

BAB II **TINJAUAN PUSTAKA**

A. Tanaman Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*)

1. Taksonomi dan Morfologi Kedelai

Menurut Adisarwanto (2005) kedudukan tanaman kedelai dalam sistematik tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Rosales
Famili	: Leguminoceae
Sub Famili	: Papilionoideae
Genus	: <i>Glycine</i>
Species	: <i>Glycine max (L.) Merril.</i>

Tanaman kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) merupakan salah satu tanaman sebagai penghasil protein nabati dari jenis kacang-kacangan. Keberadaan kedelai dalam memenuhi kebutuhan pangan memiliki peran penting. Selain sebagai sumber bahan makanan bagi manusia, kedelai juga dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku industri dan untuk pakan ternak (Fahrudin, 2000). Menurut Wahyudin *dkk* (2017) kedelai memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia berada pada posisi ke tiga setelah padi dan jagung. Dalam olahan pangan, kedelai dapat dijadikan menjadi berbagai olahan seperti tahu kecap, tempe, susu kedelai, snack dan lain sebagainya.

Menurut Subaedah *dkk* (2019) Dilihat dari kandungan gizinya, di dalam kedelai terdapat beberapa kandungan gizi yang bermanfaat. Adapun kandungan gizinya berupa karbohidrat, mineral, lemak, fosfor, besi, kalsium, protein, vitamin B, dan dilengkapi juga dengan asam amino lengkap. Namun dari semua kandungan gizi yang ada, terdapat kandungan gizi berupa protein yang paling tinggi yaitu sebanyak 39 %. Bukan hanya itu saja, kedelai mengandung asam-asam tak jenuh dan dalam budidaya ke depannya kedelai sendiri memiliki prospek pemasaran yang bagus bagi kalangan petani.

Tanaman kedelai termasuk tanaman semusim yang berupa semak dengan didukung adanya beberapa komponen morfologi utama yang mendukung adanya pertumbuhan optimal. Adapun morfologinya meliputi akar, daun, batang, buah, polong dan biji.

a. Daun

Daun pada tanaman kedelai memiliki dua bentuk yaitu bulat oval dan lancip. Secara umum bentuk daun pada kedelai bercirikan daun lebar, terdapat stomata, jumlahnya berkisar 190-320 buah/m² (Adisarwanto, 2008).

b. Akar

Sistem perakaran pada kedelai meliputi dua sistem yaitu akar tunggang dan akar serabut. Akar serabut pertama kali muncul di dekat akar tunggang yang tumbuh sekitar 3-4 hari setelah berkecambah dan hanya dapat tumbuh pada kedalaman 20-30 cm. Sementara akar tunggang memiliki pertumbuhan panjang akar berkisar dua meter dan hanya dapat tumbuh pada lapisan tanah kedalaman

30-50 cm (Adisarwanto, 2008). Kemunculan akar kedelai berasal dari belahan kulit biji yang terdapat di sekitar misofil. Pertumbuhan calon akar akan tumbuh dengan cepat masuk ke dalam tanah, sedangkan kotiledon berada di permukaan tanah karena diakibatkan perumbuhan yang cepat dari hipokotil. Kotiledon pada kedelai terdiri dari dua keping (Hidayat, 2000).

c. Bunga

Bunga pada kedelai termasuk ke dalam jenis bunga sempurna. Dikatakan sebagai bunga sempurna karena terdapat 5 helai daun mahkota, 2 helai sayap, 2 helai tunas dan 1 helai bendera. Jumlah benang sari yang dimiliki kedelai yaitu berjumlah 10 buah, 9 buah diantaranya bersatu dan terdapat di bagian pangkal yang membentuk seludang yang melingkari putik (Hidayat, 2000). Tanaman kedelai berbunga di setiap daerah berbeda periode dan cukup lama. Di daerah subtropik waktu berbunga berkisar 3-5 minggu dan daerah tropik seperti Indonesia 2-3 minggu. Bunga pada berbagai macam varietas kedelai memiliki 2 warna yaitu putih dan ungu.

d. Buah

Buah yang dihasilkan dari tanaman kedelai yaitu buah yang berbentuk polong karena kedelai termasuk dalam tanaman jenis kacang-kacangan. Buah polong pada kedelai biasanya jumlah biji berkisar 1-5 buah dalam setiap polongnya dengan memiliki warna yang berbeda pada setiap umurnya. Jika umurnya masih muda buah polong kedelai berwarna hijau dan coklat namun jika umurnya sudah tua akan berubah menjadi kehitaman.

e. Biji

Biji pada tanaman kedelai dari bentuk, ukuran dan warna berbeda beda. Perbedaan semua itu tergantung oleh varietes setiap kedelai. Dari segi bentuknya, biji kedelai ada yang berbentuk bulat lonjong, bulat dan bulat agak pipih. Dari segi warnanya, ada yang berwarna putih kuning, hijau, coklat dan kehitaman. Sementara untuk ukurannya, ada yang berukuran kecil, sedang, dan besar. Di beberapa negara biji kedelai yang masuk dalam kategori biji berukuran besar apabila memiliki ukuran sekitar 25 gram / 100 biji (Hidayat, 2000).

