

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman tembakau termasuk golongan tanaman semusim, dalam dunia pertanian tergolong kedalam tanaman perkebunan, tetapi bukan merupakan kelompok tanaman pangan. Tembakau dimanfaatkan daunnya sebagai bahan pembuatan rokok. Terdapat lebih dari 50 spesies tembakau yang tergolong genus *Nicotiana*, namun hanya ada 2 spesies yang mempunyai arti ekonomi cukup tinggi, yaitu *Nicotiana tabaccum* L. dan *Nicotiana rustica*. Perbedaan yang mencolok diantara kedua spesies tersebut yaitu kadar nikotinnya (Prabowo, 2007). Permasalahan yang sangat dirasakan pada beberapa tahun belakangan ini adalah rendahnya produktivitas tanaman tembakau, meskipun berbagai usaha telah dilakukan (PTPN II, 2007).

Kementerian Pertanian Republik Indonesia (KPRI), mencatat produktivitas tanaman tembakau dalam kurun waktu lima tahun yaitu sejak tahun 2015-2019 mengalami penurunan. Tahun 2015 KPRI mencatat produktivitas tembakau sebanyak 946 kg.ha<sup>-1</sup>, 2016 sebanyak 934 kg.ha<sup>-1</sup>, 2017 sebanyak 917 kg.ha<sup>-1</sup>, 2018 sebanyak 902 kg.ha<sup>-1</sup> dan tahun 2019 yaitu sebanyak 905 kg.ha<sup>-1</sup> (Direktorat Jendral Perkebunan, 2018). Salah satu penyebabnya yaitu serangan hama dan penyakit. Hama timbul dan berkembang pada suatu tempat dan waktu, tidak lepas dari hubungannya dengan perubahan-perubahan elemen lain pada suatu ekosistem (Ghotama dan Soebandridjo, 1985). Hama tanaman merupakan fenomena ekologis. Eksistensi pemunculannya tidak dapat dilepaskan dari dinamika sistem lokal, nasional, regional, maupun global (Untung, 2006).

Berdasarkan hasil identifikasi terhadap 9 jenis serangga hama pemakan daun, *Spodoptera litura* merupakan salah satu jenis hama pemakan daun yang sangat penting. Kehilangan hasil akibat serangan hama *S. litura* dapat mencapai 85% bahkan dapat menyebabkan kegagalan panen jika tidak dapat dikendalikan (Marwoto dan Suharsono, 2008). Widodo dan Sumarsih (2007) mengatakan bahwa serangan berat *S. litura* mampu menghabiskan seluruh daun tanaman

dalam waktu semalam. Kerusakan pada daun menyebabkan terganggunya proses fotosintesis sehingga tanaman tidak dapat melanjutkan proses perkembangannya untuk menghasilkan bunga, biji dan buah.

*S. litura* termasuk jenis serangga yang mengalami metamorphosis sempurna yang terdiri dari empat stadia hidup yaitu telur, larva, pupa dan imago. Pada siang hari *S. litura* tidak tampak karena umumnya bersembunyi di tempat-tempat yang teduh, di bawah barang dekat leher akar. Pada malam hari *S. litura* akan keluar dan melakukan serangan. Serangga ini merusak pada stadia larva, yaitu dengan memakan daun, sehingga daun menjadi berlubang-lubang. Biasanya dalam jumlah besar *S. litura* bersama-sama pindah dari tanaman yang telah habis daunnya ke tanaman lainnya (Pracaya, 1995).

