena dapat digunakan untuk obat berbagai penyakit seperti rematik, kencing manis, sakit kuning, dan beberapa penyakit lainnya”.

Masyarakat sudah biasa menggunakan tanaman ini untuk pengobatan berbagai macam penyakit. Batangnya digunakan untuk pengobatan rematik, demam, merangsang nafsu makan, sakit kuning, cacingan, dan batuk. Air rebusan daun brotowali dimanfaatkan untuk mencuci luka atau penyakit kulit seperti kudis dan gatal-gatal sedangkan air rebusan daun dan batang untuk penyakit kencing manis. Seluruh bagian tanaman ini bisa digunakan untuk penyakit kolera. Daunnya bisa digunakan sebagai obat gosok untuk mengobati sakit punggung dan pinggang serta air rebusan daunnya bisa juga

digunakan untuk mencuci luka atau penyakit kulit seperti kudis atau gatal-gatal.

B. Kajian Umum Tentang Jangkrik (*Gryllus mitratus*).

1. Klasifikasi Jangkrik (*Gryllus mitratus*).

Menurut Tahani (2013), jangkrik (*Gryllus mitratus*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Orthoptera
Famili : Gryllidae
Genus : *Gryllus*
Spesies : *Gryllus mitratus*

2. Deskripsi Jangkrik (*Gryllus mitratus*).

Menurut Ramadhania dkk (2013), jangkrik (*Gryllus mitratus*) merupakan serangga keluarga *Gryllidae* dan kerabat dekat belalang. Jangkrik merupakan serangga yang mempergunakan suara (gelombang bunyi) sebagai sarana komunikasi diantara sesama jangkrik nonfarmakologik yang tidak ada efek sampingnya dan cukup mudah didapat, serta memiliki keistimewaan pada suaranya.

Jangkrik termasuk bangsa orthoptera, suku *Gryllidae* yang berkerabat dekat dengan belalang, memiliki tubuh rata dan antena panjang. Di Indonesia tercatat lebih kurang 123 jenis dari hasil identifikasi jangkrik yang

dibudidayakan untuk pakan burung dan ikan ditemukan jenis *Gryllus testaceus* walk dan *Gryllusmitratus*. Sosok keduanya memang mirip, namun perbedaannya *G. mitratus* lebih kecil daripada *G.testaceus*. Pada pinggir sayap *G. mitratus* terdapat garis putih, sedangkan *G. testaceus* polos. Selain itu, ovipositor *G. mitratus* lebih pendek daripada *G. testaceus*, perilaku *G. testaceus* lebih agresif dibanding *G. mitratus* yang tampil lebih tenang (Ramadhania dkk, 2013).

Jangkrik(*Gryllusmitratus*), familia *Gryllidae*, adalah serangga yang berkerabat dengan belalang, memiliki tubuh rata dan antena panjang. Sayap depan menutup sayap belakang yang tipis dan transparan. Tipe mulut menggigit dan mengalami metamorfosis tidak sempurna. Hewan ini hidup diberbagai habitat, baik lingkungan basah ataupun lingkungan kering, terutama yang dinaungi rumput. Selain itu, jangkrik dapat ditemukan dirumah-rumah, sisa tanaman yang lembab. Hewan ini aktif dimalam hari dan mampu bergerak dan melompat dengan cepat. Cara merusak tanaman, jangkrik biasanya dengan menggigit dan memotong tanaman pada daun dan batang yang masih muda (Tahani, 2013).

Umumnya jangkrik menyukai sayuran, dedaunan dan buah-buahan. Yang mengandung air untuk makanannya, karena satwa ini tidak minum air seperti hewan lain pada umumnya. Makanan yang disukainya antara lain krokot, sawi, kol, buncis, daun singkong, wortelo, gambas, kangkung, bayam dan jagung muda (Paimin dkk, 1999).