2. Syarat tumbuh tanaman kedelai

Untuk mencapai pertumbuhan optimal, maka kedelai ditanam pada lingkungan yang sesuai dengan syarat tumbuhnya. Syarat tumbuh yang dikehendaki oleh tanaman kedelai salah satunya meliputi faktor iklim. Faktor iklim yang menentukan biasanya seperti lama dan intensitas sinar matahari (panjang hari), kondisi suhu, kelembaban dan curah hujan. Kedelai termasuk golongan yang membutuhkan sinar matahari penuh dan tidak perlu adanya naungan, namun untuk berbunga kedelai tidak mampu terlalu lama terkena sinar matahari melebihi 16 jam karena kedelai tergolong juga tanaman hari pendek. Pada umumnya tanaman kedelai membutuhkan suhu udara tinggi dengan curah hujan (kelembaban) yang relatif rendah. Jika keberadaan suhu udara lebih rendah daripada curah hujannya maka kedelai yang dihasilkan akan mengalami penurunan kualitas (Sumarno dan Manshuri, 2007).

Tanaman kedelai cocok dan mudah beradaptasi di daerah tropis seperti di Indonesia yang daerahnya terbuka dan berhawa panas, terutama di dataran rendah sampai dengan ketinggian 1.200 dari permukaan laut. Untuk suhunya, kedelai dapat tumbuh pada suhu optimum berkisar 25°C – 30 °C dengan curah hujan berkisar 150 – 200 mm per bulannya. Kedelai dalam proses pertumbuhannya memerlukan lamanya penyinaran berkisar 12 jam per hari dengan rata rata kelembaban 65% (Subaedah, *dkk.*, 2019). Menurut Fahrudin (2000) umur tanaman kedelai yang siap panen di daerah dataran tinggi lebih lama 10-20 hari dibandingkan daerah dataran rendah. Pada umumnya tanaman kedelai yang siap panen dicirikan dengan warna polong kuning kecoklatan secara merata, batang mengering dan banyak daun yang mulai menguning dan juga rontok.

Pertumbuhan tanaman kedelai dipengaruhi oleh berbagai jenis tanah. Jenis tanah yang sangat cocok bagi pertumbuhan kedelai ialah jenis tanah Aluvial, regosol, Grumosol, Latosol, dan Andosol. Salah satu syarat jenis tanah yang dapat digunakan sebagai media tanam kedelai adalah jenis tanah yang drainase dan aerasi yang baik (Fahrudin, 2000). Menurut Sumarno dan Manshuri (2007) dalam budidaya kedelai tanah ideal yang sering digunakan yaitu tanah yang teksturnya liat berpasir, liat berdebu berpasir, debu berpasir dan memiliki kandungan bahan organik yang mencukupi baik sedang – tinggi yang berkisar 3-4 % . Tak hanya tanah, pH tanah juga harus diperhatikan dalam budidaya kedelai. pH tanah yang sesuai yaitu berkisar antar 5,8 – 7,0. Sementara

untuk tanah-tanah yang banyak mengandung pasir pertumbuhannya kurang baik (Subaedah, *dkk.*, 2019).

Kedelai memerlukan suhu optimal dalam menuju proses berkecambah yaitu sebesar 30°C. Apabila suhu untuk tumbuh kurang dari 15°C akan berpengaruh pada proses perkecambahan yang berubah menjadi sangat lambat bisa mencapai 2 minggu. Hal ini dikarenakan biji mengalami tekanan saat perkecambahan dalam kondisi kelembaban tanah tinggi yang mengakibatkan respirasi air dari dalam biji terlalu cepat dan banyak menyebabkan biji mati (Adisarwanto, 2004).

B. Varietas Kedelai

Varietas dalam budidaya kedelai sangat berperan penting karena dibutuhkan untuk memperoleh produktivitas yang tinggi. Pemilihan varietas kedelai didasarkan pada potensi hasil yang tinggi per satuan luas, tahan terhadap serangan hama dan penyakit dan kesesuaian terhadap kondisi lingkungan setempat. Dalam rentang waktu 1918 sampai 2015 ada 83 varietas kedelai yang sudah dilepas. Adapun varietas kedelai yang telah dilepas oleh Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-Umbian antara lain sebagai berikut :