*S. litura* sering mengakibatkan penurunan produktivitas bahkan sampai terjadi kegagalan dalam panen karena menyebabkan daun menjadi sobek, terpotong-potong, berlubang dan apabila tidak segera diatasi maka daun pada tanaman diareal pertanian akan habis (Samsudin, 2008). *S. litura* bersifat polifag atau mempunyai kisaran inang yang cukup luas, sehingga agak sulit dikendalikan. Selain tanaman dibidang pertanian dan hortikultura, tanaman perkebunan seperti tembakau, kapas dan berbagai jenis gulma seperti *Ageratum* sp pun menjadi sasaran *S. litura* (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Petani hingga kini masih mengandalkan insektisida sintetis dalam pengendalian hama dibandingkan menggunakan insektisida nabati yang lebih aman (Afifah, dkk., 2015). Sampai saat ini pengendalian hama tanaman yang umum dilakukan oleh petani dengan menggunakan pestisida kimia. Selain harganya mahal, pestisida kimia juga banyak memiliki dampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Penggunaan insektisida sintetis dapat menimbulkan dampak negatif seperti meningkatnya jasad pengganggu, resistensi hama sasaran dan terjadinya pencemaran lingkungan, sehingga upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan sistem pengendalian hama terpadu (PHT) (Dewi, 2007).

Melihat adanya beberapa dampak yang diakibatkan dari penggunaan pestisida kimia, maka perlu adanya upaya untuk mencari alternatif lain untuk mengendalikannya. Penanggulangan organisme pengganggu tanaman dapat

menggunakan insektisida nabati sebagai alternatif untuk pengendaliannya. Salah satu upaya yang perlu dilakukan dan diterapkan adalah dengan penggunaan pestisida nabati dari bahan-bahan alami sebagai alternatif pengganti pestisida kimia. Insektisida nabati diartikan sebagai insektisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan dan bersifat racun bagi hama serta didalamnya terdapat senyawa metabolit sekunder dengan berbagai kandungan senyawa bioaktif. Secara ekonomis lebih murah dan mudah untuk didapatkan bahannya serta tidak berbahaya bagi lingkungan dan pengguna. Bagian tanaman yang dapat digunakan untuk insektisida nabati yaitu bunga, buah, biji, kulit batang, daun dan akar. Insektisida nabati dalam mempengaruhi serangga sasaran memiliki sistem kerja antara lain sebagai *repellent*, *antifeedant*, mengganggu proses pencernaan, mengakibatkan kemandulan dan menghambat perkembangan serangga. (Thamrin, dkk, 2013; Indrarosa, 2013).

Menurut Tukumin dan Rijal (2002), insektisida nabati bersifat ramah lingkungan karena bahan ini mudah terdegradasi di alam, sehingga aman bagi manusia maupun lingkungan. Kelebihan lain dari penggunaan insektisida nabati adalah relatif murah dibandingkan dari pestisida kimia dan dapat dibuat sendiri dengan teknologi sederhana, sehingga mudah dilakukan oleh petani kecil karena bahannya ada disekitar lahan pertanian atau tempat tinggal.

Tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati adalah tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg), tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dan tumbuhan gamal (*Gliricidia sepium* (Jacq) Kunth). Menurut Morallo dan Rijesus (1986) tanaman yang paling banyak mengandung bahan insektisida nabati berasal dari family *Asteraceae*, *Fabaceae*, dan *Eurphobiaceae*. Tanaman karet termasuk genus *Hevea* dan tanaman jarak pagar termasuk genus *Jatropha* dan sama-sama masuk kedalam family *Eurphobiaceae*. Bagian tanaman karet dan jarak pagar yang dapat digunakan sebagai bahan baku insektisida nabati adalah bagian biji.

Kandungan senyawa racun yang terdapat pada biji karet adalah HCN (asam sianida) yang berfungsi sebagai racun. Kandungan HCN (asam sianida) yang terdapat pada tanaman berpotensi sebagai racun serangga, HCN (asam sianida) ini bekerja mengganggu sistem syaraf serangga (Ary, dkk, (2015).

Senyawa kimia yang terdapat pada tanaman jarak pagar yaitu kursorin, forbol ester, trigliserida, dll, yang dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati. Ekstrak biji dan daun jarak pagar menunjukkan sifat antimoluska, anti serangga dan anti jamur. Farbol ester dalam jarak pagar diduga merupakan salah satu racun utamanya (Syah, 2006). Hampir semua bagian tanaman jarak pagar mengandung senyawa kimia, misalnya pada daun, buah, biji dan getah. Namun yang dimanfaatkan sebagai insektisida adalah dari biji, karena pada biji tersebut mengandung berbagai senyawa alkaloid, saponin, dan sejenis protein beracun yang disebut kursorin. Biji mengandung 34-45% minyak lemak, yang terdiri dari berbagai trigliserida, asam palmitat, stearate dan kurkanolat (Sinaga, 2010). Kandungan bahan aktif yang terdapat pada daun gamal adalah tannin, dan ekstrak daun gamal ini efektif untuk mengendalikan ulat dan hama penghisap.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan insektisida nabati dari ekstrak biji karet, biji jarak pagar, daun gamal serta campuran dari ketiga bahan tersebut yang efektif dalam pengendalian ulatgrayak (*S. litura* F.) di lapangan.