Menurut Ramadhania dkk (2013), daya rusak atau kemampuan merusaknya pada tanaman pangan umumnya dilakukan dengan tiga cara, yaitu:

- a. Menggerigiti bagian-bagian tanaman dari akar sampai kepada kuntum bunga tanaman;
- b. Menggerek dan merusak titik tumbuh tanaman (pucuk);
- c. Menghisap bagian-bagian tanaman yang masih sangat muda.

3. Morfologi Jangkrik (*Gryllusmitratus*)

Menurut Erniwati (2012), tubuh serangga terdiri dari tiga bagian utama yaitu kepala, thoraks dan abdomen. Kutikula dibangun oleh lapisan epikutikula, eksokutula dan endokutikula. Kepala dibangun oleh cranium di mana terletak mulut, antena dan mata. Thoraks terdiri dari tiga segmen prothoraks; mesothoraks, dan metathoraks. Pasangan struktur organ reproduksi terdapat pada bagian abdomen.

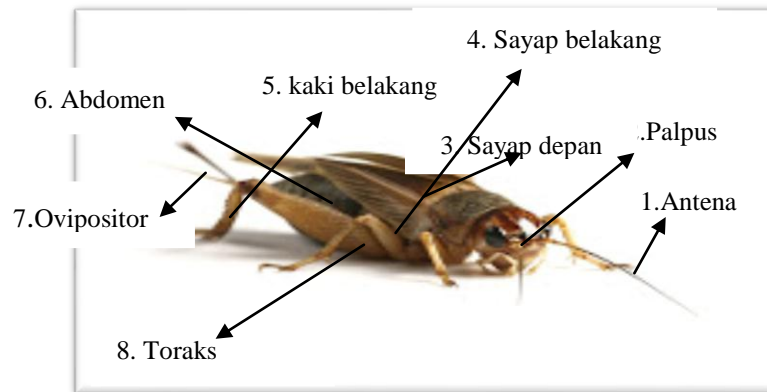
Menurut Rahayu (2004) dalam Pratama (2012), menyatakan bahwa orthoptera berasal dari kata Orhto = lurus dan ptera = sayap. Ordo ini membawahi kelompok insekta yang mempunyai sayap lurus. Pasangan sayap belakang ini saat istirahat dilipat dibawah sayap depan dan ketika terbang berkembang seperti membran. Sayap depan lurus dan kuat biasanya untuk melindungi pasangan sayap yang lebih besar dan tipis seperti membran.

Menurut Erniwati (2012), menyatakan bahwa anggota ortoptera itu adalah insekta peloncat, ada yang kecil dan ada yang besar.

Tulang femur kaki belakang besar. Bermata sederhana atau majemuk. Antena cukup panjang atau panjang sekali. Alat mulut untuk menggigit. Tarsi beruas $3/4$, jarang yang 2. Sayap depan lurus, menyempit dan kuat. Sayap belakang tipis seperti membran dan ketika berhenti terbang terlipat berlapis-lapis. Kadang-kadang sayap tidak ada atau vestigial atau rudimeter. Metamorfosis inkomplekta contoh: belalang (*Dissostura sp.*), jangkrik (*Gryllus mitratus*). Bentuk tubuh bulat panjang dengan kepala hypognathus. Mata majemuk jelas dan besar dengan dua atau tiga mata tunggal (ocelli) atau juga tanpa mata tunggal. Antena relatif panjang dan banyak spesies yang antenanya melebihi panjang tubuhnya dengan ruas yang banyak. Mulut bertipe penggigit pengunyah. Dada mengalami pengerasan yang kuat. Pada orthoptera, serangganya ada yang bersayap ada juga yang tidak bersayap. Serangga yang bersayap terdiri dua pasang sayap. Sayap depan memanjang mempunyai jejari (vena) sayap yang banyak dan teksturnya menebal agak kaku disebut tegmina. Tekstur sayap belakang seperti selaput dan lebar dengan banyak jejari. Tungkai belakang lebih besar dan panjang dari pada kedua tungkai yang depan. Tungkai tersebut dengan femur yang besar untuk meloncat (tipe saltatorial). Terdapat pula dengan jenis dengan tungkai besar dan lebar berfungsi untuk menggali (tipe fossorial) pada Gryllotalpidae.