1. Dering 1

Dering 1 merupakan salah satu varietas kedelai yang diperoleh dari hasil perkawinan silang tunggal varietas kedelai unggul Davros dengan MLG 298. Pelepasan varietas dering 1 dilaksanakan pada 25 September 2012 dengan SK Mentan yang dikeluarkan yaitu 3259/Kpts/SR.120/9/2012. Varietas ini memiliki tipe pertumbuhan determinit yang dapat berbunga saat umur \pm 35 hari dan dapat

dipanen ketika berumur masak \pm 81 hari. Varietas dering 1 memiliki hipokotil, epikotil dan bunga yang semuanya berwarna ungu. Selain itu pada tanaman kedelai memiliki bulu-bulu halus yang berwarna coklat. Jika dilihat dari daunnya, varietas ini memiliki daun yang berwarna hijau dan bentuknya oval. Varietas ini juga menghasilkan biji yang berbentuk lonjong dengan kulit yang berwarna kuning, berhilum biji coklat tua dan dapat menghasilkan bobot 100 butir biji sebanyak 10,7 gram. Jika dilihat dari kecerahannya kulit biji yang dihasilkan dari varietas ini tidak mengkilap dengan disertai adanya hilum biji yang berwarna coklat tua. Sementara untuk kotiledon yang dihasilkan itu berwarna putih. Percabangan yang muncul per tanaman pada varietas ini yaitu berjumlah sekitar 2-6 cabang, dengan jumlah polong yang dihasilkan per tanamannya yaitu berkisar \pm 38 polong. Setiap polong pada varietas ini memiliki kulit polong yang berwarna coklat tua.

Ketinggian tanaman varietas ini dapat tumbuh tinggi berkisar \pm 57 cm. Tak hanya polong dan cabang yang dihasilkan dari varietas ini, akan tetapi menghasilkan juga protein dan lemak yang memiliki kandungan berbeda yaitu untuk protein \pm 34,2% BK dan lemaknya \pm 17,1% BK. Varietas ini berpotensi menghasilkan hasil tinggi yaitu sebesar 2,80 ton/ha dengan rata-rata hasilnya sebesar 2,0 ton/ha. Dari beberapa hama dan penyakit yang menyerang, varietas ini dari segi ketahanannya lebih tahan terhadap hama penggerek polong (*Etiella zinckenella*), penyakit karat daun (*phakopsora pachirhyzi* Syd.) dan juga tahan rebah. Sementara terhadap hama ulat grayak *Spodoptera litura* varietas ini ketahannya lebih rentan. Namun disisi lain, selama berlangsung fase reproduktif

varietas ini dapat bertahan tumbuh didaerah kering karena varietas ini toleran terhadap kekeringan. Untuk wilayah adaptasinya dapat tumbuh di lahan sawah dan kering (tegalan) (Balitkabi, 2016).

2. Demas 1

Demas 1 merupakan salah satu varietas kedelai yang diperoleh dari hasil perkawinan silang antara 2 varietas tetua kedelai yaitu Mansuria dan SJ. Pelepasan varietas demas 1 dilakukan pada 12 November 2014 dengan SK Mentan yang dikeluarkan yaitu 1176/Kpts/SR.120/11/2014. Varietas ini memiliki tipe pertumbuhan determinit yang dapat berbunga saat umur ± 37 hari dan dapat dipanen ketika berumur masak ± 84 hari. Varietas demas 1 memiliki hipokotil dan bunga yang semuanya berwarna ungu. Tak hanya itu, pada varietas ini dilengkapi juga bulu yang berwarna coklat, epikotil berwarna hijau, kotiledon berwarna putih dan hilum bijinya berwarna coklat tua. Jika dilihat dari daunnya, varietas ini memiliki daun yang berwarna hijau dan bentuk daunnya oval berukuran sedang.

Varietas ini juga menghasilkan biji berukuran sedang, berbentuk oval dengan kulit bijinya yang berwarna kuning dan dapat menghasilkan bobot 100 butir sebesar $\pm 13,0$ gram. Percabangan yang muncul per tanaman pada varietas ini yaitu sekitar 4-6 cabang , dengan jumlah polong yang dihasilkan per tanamannya yaitu berkisar ± 64 polong dan kulit polong yang berwarna coklat muda. Untuk ketinggian tanamannya, varietas ini dapat tumbuh tinggi berkisar $\pm 66,3$ cm. Tak hanya polong dan cabang yang dihasilkan dari varietas ini, akan

tetapi menghasilkan juga protein dan lemak yang memiliki kandungan berbeda yaitu untuk protein $\pm 36,1$ % BK dan lemaknya $\pm 19,9$ % BK. Varietas ini berpotensi menghasilkan hasil tinggi yaitu sebesar 2,5 ton/ha dengan rata-rata hasil yang didapatkan $\pm 1,7$ ton/ha. Dari beberapa hama dan penyakit yang menyerang, varietas ini dari segi ketahanannya lebih tahan terhadap hama penggerek polong (*Etiella zinckenella*), dan penyakit karat daun (*phakopsora pachirhyzi* Syd.). Sementara untuk hama lainnya seperti ulat grayak (*Spodoptera litura*) varietas ini ketahanannya lebih rentan dan agak rentan terhadap hama penghisap polong (*Riptortus linearis*). Namun disisi lain, varietas ini di lahan kering yang kandungan pH nya rendah atau masam dapat tumbuh adaptif dan stabil baik jika ditanam pada dataran sampai dengan (0-600 mdpl) walaupun masa pertumbuhannya termasuk berumur sedang (Balitkabi, 2016).