## **1.3 Kerangka Pemikiran**

Ulat grayak merupakan hama yang menyerang tanaman perkebunan, hama ini merusak pada stadia larva. Kerusakan yang disebabkan akibat serangan hama ini dapat menurunkan produktivitas dan dapat mengakibatkan kegagalan panen, sehingga dapat mengakibatkan kerugian yang sangat besar bagi para petani dari segi ekonomis. Upaya yang dilakukan oleh petani adalah menggunakan insektisida sintetis, karena cara ini dianggap sangat mudah dalam mengendalikan ulat grayak, tetapi cara ini dapat menimbulkan dampak negative yang ditimbulkan dapat berdampak buruk bagi kesehatan si penggunanya maupun bagi lingkungan.

Penggunaan insektisida sintetis yang berlebihan dalam pertanian akan menurunkan produktivitas dan dapat menurunkan kualitas pertanian sehingga tidak baik untuk dikonsumsi. Selain itu, penggunaan insektisida sintetis dapat merusak lingkungan yang akan berdampak buruk pada produktivitas lahan, biaya

yang sangat mahal, timbulnya musuh alami, meningkatnya residu, gangguan kesehatan bagi pengguna dan gejala resistensi hama.

Penggunaan insektisida nabati merupakan cara alternatif dalam mengendalikan ulatgrayak, Karena insektisida nabati dianggap ramah lingkungan dan biaya yang murah serta tidak meninggalkan residu bagi tanaman dan hasil panen. Banyak tanaman yang berpotensi sebagai bahan insektisida nabati salah satunya yaitu tanaman karet, tanaman jarak pagar dan daun gamal. Bagian dari ketiga tanaman ini yang digunakan adalah bagian biji dan daunnya. Biji karet sendiri mengandung HCN (asam sianida) yang cukup tinggi. Kandungan racun sianida yang ada pada biji karet sangat tinggi. Biji jarak pagar juga memiliki beberapa senyawa kimia yang bersifat untuk mengganggu system syaraf pada serangga. Kandungan bahan aktif yang terdapat pada daun gamal adalah tannin, dan ekstrak daun gamal ini efektif untuk mengendalikan ulat dan hama penghisap.

#### **1.4 Hipotesis**

Didapatkan insektisida nabati yang efektif di antara ekstrak biji karet, biji jarak pagar, daun gamal dan ketiga campuran bahan tersebut untuk mengendalikan larva ulatgrayak (*S. litura* F.) di lapangan

#### **1.5 Kontribusi**

Penelitian ini diharapkan memberi kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dalam pengendalian hama secara terpadu kepada para petani dan masyarakat yang membutuhkan tentang penggunaan insektisida nabati dari ekstrak biji karet dan biji jarak pagar untuk mengendalikan ulatgrayak sebagai pengganti insektisida sintetik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Insektisida Nabati

Insektisida merupakan salah satu kelompok pestisida yang berfungsi membunuh serangga. Penggunaan insektisida sintetis (kimia) di Indonesia telah memusnahkan 55% jenis hama dan 72% musuh alami. Penggunaan pestisida sintetis merupakan metode umum dalam upaya pengendalian hama dan penyakit yang menyangkut tanaman pertanian. Kebanyakan pestisida sintetis memiliki sifat non spesifik, yaitu tidak hanya membunuh jasad sasaran tetapi juga membunuh organisme lain. Pestisida sintetis dianggap sebagai bahan pengendali hama penyakit yang paling praktis, mudah diperoleh, mudah dikerjakan dan hasilnya cepat terlihat. Padahal penggunaannya sering menimbulkan masalah seperti pencemaran lingkungan, keracunan terhadap manusia dan hewan peliharaan dan dapat mengakibatkan resistensi bagi serangga hama (Thamrin dkk, 2006).