Pada orthoptera yang menghasilkan suara biasanya terdapat timpana pada ruas abdomen pertama (misal belakang). Pada segmen (ruas) pertama abdomen terdapat suatu membran alat pendengar yang

disebut tympanum.Spiralukum yang merupakan alat pernafasan luar terdapat pada tiap-tiap segmen abdomen maupun thorax.Anus dan alat genitalia luar dijumpai pada ujung abdomen (segmen terakhir abdomen).



Gambar 2.2. Morfologi Jangkrik (*Gryllus pennsylvanicus* Burmeister.)(Sumber: Erniwati, 2012)

4. Fisiologis Jangkrik (*Gryllusmitratus*).

Menurut Dinata (2012), terdapat 5 sistem yang termasuk ke dalam fisiologis jangkrik:

a. Sistem pernafasan (respirasi)

Pernafasan pada serangga dilakukan dengan menggunakan sistem trakea.Udara keluar dan masuk tidak melalui mulut melainkan melalui lubang – lubang sepanjang kedua sisi tubuhnya.Lubang – lubang pernafasan tersebut dinamakan *stigma* atau *spirakel*.Pada masing – masing ruas tubuh terdapat sepasang stigma, sebuah di sebelah kiri dan sebuah lagi di sebelah kanan.Stigma selalu terbuka dan merupakan lubang menuju ke pembuluh trakea.Trakea

bercabang – cabang sampai ke pembuluh halus yang mencapai seluruh bagian tubuh. Udara masuk melalui stigma, kemudian menyebar mengikuti trakea dengan cabang – cabangnya. Jadi, oksigen diedarkan tidak melalui darah melainkan langsung dari pembuluh trakea ke sel – sel yang ada disekitarnya. Dengan demikian cairan tubuh serangga (“darah serangga”) tidak berfungsi mengangkut udara pernafasan tetapi hanya berfungsi mengedarkan sari – sari makanan dan hormon. Proses pernafasan serangga terjadi karena otot – otot yang bergerak secara teratur. Kontraksi otot – otot tubuh mengakibatkan pembuluh trakea mengembang dan mengempis, sehingga udara keluar dan masuk melalui stigma. Pada saat trakea mengembang, udara masuk melalui stigma, selanjutnya masuk ke dalam trakea, lalu ke dalam trakeolus dan akhirnya masuk ke dalam sel – sel tubuh. O₂ berdifusi ke dalam sel – sel tubuh. CO₂ hasil pernafasan dikeluarkan melalui sistem trakea yang akhirnya dikeluarkan melalui stigma pada waktu trakea mengempis.

b. Sistem pencernaan

-Struktur umum saluran pencernaan serangga

Saluran pencernaan pada serangga dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu: saluran pencernaan depan (Stomodeum), saluran pencernaan tengah (Mesenteron), saluran pencernaan belakang (Proktodeum). Saluran-saluran pencernaan tersebut berasal dari turunan yang berbeda, saluran pencernaan depan dan belakang berasal dari

jaringan ektodermal dan saluran pencernaan tengah berasal dari jaringan endodermal. Bentuk saluran pencernaan ini dipengaruhi oleh cara makan dan makanan serangga, sehingga hal ini akan menyebabkan adanya perbedaan-perbedaan (penyesuaian-penyesuaian) diantara bentuk pencernaan serangga.