3. Dena 2

Dena 2 merupakan salah satu varietas kedelai yang diperoleh dari tetua perkawinan silang antara 2 varietas tetua kedelai yaitu IAC 100 dan Ijen. Pelepasan varietas dena 2 yaitu pada 5 Desember 2014 dengan SK Mentan yang dikeluarkan yaitu 1249/Kpts/SR.120/12/2014. Varietas ini memiliki tipe pertumbuhan determinit yang dapat berbunga saat umur ± 35 hari dan dapat dipanen ketika berumur masak ± 81 hari. Varietas dena 2 memiliki hipokotil, epikotil dan bunga yang semuanya berwarna ungu. Selain itu dilengkapi juga bulu, kulit polong dan hilum yang berwarna coklat. Jika dilihat dari daunnya, varietas ini memiliki daun yang berwarna hijau dan bentuk daunnya segitiga dan berukuran sedang. Varietas ini juga menghasilkan biji berukuran sedang,

berbentuk bulat dengan kulit bijinya yang berwarna kuning dan dapat menghasilkan bobot 100 biji sebesar $\pm 13,0$ gram. Untuk hilum biji yang ada pada varietas ini yaitu berwarna coklat dan kotiledonnya berwarna hijau. Percabangan yang muncul per tanaman pada varietas ini yaitu sekitar 1-3 cabang, dengan jumlah polong yang dihasilkan per tanamannya yaitu berkisar ± 27 polong. Untuk ketinggian tanamannya, varietas ini dapat tumbuh tinggi berkisar $\pm 40,0$ cm. Tak hanya polong dan cabang yang dihasilkan dari varietas ini, akan tetapi menghasilkan juga protein dan lemak yang memiliki kandungan berbeda yaitu untuk protein $\pm 36,5$ % BK dan lemaknya $\pm 18,2$ % BK. Varietas ini berpotensi menghasilkan hasil tinggi sebesar 2,8 ton/ha dengan rata-rata hasil yang didapatkan $\pm 1,3$ ton/ha. Dari beberapa hama dan penyakit yang menyerang, varietas ini dari segi ketahanannya lebih tahan terhadap hama penghisap polong (*Riptortus linearis*), dan penyakit karat daun (*phakopsora pachirhyzi* Syd.). Sementara untuk hama lainnya seperti ulat grayak *Spodoptera litura* varietas ini agak tahan. Namun disisi lain, varietas ini dapat tumbuh baik dari naungan karena sangat toleran naungan sebesar 50%. Selain itu, memiliki kelebihan lainnya seperti tidak mudah rebah dan polongnya juga tidak terpecah (Balitkabi, 2016).

C. Hama Ulat Grayak

Ulat grayak di Indonesia menjadi salah satu hama penting dari sekian jenis hama pemakan daun yang ada. Tidak hanya itu saja, hama ini banyak menginfestasi tanaman inang yang cakupannya cukup luas sehingga bersifat polifag. Tanaman inang tersebut meliputi tanaman kedelai, kentang, ubi jalar,

kubis, kacang-kacangan dan bahkan dapat menyerang gulma. Serangan yang diakibatkan oleh hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) dapat menyebabkan kehilangan hasil mencapai 80% dan apabila serangannya meningkat kronis tanaman kedelai akan menjadi layu dengan diikuti berubahnya daun menjadi kuning dan kemudian mati (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Menurut Arifin dan Rizal (1989) dalam Hendrival *dkk* (2013) Ulat grayak yang ada pada suatu tanaman inang dapat menyerang dua kali di fase yang berbeda. Serangan awal terjadi pada fase vegetatif dengan dicirikan memakan dedaunan habis hingga menyisakan tulang daun saja sehingga mengakibatkan proses fotosintesis menjadi terganggu, lalu di fase generatif ulat grayak memakan polong-polong muda akibatnya hasil panen yang didapatkan menjadi berkurang. Menurut Sintim *et al* (2009) penyebaran serangga hama ulat grayak *Spodoptera litura* tak hanya di Indonesia, tetapi ada negara lain seperti India, Jepang, Cina dan negara lain di Asia Tenggara.