Tahun-tahun terakhir ini, dikembangkan pendekatan baru yang terpadu untuk pengendalian hama, yang dinamakan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) (Louise dan Bosch, 1990). Menurut Sudarmo (1991) menyebutkan bahwa konsep PHT lahir karena manusia dihadapkan pada masalah besar, yakni pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida. Problema pertanian semakin berkembang dan semakin kompleks. Tujuan dari konsep PHT itu, antara lain mempertahankan dan memantapkan taraf produksi tinggi, meminimalkan kerusakan dan pencemaran lingkungan serta secara ekonomis menguntungkan dan sekaligus melindungi produsen dan konsumen dari pencemaran. Dengan demikian PHT bukanlah suatu eradikasi atau pemberantasan hama, melainkan lebih tepat dikatakan sebagai pembatasan populasi hama.

Penggunaan pestisida sintetis yang berlebihan dapat merusak lingkungan dan kesehatan maka itu diperlukan pengganti pestisida yang ramah lingkungan serta aman bagi kesehatan. Salah satu alternatifnya yaitu penggunaan insektisida nabati. Insektisida nabati adalah insektisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. Tumbuhan sebenarnya kaya akan bahan aktif yang berfungsi sebagai alat pertahanan alami terhadap penggangguannya. Bahan insektisida yang berasal

dari tumbuhan dijamin aman bagi lingkungan karena cepat terurai ditanah dan tidak membahayakan kesehatan hewan dan manusia atau serangga bukan sasaran . Pestisida nabati berfungsi sebagai penolak (*repellent*), penarik (*attractan*), pemandul (*antifertilitas*) atau pembunuh.

Bahan aktif pestisida nabati adalah produk alam yang 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 ketanaman yang terserang OPT, tidak berpengaruh terhadap fotosintesis pertumbuhan ataupun aspek fisiologis tanaman lainnya, namun berpengaruh terhadap system saraf otot, keseimbangan hormone, reproduksi, perilaku berupa penarik, anti makan dan sistem pernapasan OPT.

Menurut Dadang (1999), cara kerja insektisida nabati sangat spesifik, yaitu :

1. Merusak perkembangan telur, larva dan pupa
2. Menghambat pergantian kulit
3. Mengganggu komunikasi serangga
4. Menyebabkan serangga menolak makanan
5. Menghambat reproduksi serangga betina
6. Mengurangi nafsu makan
7. Memblokir kemampuan makan serangga
8. Mengusir serangga dan menghambat perkembangan pathogen penyakit.

## **2.2 Klasifikasi dan Biologi Ulatgrayak**

Kalshoven (1981) menguraikan ulatgrayak diklasifikasikan sebagai berikut

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Arthropoda</i>
Kelas	: <i>Insecta</i>
Ordo	: <i>Lepidoptera</i>
Famili	: <i>Noctuidae</i>
Subfamili	: <i>Amphipyrinae</i>
Genus	: <i>Spodoptera</i>
Spesien	: <i>Spodoptera litura</i> F.

Sebagai anggota ordo Lepidoptera, *S. litura* F. mempunyai tipe metamorphosis sempurna dengan stadia perkembangan telur, larva, pupa dan imago. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa produksi telur dapat mencapai 3.000 butir tiap induk betina yang tersusun atas 11 kelompok dengan rerata 350 butir telur tiap kelompok (Kalshoven, 1981).

### **2.2.1 Telur**

Telur *S. litura* berbentuk hampir bulat dengan bagian dasar melekat pada daun (kadang-kadang tersusun dua lapis), berwarna coklat kekuningan, diletakkan berkelompok masing-masing 25-500 butir telur. Telur diletakkan pada bagian daun atau bagian tanaman lainnya, baik pada tanaman inang maupun bukan inang. Bentuk telur bervariasi. Kelompok telur tertutup bulu seperti beludru yang berasal dari bulu-bulu tubuh bagian ujung ngengat betina, berwarna kuning kecoklatan (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Menurut Pracaya (2007) juga menyebutkan bahwa telur akan menetas sesudah 3-5 hari. Setelah menetas ulat kecil masih tetap berkumpul untuk sementara. Beberapa hari kemudian, ulat tersebar mencari pakan.