-Saluran pencernaan depan serangga

Pencernaan depan berasal dari jaringan ektodermal maka saluran pencernaan bagian depan dilapisi kutikula yang disebut intima, yang dilepaskan setiap pergantian kulit. Saluran pencernaan depan lebih berfungsi sebagai penyimpan makanan dan sedikit melakukan pencernaan. Pencernaan pada tempat ini disebabkan masih adanya enzim-enzim yang terbawa dari mulut. Saluran pencernaan depan tersusun dari otot-otot yang memanjang (longitudinal), otot-otot melingkar (circular), sel-sel ephitelium yang pipih, sel-sel yang bersifat impermeable. Akibat pergerakan otot-otot melingkar dan longitudinal menyebabkan makanan dapat bergerak ke saluran tengah. Saluran pencernaan depan terdiri dari beberapa bagian dan fungsi sebagai berikut:

- 1). Rongga mulut sebagai masuknya makanan
- 2). Faring (kerongkongan) merupakan bagian pertama sesudah rongga mulut yang berfungsi sebagai penerus makanan ke oesophagus. Otot-otot yang menempel pada faring berkembang dengan baik, hal ini sesuai dengan perannya yang mendorong makanan dari mulut ke oesophagus. Pada serangga

dengan tipe menusuk dan mengisap pada faring terdapat pompa faringeal yang dipakai untuk mengambil cairan.

- 3). Oesophagus adalah bagian usus depan yang tidak berdiferensiasi yang berfungsi mendorong makanan dari faring ke tembolok.
- 4). Tembolok merupakan pembesaran usus bagian depan yang berfungsi sebagai penyimpan makanan. Seringkali bila tembolok kosong akan melipat secara longitudinal dan transversal tetapi pada Periplanata (Dictyoptera) tembolok hanya mengalami perubahan kecil pada volumenya karena apabila tembolok tidak berisi makanan, tembolok tersebut diisi oleh udara. Pada umumnya sekresi dan penyerapan tidak terjadi di dalam tembolok, tetapi kadang kala terjadi secara enzimatik. Enzim didapat dari makanan yang tercampur air liur yang bergerak ke belakang menuju tembolok serta enzim dari mesenteron yang dimuntahkan dari usus tengah. Walaupun proventrikulus bertindak sebagai klep yang membatasi gerakan-gerakan makanan ke belakang tetapi tidak menghalangi muntahan cairan.
- 5). Proventrikulus, bagian ini mengalami modifikasi yang beraneka ragam pada berbagai serangga. Pada serangga pemakan bahan padat, proventrikulus berfungsi sebagai pemecah makanan, sedangkan pada serangga pemakan cairan proventrikulus termodifikasi menjadi katup. Pada lipas dan jangkrik, intima di

daalm proventrikulus berkembang menjadi enam keping otot yang keras atau geligi yang berfungsi untuk memecah makanan. Proventrikulus secara keseluruhan mengontrol jalannya makanan dari stomadeum ke mesenteron.

- Saluran pencernaan tengah serangga

Saluran pencernaan bagian tengah berfungsi sebagai pencernaan dan penyerap makanan. Saluran ini berasal dari mesodermal sehingga saluran ini tidak memiliki kutikula dan sebagai gantinya adalah lapisan peritropik yang halus. Otot-otot pada saluran ini berkembang. Saluran pencernaan ini disusun oleh otot longitudinal, otot melingkar, sel-sel epityelium yang berbentuk kolumnar, sel-sel regeneratif (penghasil enzim) dan membran peritropik. Pergerakan makanan ke saluran belakang pada saluran ini lebih disebabkan oleh membran peritropik. Membran peritropik adalah suatu lapisan yang meliputi lumen untuk melindungi sel-sel kolumnar yang berada di bawahnya dari makanan dan mikroba. Membran peritropik terdiri atas khitin dan protein. Ada dua pendapat mengenai terjadinya membran tersebut, pendapat pertama mengatakan bahwa lapisan dihasilkan oleh bagian depan saluran pencernaan tengah, sedangkan pendapat kedua mengatakan bahwa lapisan dihasilkan oleh sel-sel kolumnar sendiri. Lumen memiliki mikropili yang merupakan tonjolan-tonjolan pada sel yang dapat membentuk *stereoborder*. Mikropili ini juga berfungsi memperbesar luas permukaan penyerapan. Pada sel-sel ini terdapat

banyak mitokondria sebagai penghasil energi (ATP) untuk pergerakan makanan. Pada sel ini juga terdapat banyak retikulum endoplasma sebagai tempat sintesis protein untuk menghasilkan enzim-enzim pencernaan. Pada sel epitelium yang kolumnar ditemukan sel Goblet. Pada selaput dasar memiliki banyak lekukan-lekukan dan disana banyak terdapat mitokondria yang panjang-panjang sehingga hal tersebut menjadi pembeda dengan sel-sel lain. Saluran pencernaan tengah terdiri dari gastrik kaekum dan ventrikulus, tempat terjadinya pencernaan secara enzimatik dan absorpsi nutrisi.