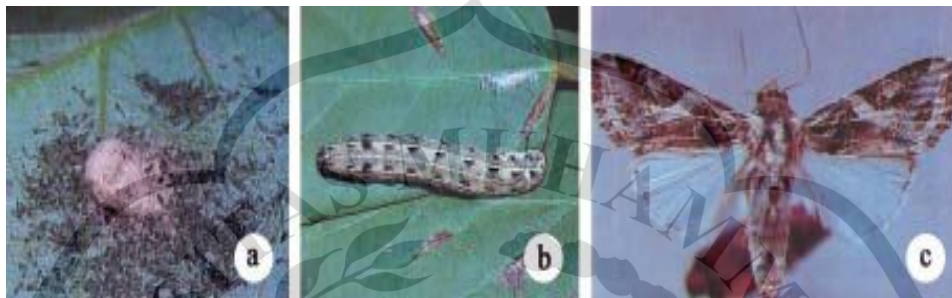
Hama ulat grayak (*Spodoptera Litura F*) diklasifikasikan ke dalam kingdom animalia, filum arthropoda, kelas insecta, ordo lepidoptera, sub ordo prentatae, famili noctuidae, genus *Spodoptera* dan spesies *Spodoptera litura Fabricius* (Kalshoven, 1981). Menurut Adie dan Krisnawati (2012) hama ulat grayak *S. Litura* menjadi hama penting bagi tanaman kedelai apabila dibandingkan dari beberapa hama lain yang menyerang kedelai seperti ulat jengkal (*Chrysodeixis chalcites*), ulat helioverpa (*Heliothis armigera*), ulat penggulung daun (*Lamprosema indica*). Kehilangan hasil pada kedelai yang diakibatkan oleh ulat grayak di beberapa negara berbeda beda. Seperti halnya di

Jepang dilaporkan bahwa tingkat serangan lebih dari 80%, di Amerika mencapai 90% dan di Indonesia sendiri mencapai 23-45%.

Serangga mengalami perkembangan melalui tahap metamorfosis. Metamorfosis merupakan perubahan bentuk dari telur, larva (berbentuk ulat), kepompong dan serangga dewasa. Waktu yang dibutuhkan ulat grayak untuk berkembang dari telur sampai menjadi ngengat yaitu berkisar satu bulan. Biasanya seekor ngengat dapat bertelur mencapai 2000 – 3000 butir telur yang terbagi menjadi dalam kelompok (Novizan, 2002).

Aspek morfologis, ulat grayak dicirikan dengan memiliki gambaran menyerupai bulan sabit berwarna hitam disertai batas oleh garis kuning pada samping dan punggung yang letaknya pada ruas ke empat dan ke sepuluh. Ulat grayak akan mudah berpindah apabila di suatu tempat disekitar tidak ada makanan dan kemudian akan menyerang tanaman di lahan lain (Pracaya, 2007). Menurut Marwoto *dkk* (2017) ulat grayak ketika menjadi serangga dewasa membentuk berupa ngengat berwarna abu-abu yang dapat menghasilkan telur dan meletakkan telur pada daun secara berkelompok. Ukuran tubuh ngengat betina yaitu 14 mm, sedangkan ngengat jantan 17 mm. Setiap kelompok telur terdiri dari 30-700 butir yang ditutupi oleh bulu-bulu berwarna merah kecoklatan. Telur akan menetas setelah 4 hari. Ulat yang baru keluar dari telur berkelompok di permukaan daun dan makan epidermis daun. Setelah beberapa hari, ulat mulai hidup berpencah. Keaktifan ulat grayak dalam memakan bagian tanaman muda itu terjadi pada malam hari dengan meninggalkan epidermis atas dan tulang daun sehingga daun yang terserang dari jauh terlihat berwarna putih.

Sementara ketika siang hari ulat akan bersembunyi di dalam tanah yang dangkal dengan tujuan guna terhindar dari kekeringan. Panjang tubuh ulat yang telah tumbuh penuh berukuran 50 mm. Kepompong terbentuk di dalam tanah. Setelah 9-10 hari, kepompong akan berubah menjadi ngengat dewasa.



Gambar 1. Kelompok telur (a), ulat instar 3 (b), dan imago ulat grayak (c) (Marwoto dan Suharsono, 2008)

Larva ulat grayak mengalami perkembangan yang terdiri dari beberapa instar. Untuk larva instar 1 berumur sekitar 2-3 hari, instar II sekitar 2-4 hari, instar III sekitar 2-5 hari, instar IV sekitar 2-6 hari, dan instar V sekitar 4-7 hari. Pada instar 1 ditandai dengan tubuh berwarna kuning dengan bulu-bulu halus, kepala berwarna hitam dengan lebar 0,2-0,3 mm. Kemudian dilanjutkan fase instar 2 yang ditandai dengan tubuh berwarna hijau dengan panjang 3,75-10 mm, bulu-bulu halus tidak nampak, pada ruas abdomen pertama terdapat garis hitam dan bagian dorsal terdapat garis putih dari toraks sampai ujung abdomen. Larva instar 3 ditandai dengan garis zig-zag berwarna putih di bagian lateral abdomen dan bulatan hitam sepanjang tubuh. Panjang tubuhnya mencapai 15 mm. Pada fase larva instar 4 warna larva sangat bervariasi yaitu hitam, hijau kekuningan atau hijau keunguan, panjang tubuh 13-20 mm. Kemudian larva instar akhir (35-50 mm) akan bergerak dan menjatuhkan diri ke tanah untuk memasuki masa prapupa dan berubah menjadi pupa (Rahmawati, 2016).