### **2.2.2 Larva**

Larva mempunyai warna yang bervariasi, memiliki kalung (bulan sabit) berwarna hitam pada segmen abdomen keempat dan kesepuluh. Pada sisi lateral dorsal terdapat garis kuning. Larva yang baru menetas berwarna hijau muda, bagian sisi coklat tua atau hitam kecoklatan dan hidup berkelompok. Beberapa hari setelah menetas (bergantung pada ketersediaan makanan), larva menyebar dengan menggunakan benang sutera dari mulutnya. Pada siang hari, larva bersembunyi didalam tanah atau tempat lembab dan menyerang tanaman pada malam hari atau pada intensitas cahaya matahari yang rendah. Biasanya ulat berpindah ke tanaman lain secara bergerombol dalam jumlah besar. Stadium larva terdiri atas 5 instar (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Menurut Natawigena (1990) menyatakan bahwa larva *S. litura* memiliki tipe mulut menggigit mengunyah dan dikenal sebagai hama ulatgrayak. Stadia



larva berlangsung sekitar 15 hari kemudian mengalami perubahan bentuk didalam tanah menjadi pupa.

### **2.2.3 Pupa**

Ulat berkepompong didalam tanah membentuk pupa tanpa rumah pupa (kokon), berwarna coklat kemerahan dengan panjang sekitar 1,60 cm. Siklus hidup berkisar antara 30-60 hari. Lama stadium pupa 8-11 hari (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Menurut Pracaya (2007) setelah cukup dewasa, yaitu lebih kurang berumur dua minggu, ulat mulai berkepompong didalam tanah.

### **2.2.4 Imago**

Sayap ngengat bagian depan berwarna coklat atau keperakan, dan sayap belakang berwarna keputihan dengan bercak hitam. Kemampuan terbang ngengat pada malam hari mencapai 5 km (Subiyakto, 1987).

Natawigena (1990) menyebutkan bahwa panjang tubuh ngengat betina kurang lebih 17 mm, sedangkan jantan kira-kira 14 mm. warna ngengat abu-abu dengan tanda bintik-bintik pada bagian sayapnya. Ngengat *S. litura* bertelur 2-6 hari. Rata-rata umur ngengat kurang lebih 4 hari.

## **2.3 Gejala Serangan**

Tanaman yang terserang *S. litura* pada awalnya daun tampak berlubang-lubang kemudian menjadi robek atau terpotong-potong. Serangan *S. litura* yang berat menyebabkan daun tinggal tulang-tulangnya saja. Serangan *S. litura* terjadi secara serentak dalam satu tanaman sampai daun tanaman habis kemudian ulat berpindah ke tanaman lain. *S. litura* menyerang tanaman pada malam hari sedangkan pada siang hari ulat bersembunyi didalam tanah (Siswadi, 2006).

*S. litura* merusak tanaman pada saat stadia larva dengan memakan daun sehingga menjadi berlubang-lubang. Larva menyerang tanaman secara bergerombol, karena telur diletakkan mengelompok (Priyono dan Triwidodo, 1993). Serangan berat *S. litura* mampu menghabiskan seluruh daun tanaman dalam waktu semalam. Gejala serangan tampak pada daun yang tinggal tulang

daunnya saja. Kerusakan pada daun menyebabkan terganggunya proses fotosintesis sehingga tanaman tidak dapat melanjutkan proses perkembangannya untuk menghasilkan bunga, biji dan buah.

## **2.4 Kandungan Biji Karet**

Tanaman karet dapat menghasilkan 800 biji karet untuk setiap pohonnya per tahun. Biji karet selama ini dianggap tidak memiliki nilai ekonomis, hanya dimanfaatkan sebagai benih generatif pohon karet dan selebihnya terbuang sia-sia, padahal biji karet memiliki kandungan minyak nabati yang tinggi (Ly, *et al*, 2001).