- Saluran pencernaan belakang serangga

Saluran pencernaan belakang berfungsi sebagai tempat pengeluaran sisa-sisa makanan yang tidak terserap dan memaksimalkan penyerapan sisa makanan yang tidak terserap pada saat di mesenteron. Saluran pencernaan belakang ini berasal dari jaringan ektodermal sehingga saluran ini memiliki kutikula yang disebut intima. Pada saluran inilah sifat homeostasis serangga terdapat. Saluran pencernaan belakang tersusun dari otot melingkar, otot longitudinal, sel-sel epitel tipis yang berbentuk kubus, intima yang bersifat permiabel. Otot-otot pada saluran ini lebih berkembang sehingga dapat menyebabkan sisa makanan dapat bergerak ke belakang dan keluar melalui anus. Saluran pencernaan belakang ini terdiri dari :

- 1). Pylorus, bagian depan dari saluran ini tempat berpangkalnya tabung malphigi
 - 2). Ileum, berfungsi sebagai penyerapan air dari hemolimfa atau juga penyerapan amonia pada serangga “blowfly”. Pada rayap di illeum ini terdapat kantung-kantung tempat organisme lain bersimbiosis
 - 3). Rektum, berfungsi sebagai reabsorpsi air, asam amino dan pada serangga tertentu memiliki insang trakea. Pada rektum ini terjadi diferensiasi sel-sel, ada yang memanjang dan ada yang membentuk bantalan
 - 4). Anus, bagian ujung saluran sebagai tempat keluarnya feces.
- c. Sirkulasi darah jangkrik

Sistem sirkulasi insekta berupa system sirkulasi terbuka dengan organ sebuah jantung pembuluh yang berfungsi mempompa hemolimfa melalui sinus homosol (rongga tubuh).

d. Sistem indera

Serangga memiliki indera penglihatan berupa mata tunggal (oseli), mata majemuk (mata faset) dan ada pula yang memiliki keduanya. Mata tunggal umumnya berbentuk segitiga, mata majemuk terdiri dari ribuan alat penerima rangsangan cahaya yang disebut Omatidium. Setiap omatidium terdiri dari lensa, sel konus, pigmen, sel fotoreseptor, dan jatuh tegak lurus pada lensa.

e. Sistem syaraf

Sistem saraf insekta terdiri dari pasangan tali saraf ventral dengan beberapa ganglia segmental. Beberapa segmen ganglia anterior menyatu membentuk otak yang terletak dekat dengan anten, mata, dan organ indera lain yang terpusat dikepala.

5. Siklus Hidup Jangkrik (*Gryllusmitratus*).

Menurut Ade (2016: 20-25), "siklus hidup jangkrik merupakan tergolong metamorphosis tidak sempurna. Tahapan siklusnya hanya terdiri dari telur, nimfa, (anakan jangkrik), dan jangkrik dewasa. Bagian-bagian tubuh jangkrik juga tumbuh secara perlahan mengikuti siklus hidupnya, Dada, kaki, dan cerci pada jangkrik tumbuh ketika berumur 10-20 hari. Diikuti, dengan pertumbuhan kepala dan perut pada umur 30-40 hari. Sementara itu, bagian sayap, antena, dan ovipositor tumbuh pada umur 41-50 hari.