Serangan ulat grayak pada kedelai yang mengakibatkan kehilangan dan kerusakan hasil pada kedelai ditentukan oleh beberapa faktor seperti tingkat populasi hama, fase perkembangan serangga, fase pertumbuhan tanaman dan jenis varietas kedelai. Varietas rentan yang mendapat serangan dari ulat grayak akan mengakibatkan kerugian yang sangat signifikan baik itu tanaman menjadi gundul dan akan terjadi defoliasi pada daun apalagi serangan berat terjadi pada musim kemarau (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Hama ulat grayak memiliki potensi yang berbeda beda pada setiap perkembangan instarnya dalam merusak tanaman. Dari perkembangan beberapa instar yang ada, yang hanya dapat memakan helaian daun dengan ditandai adanya sisa epidermis pada bagian atas (transparan) dan tulang-tulang daun saja adalah instar ke-2 atau ke-3, sementara untuk instar ke-4 dan ke-5 larva ulat grayak mampu merusak semua daun muda dengan tidak menyisakan bagian epidermis atas saja tetapi mampu memakan daun sampai tercipta bekas gigitan berbentuk lubang besar. Biasanya serangan ini dilakukan oleh larva secara serentak dan berkelompok yang tempatnya dibawah permukaan daun (Sari, 2018).



Gambar 2. Gejala daun kedelai yang terserang ulat grayak (Fattah *dkk*, 2016).

D. Pestisida Nabati

Pestisida nabati merupakan salah satu pestisida berbahan aktif produk alam yang berasal dari tumbuhan. Tumbuhan yang digunakan biasanya mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung senyawa aktif seperti alkaloid, terpenoid, fenolik, maupun zat-zat kimia sekunder lainnya. Apabila diaplikasikan ke tanaman yang terinfeksi, senyawa metabolit tersebut tidak berpengaruh terhadap aspek fisiologis tanamannya seperti fotosintesis, tetapi dapat berpengaruh terhadap sistem saraf otot, keseimbangan hormon, reproduksi, perilaku berupa penarik, anti makan dan sistem pernafasan pada OPT tersebut. Biasanya tumbuhan yang berpotensi sebagai insektisida nabati tersebar di lingkungan sekitar dan termasuk golongan famili Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae, dan Rutaceae (Wiwin, *dkk.*, 2008).

Menurut Kardinan (1999) memaparkan bahwa di Indonesia sebenarnya terdapat banyak jenis tumbuhan penghasil pestisida nabati diperkirakan sekitar 2400 jenis tanaman yang termasuk dalam 235 famili. Bahan aktif yang terdapat pada pestisida nabati tidak hanya mengandung satu jenis bahan aktif (*Single active ingredient*) namun juga bisa berbahan aktif dari beberapa jenis. Berdasarkan hasil penelitian dari beberapa ahli menunjukkan bahwa jenis

pestisida nabati cukup efektif terhadap beberapa jenis hama yang ada, baik di lapangan, rumah tangga, ataupun di gudang.

Pestisida organik dari tumbuhan mempunyai sifat residu yang mudah terurai di alam sehingga tidak mencemari lingkungan dan aman bagi manusia. Hasyim *dkk* (2010) mengemukakan bahwa di dalam pertanian organik tumbuhan yang sering dijadikan sebagai insektisida umumnya terdapat ciri-ciri khusus dan jarang disukai oleh hama. Ciri khususnya berupa adanya rasa yang pahit, bau busuk dan rasa yang agak pedas. Rasa pahit muncul akibat dari suatu zat yang ada pada tumbuhan yaitu alkaloid dan terpen yang diambil dalam bentuk ekstrak.

a) Pepaya Sebagai Pestisida Nabati

Salah satu jenis tumbuhan alam yang dapat berpotensi sebagai pestisida nabati yaitu pepaya. Pepaya (*Carica papaya L.*) merupakan salah satu tanaman yang disukai banyak kalangan dan mempunyai banyak nama berbeda di beberapa daerah yang ada di Indonesia misalnya dalam bahasa Jawa pepaya disebut dengan “Kates”, dalam bahasa sunda disebut “Gedhang” dan lain sebagainya. Pepaya memiliki banyak bagian yang dapat dimanfaatkan baik itu dari buah, getah, biji maupun daunnya (Indrawijaya, *dkk.* 2019).

Menurut Fitch (2005) pepaya termasuk buah herba yang asalnya dari salah satu kepulauan di Karibia yaitu Rika dan Nikaragua. Pepaya (*Carica papaya*) umumnya tumbuh salah satu tanaman yang habitat aslinya hutan tropis, uniknya tanaman ini dapat tumbuh subur dengan baik di beberapa daerah seperti

daerah tropis ataupun sub-tropis, basah hingga kering, ataupun dataran rendah maupun pegunungan (Lakitan, 2007).