Rahmawan dan Mansyur (2008) mengatakan bahwa kelemahan dari biji karet ini adalah adanya HCN (asam sianida) yang merupakan racun apabila dikonsumsi. Menurut (Ly, *et al*, 2001) kandungan yang terdapat pada biji karet, yaitu protein 27%, lemak 32,3%, karbohidrat 15,9%, air 9,1% dan abu 3,96%, dengan kandungan mineral per gram daging biji karet 0,85 mg Ca, 0,01 mg Fe dan 9,29 mg Mg (Eka, *et al*, 2010).

Senyawa sianida dalam biji karet merupakan zat yang dapat meracuni dan dikeanl dengan istilah nama "linamarin". Linamarin termasuk dalam golongan glukosida sianogenik dan biasanya racun ini bersama-sama dengan enzim linase dapat menghidrolisa senyawa sianida (Atklistiyanti, dkk, 2013). Asam sianida hanya dilepaskan apabila tanaman terluka.

Menurut Cereda dan Mattos (1996) asam sianida terbentuk secara enzimatik dari dua senyawa prekursor (bakal racun), yaitu linamarin dan metil linamarin, kedua senyawa ini kontak dengan enzim linamarase dan oksigen dari udara yang merombak menjadi glukosa, aseton dan asam sianida tersebut mempunyai sifat mudah larut dan mudah menguap, sehingga asam sianida akan ikut terbuang dengan air.

Tingginya kandungan asam sianida pada biji karet sangat berbahaya bila dikonsumsi. Asam sianida yang terdapat dalam biji karet bersifat toksik sehingga akan berdampak negatif jika dijadikan bahan pakan (Wizna, dkk, 2000). Gejala keracuna HCN pada ternak yaitu pernapasan cepat, menggigil, napas terasa sakit, kejang-kejang, lemah dan mati. Kematian tersebut karena keracunan ion sianida

yang lepas dari ikatan glukosida sianogenik akibat hidrolisis dalam saluran pencernaan, kemudahan ion sianida tersebut berikatan dengan *cytochrome oksidae* sehingga proses oksidasi tidak bisa berlangsung karena dara tidak bisa mengikat oksigen (Rahmawan dan Mansyur, 2008).

Asam sianida dapat menyebabkan sakit hingga kematian tergantung banyaknya jumlah kandungan sianida yang dikonsumsi. Senyawa sianida dalam keadaan bebas sangat mudah larut dalam air. Senyawa sianida akan terakumulasi di dalam jaringan, tetapi apabila terdapat pada suatu permukaan senyawa ini akan cepat mengalami penguapan. Karena sifatnya sangat mudah larut didalam air, senyawa ini mudah dihilangkan dari bahan (Pambayun, 2007). Asam sianida dalam biji karet dapat dipisahkan dari bahan (biji) melalui beberapa cara, salah satunya dengan cara perendaman (Wizna, dkk, 2000). Maksud dari perendaman adalah supaya terjadi hidrolisa enzimatis pada ikatan sianida untuk menghilangkan atau memisahkan asam sianida dari biji karet karena salah satu sifat dari sianida mudah larut dalam air (Law *et al*, 1967).

Teknik reduksi HCN pada biji karet dapat juga melalui beberapa metode. Pemanasan merupakan salah satu cara untuk menurunkan kadar HCN pada biji karet (Salimon, *et al*, 2012). Akan tetapi menurunkan kandungan asam sianida dengan cara pemanasan tidak efektif karena kandungan sianida yang akan digunakan sebagai bahan insektisida nabati dapat hilang karena proses penguapan. Metode penurunan kadar HCN dapat dilakukan yaitu dengan pencucian atau perendaman sehingga HCN larut dan terbuang dengan air (Karima, 2015). Selain pada biji karet, Nebiyu and Gatachew (2011) melakukan penelitian reduksi HCN pada ketela pohon, perendaman umbi ketela pohon selama 24 jam terbukti dapat menurunkan kadar HCN pada umbi tersebut.