1. Awal fase kehidupan

Awal fase kehidupan jangkrik ditandai dengan adanya telur. Fase telur dimulai ketika jangkrik betina dewasa mati setelah 7 kali bertelur. Telur jangkrik berbentuk silindris dengan panjang kisaran 2,5-3 mm. Ada tonjolan di bagian atas telur sebagai tempat keluar anakan jangkrik (nimfa). Warna telur yang baru keluar adalah kuning muda bening. Satu hari kemudian, telur akan berubah warna menjadi kuning tua cerah dan bergaris abu-abu.

2. Fase anakan jangkrik (nimfa)

Telur jangkrik yang menetas akan menjadi anakan jangkrik atau nimfa.

Fase ini berlangsung selama 20 hari. Nimfa yang baru menetas akan bergerombol di sekitar telur dan mengisap sisa airan telur. Setelah cairan itu habis, nimfa tersebut akan berpencar ke bagian bawah penetasan telur yang basah dan lembap. Nimfa akan mengalami pergantian kulit sebanyak lima kali. Saat pergantian kulit terakhir kali, nimfa membutuhkan waktu sekitar 13-15 menit, lebih lama dibandingkan dengan pergantian kulit pertamanya. Proses pergantian kulit nimfa diawali dengan mengelupasnya kulit dari depan ke belakang. Pada saat pengelupasan, terjadi kontraksi otot-otot di tubuh jangkrik. Warna tubuhnya putih memucat ketika mengelupas, tetapi akan berubah menjadi coklat muda selang 5-10 menit kemudian. Warna tubuh jangkrik akan kembali normal setelah satu jam berikutnya. Jangkrik pun sudah beraktivitas seperti biasanya.

3. Fase jangkrik muda

Ketika umur 21-40 hari, nimfa akan berubah menjadi jangkrik muda. Jangkrik ini merupakan jangkrik yang belum bersayap. Panen jangkrik dilakukan pada masa ini. Jika sudah bersayap, jangkrik tidak akan laku dijual untuk pakan burung. Pasalnya, daging jangkrik bersayap memiliki tekstur tubuh yang keras sehingga kurang disukai burung kicauan. Jangkrik muda berubah menjadi jangkrik dewasa dan bersayap saat berumur di

atas 40 hari. Pada kondisi ini, jangkrik sudah siap menjadi indukan". Menurut Tahani (2013), pada umur 40 hari atau 1,5 bulan jangkrik merusak tanaman karena jangkrik kekurangan makanan disebabkan populasinya meningkat atau banyak.

Jangkrik betina mempunyai siklus hidup \pm 3 bulan, sedangkan jangkrik jantan kurang dari 3 bulan. Dalam siklus hidupnya jangkrik betina mampu memproduksi lebih dari 500 butir telur. Untuk jangkrik bertelur memerlukan waktu 1-3 hari, telur jangkrik menetas memerlukan waktu sekitar 13-14 hari, dan umur 15-20 merupakan anakan jangkrik (Muhammad, 2011).

6. Ciri-ciri Kematian Jangkrik

Menurut Ade (2016), ciri-ciri kematian pada jangkrik sebagai berikut:

- a. Jangkrik tidak sehat dan kuat lagi seperti gerakan tidak gesit lagi jika disentuh tidak meronta.
- b. Tubuh jangkrik tidak keras dan lunak, lemas karena terlalu banyak mengandung cairan.
- c. Tubuhnya ada yang lepas.
- d. Jangkrik yang mati, bangkainya tampak berair.

C. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan suatu proses penarikan senyawa metabolit sekunder dengan bantuan pelarut. Ekstraksi akan lebih cepat dilakukan pada suhu tinggi, tetapi hal ini dapat mengakibatkan beberapa komponen mengalami

kerusakan. Metode ekstrak yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode maserasi karena metode tersebut merupakan salah satu metode umum dalam proses ekstraksi bahan alam, selain itu metode maserasi lebih sederhana dan mudah. Maserasi merupakan cara sederhana yang dapat dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam pelarut. Pelarut akan menembus dinding sel dan masuk kedalam rongga sel yang mengandung zat-zat aktif sehingga zat aktif akan larut. Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelarut etanol 96% dan air. Etanol merupakan pelarut polar yang banyak digunakan untuk mengekstrak komponen polar suatu bahan alam dan dikenal sebagai pelarut universal. Komponen polar dari suatu bahan alam dalam ekstrak etanol dapat diambil dengan teknik ekstraksi melalui proses pemisahan (Harmita dan Radji, 2008).