Sayuran pepaya dikenal sebagai tanaman pepaya, family *Caricaceae* yang berasal dari Amerika Tengah dan Hindia Barat bahkan kawasan sekitar Meksiko dan Costa Rica. Tanaman ini disebarluaskan ke berbagai penjuru dunia oleh para pedagang Spanyol. Tanaman buah menahun ini tumbuh pada tanah lembab yang subur dan tidak tergenang air, dapat ditemukan di dataran rendah sampai ketinggian 1000 m di bawah permukaan laut (Olabode, *et al* 2007).



Gambar 3. Daun Pepaya

Dilihat dari segi morfologinya, terdiri dari akar, batang, dan daun. Akar pada pepaya termasuk akar tunggang dan akar serabut (pada akar cabang). Pada tanaman dewasa akar tunggang tumbuh ke pusat bumi dengan kedalaman 1,5 m atau bisa lebih dan sifatnya kokoh. Akar tunggang disini berfungsi sebagai penopang tegaknya tanaman untuk tumbuh. Sementara akar cabang dan serabut dapat tumbuh mendatar ke semua arah dan menyebar. Akar ini berfungsi sebagai penguar berdirinya tanaman dan penyerapan air beserta zat-zat tertentu (Cahyono, 2017).

Tak hanya itu, dalam getah pepaya juga terdiri dari kelompok enzim protease seperti papain dan kimopapain. Enzim papain merupakan salah satu enzim bersifat racun kontak yang dapat masuk ke dalam tubuh hama melalui lubang-lubang alaminya.

Jika dilihat dari kandungan bahan aktifnya, tanaman pepaya termasuk salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai pestisida nabati karena mengandung bahan aktif. Kandungan bahan aktif yang dimiliki pepaya yaitu salah satunya ada di bagian daun pepaya dengan mengandung bahan aktif berupa senyawa papain. Bahan aktif ini cukup efektif dalam mengendalikan hama pada tanaman berupa hama ulat dan hama penghisap. Senyawa papain adalah salah satu senyawa yang sifatnya bekerja sebagai racun kontak dan juga racun perut. Senyawa papain yang termasuk sebagai racun kontak masuk ke dalam tubuh serangga melalui lubang alami pada tubuh serangga. Ketika sudah masuk racun tersebut menyebar ke seluruh tubuh serangga dan menyerang sistem saraf sehingga nantinya aktivitas serangga dan akan mati. sementara senyawa papain yang bekerja sebagai racun perut masuk ke dalam tubuh melalui alat mulut serangga, kemudian cairan masuk melalui kerongkongan dan ke saluran pencernaan sehingga mengakibatkan aktivitas makan serangga menjadi terganggu (Nechiyana *dkk*, 2013).

Ekstrak kasar dari daun pepaya memiliki kandungan senyawa berupa papain sebagai enzim protease. Dalam bidang pertanian, ekstrak kasar daun pepaya dapat dipakai untuk bahan pengendali dalam mengurangi gangguan hama, mempercepat produksi dan mengurangi resiko pada lingkungan. Getah

pada pepaya juga terdapat kandungan senyawa yang berfungsi sebagai daya racun dan toksisitas atau antinutrisi sehingga menyebabkan serangga menjadi lemah (Jeana *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil-hasil penelitian terdahulu, daun pepaya dapat dimanfaatkan dan efektif dalam mengendalikan berbagai macam hama seperti halnya yang telah dilakukan oleh Hasfita *dkk* (2013) menunjukkan bahwa pestisida daun pepaya sangat efektif digunakan untuk membunuh jenis hama rayap dengan waktu kematian tercepat diperoleh 10 menit pada pestisida yang termodifikasi deterjen : minyak tanah : pestisida 1:5:1 dengan waktu perendaman 18 jam. Selain itu, menurut penelitian yang telah dilakukan Wulandari (2017) memperoleh hasil yang menunjukkan bahwa pestisida ekstrak daun pepaya daun muda efektif untuk mengendalikan hama kutu daun *Aphis sp* pada konsentrasi 150 g/l dengan tingkat mortalitas 100% dan kecepatan kematian 7,56 ekor/hari. Lalu kemudian dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Sukrisni (2018) menyatakan juga bahwa pemberian ekstrak daun pepaya dengan konsentrasi 100% menunjukkan lebih efektif dalam mengendalikan hama ulat perusak daun (*Putella xylostella*) pada tanaman sawi hijau.

Di dalam daun pepaya tua diketahui memiliki banyak kandungan senyawa golongan seperti flavonoid (*kaempferol* dan *myricetin*), alkaloids (*carpaine*, *pseudocarpaine*, *dehydrocarpaine*), senyawa *phenolic* (*ferulic acid*, *caffeic acid*, *chlorogenic acid* (Yogiraj *et al.*, 2014).

b) Sirih Sebagai Pestisida Nabati

Tak hanya daun pepaya, sirih dapat digunakan sebagai pestisida alami. Sirih (*Piper betle L.*) merupakan tanaman yang mempunyai banyak khasiat. Sirih tersebar dimana saja dan banyak dikenal dengan beberapa sebutan di beberapa daerah seperti suruh (Jawa), seureuh (Sunda), base (Bali), leko, kowak, malo, malu (Nusa Tenggara), dontile, parigi, gamnjeng (Sulawesi), gies, bido (Maluku), sirih, ranub, sereh, sirieh (Melayu) (Syukur dan Hermani, 2002 ; Yuniarti, 2016).