## **2.5 Kandungan Biji Jarak Pagar**

Biji jarak pagar mengandung senyawa racun phorbol ester dan curcin yang bersifat sangat toksik dalam mematikan sel hidup (Wina *et al.*, 2008). Senyawa phorbol ester dapat menghambat enzim protein kinase yang berperan dalam pertumbuhan sel dan jaringan (Aitken, 1986 dalam Evans, 1986). Sedangkan senyawa curcin dapat menghambat penyerapan nutrisi dan mengurangi nitrogen

endogenous sel (Fasina *et al.*, 2004 dalam Wina *et al.*, 2008). Penelitian Pratama, dkk. (2014) menyatakan bahwa berdasarkan uji fitokimia yang telah dilakukan, diketahui bahwa ekstrak biji jarak pagar mengandung senyawa fenol, flavonoid, alkaloid, terpenoid dan saponin yang berpotensi sebagai antimikroba. Menurut Makkar *et al.* (1998) “dalam” Windarwati (2011) juga melaporkan adanya senyawa toksik pada biji jarak pagar diantaranya adalah asam sianat, asam palmitat, 12-deoksil-16-hidroksiforbol (ester forbol), inhibitor tripsin, lektin (curcin) dan saponin. Setyaningsih, dkk. (2013) menyatakan bahwa ekstrak forbol ester memiliki kemampuan membunuh serangga, fungi, dan moluska.

## **2.6 Kandungan Kimia Tumbuhan Gamal**

Hasil analisis fitokimia dari ekstrak daun gamal yaitu mengandung senyawa metabolit yang dapat bersifat toksik sekunder seperti alkaloid, steroid, flavonoid dan tannin.

### **a. Alkaloid**

Alkaloid adalah suatu golongan senyawa organik yang terbanyak ditemukan di alam. Hampir seluruh senyawa alkaloid berasal dari tumbuh-tumbuhan dan tersebar luas dalam berbagai jenis tumbuhan. Semua alkaloid yang ditemukan di alam mempunyai keaktifan biologis tertentu, ada yang sangat beracun tetapi ada pula yang sangat berguna dalam pengobatan. Alkaloid dapat ditemukan dalam berbagai bagian tumbuhan seperti biji, daun, ranting, dan kulit batang.

Alkaloid merupakan senyawa yang mengandung nitrogen yang bersifat basa dan mempunyai aktifitas farmakologis.

### **b. Steroid**

Steroid merupakan hormone pertumbuhan yang mempengaruhi pergantian kulit dengan adanya penambahan steroid yang berasal dari luar akan berpengaruh pada penebalan dinding sel kitin pada tubuh serangga, sehingga serangga menjadi abnormal.

### **c. Flavonoid**

Tanaman gamal memiliki kandungan bahan aktif kumarin. Kumarin merupakan senyawa golongan flavonoid. Flavonoid merupakan metabolit sekunder dari tanaman hijau dengan struktur polifenol. Flavonoid pada tumbuhan umumnya sebagai glikosa yang berperan penting dalam menentukan aktivitas kerja tumbuhan tersebut. Flavonoid termasuk senyawa fenolik pada tumbuhan yang potensial sebagai antioksidan.

Adanya kandungan senyawa flavonoid ini diketahui berpotensi sebagai insektisida, karena kandungan flavonoid ini bersifat racun perut yang bekerja apabila masuk dalam tubuh serangga maka akan mengganggu system pencernaannya, flavonoid merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang bersifat menghambat nafsu makan serangga.

### **d. Tanin**

Senyawa tannin yang terdapat dalam tanaman secara alami memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan protein dan membentuk protein kompleks, demikian pula dengan senyawa pati. Tannin berperan sebagai pertahanan tanaman terhadap serangga dengan cara menghalangi serangga dalam mencerna makanan. Tannin dapat mengganggu serangga dalam mencerna makanan karena tannin akan mengikat protein dalam system pencernaan yang diperlukan serangga untuk pertumbuhan sehingga proses penyerapan protein dalam system pencernaan menjadi terganggu.