Etanol dapat mengekstrak senyawa aktif yang lebih banyak dibandingkan jenis pelarut organik lainnya. Etanol mempunyai titik didih yang rendah yaitu 79^{0C} sehingga memerlukan panas yang lebih sedikit untuk proses pemekatan. Meskipun air mempunyai konstanta dielektrikum paling besar (paling polar) namun penggunaannya sebagai pelarut pengekstrak jarang digunakan karena mempunyai beberapa kelemahan seperti menyebabkan reaksi fermentatif (mengakibatkan perusakan bahan aktif lebih cepat), pembekakan sel dan larutannya mudah terkontaminasi (Sudarmadji, 2003).

Menurut Setiawati dkk (2008), pestisida nabati dapat berfungsi sebagai:

- (1) Penghambat nafsu makan (*anti feedant*) adalah menyebabkan serangga tidak menyukai tanaman, misalnya disebabkan rasa yang pahit.

- (2) Penolak (*repellent*) adalah menolak kehadiran serangga terutama disebabkan baunya yang menyengat.
- (3) Penarik (*attractant*) adalah sebagai pemikat kehadiran serangga yang dapat digunakan sebagai perangkap.
- (4) Menghambat perkembangan adalah mencegah serangga meletakkan telur dan menghentikan proses penetasan telur.
- (5) Pengaruh langsung sebagai racun adalah mengacaukan sistem hormon didalam tubuh serangga.

Menurut FAO (1988) dan US EPA (2002) dalam Asmaliyah dkk (2010), pestisida nabati dimasukkan ke dalam kelompok pestisida biokimia karena mengandung biotoksin. Pestisida biokimia adalah bahan yang terjadi secara alami dapat mengendalikan hama dengan mekanisme non toksik.

D. Penelitian yang Relevan

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Prihastuti dkk (2012), pemanfaatan ekstrak batang tanaman brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) yang paling berpengaruh sebagai lotion anti nyamuk (*Aedes aegypti* L.) adalah ekstrak batang brotowali dengan konsentrasi 30%, dimana tingkat untuk mengusir nyamuk mencapai 85%.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Khaeriyah (2007), pengaruh konsentrasi ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) terhadap jumlah nyamuk *Aedes aegypti* yang hinggap pada tangan manusia adalah

ekstrak batang brotowali dengan konsentrasi 50% , dimana tingkat perlakuan yang paling efektif untuk mengusir nyamuk dari tangan manusia.

Menurut Hemu dkk (2015), dalam penelitiannya tentang uji efektivitas ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) sebagai insektisida nabati terhadap serangga kepinding tanah (*Scotinophara coarctata*) menunjukkan semakin tinggi ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) maka semakin cepat mortalitas pada serangga kepinding tanah (*Scotinophara coarctata*) dengan konsentrasi 75% dengan waktu bunuh paling cepat.

Menurut Utami dan Haneda (2010), dalam penelitiannya tentang potensi pemanfaatan etnobotani dari hutan tropis Bengkulu sebagai pestisida nabati menunjukkan semakin tinggi pemanfaatan etnobotani dari hutan tropis Bengkulu seperti brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) maka semakin cepat mortalitas larva dan perkembangan serangga hama seperti belalang, wereng dan nyamuk dengan konsentrasi 95 % dengan waktu bunuh paling cepat.

Berdasarkan penjelasan di atas batang Brotowali dianggap mampu untuk membasmi hama pada tanaman yang semakin hari mengalami peningkatan dan dapat menimbulkan dampak negatif bagi tanaman dan ekosistem disekitarnya.