Penggunaan tanaman sirih biasanya yang dimanfaatkan adalah bagian daunnya. Di dalam daun sirih terdapat kandungan senyawa kimia berupa flavonoid, tannin, dan minyak atsiri yang mana semua senyawa tersebut menimbulkan bau dan rasa pahit. Oleh karena itu, kandungan senyawa pada daun sirih dapat digunakan untuk mengusir atau membasmi hama jenis serangga (Dwipayana *dkk*, 2017).

Berdasarkan hasil-hasil penelitian terdahulu, daun sirih dapat dimanfaatkan dan efektif dalam mengendalikan berbagai macam hama seperti halnya yang telah dilakukan oleh penelitian Daswito *dkk* (2019) menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih hijau efektif sebagai insektisida nabati terhadap kematian lalat rumah. Konsentrasi ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle*) yang paling efektif untuk membunuh lalat rumah (*Musca domestica*) yaitu pada konsentrasi 75% dengan jumlah mortalitas sebanyak 103 ekor dan dari 4 kali pengulangan didapatkan rata-rata 25 ekor (85,83%). Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Yuniarti (2016) menunjukkan juga bahwa minyak atsiri

pada ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle*) efektif terhadap kematian walang sangit dengan persentase kematian tertinggi yaitu pada konsentrasi 75%. Efektifitas daun sirih hutan yang telah dilaporkan oleh Darmayanti (2014) dalam Agustina, *dkk* (2017) juga mengemukakan bahwa pada konsentrasi 100 g/l air mampu menyebabkan mortalitas ulat *S. Litura* sebesar 85%, namun pada konsentrasi di bawah 10% yaitu 75 g/l air hanya mampu menyebabkan mortalitas ulat *S. litura* sebesar 70%. Tak hanya itu, hasil penelitian Akbar Fisabilillah (2020) menyatakan bahwa ekstrak tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi 75 g.l-1 air merupakan konsentrasi yang efektif dalam mengendalikan hama *S. frugiperda* karena konsentrasi ini telah mampu menyebabkan mortalitas total sebesar 80% dengan waktu awal kematian 11,75 jam setelah aplikasi dan lethal time 50 pada 43,25 jam setelah aplikasi.



Gambar 4. Daun sirih (*Piper betle* L.)

Tanaman sirih hijau merupakan salah satu jenis tanaman terna yang masuk dalam famili Piperaceae. Pertumbuhan sirih umumnya hampir mendekati dengan lada yaitu tumbuh merambat dengan memiliki ketinggian tanaman bisa mencapai 5 – 15 meter. Namun ketinggian itu tergantung dari tempat rambatnya dan pertumbuhannya. Sirih terdiri juga dari bunga dan buah. Bunga pada

tanaman sirih tersusun dalam bulir , merunduk dengan panjang 5 – 15 meter dan terdapat pelindung berukuran ± 1 mm dengan bentuk bulat panjang. Sementara buahnya memiliki warna hijau keabuan dengan bentuknya seperti buah buni yang berdaging (Setiawati, dkk., 2008).

Berdasarkan dari karakteristiknya, jika dibandingkan tanaman lain daun sirih memiliki ciri khas tersendiri yaitu berbau aromatik dan menghasilkan rasa agak pedas. Di sisi lain , jika dari makroskopisnya daun sirih setiap helaianya memiliki bentuk yang beraneka ragam seperti bulat telur, bulat telur memanjang, ujung daunnya runcing, pangkal daun bentuknya menyerupai jantung yang kadang-kadang tidak setangkup. Selain bentuk, daun sirih berukuran berkisar 5 cm hingga 18 cm dengan ukuran lebar nya 2 cm hingga 20 cm. Daun sirih juga mempunyai warna yang berbeda-beda , seperti ada yang berwarna hijau tua, hijau muda kekuning-kuningan (Kartasapoetra, 1999).

E. Insektisida Metomil 40%

Insektisida secara umum banyak macamnya, jika dilihat dari sistem kerjanya terbagi menjadi tiga kelompok diantaranya sebagai racun yang sifatnya racun kontak, racun yang mengganggu pernafasan dan ada juga racun perut ataupun lambung (Hudayya dan Jayanti, 2013). Insektisida berbahan dasar dari metomil termasuk insektisida sistemik yang sifatnya racun kontak dan lambung, selain itu memiliki bentuk tepung berwarna putih yang dapat disuspensikan (*wettable powder*). Insektisida ini cocok untuk mengendalikan hama yang ada pada berbagai macam tanaman diantaranya bawang merah, kedelai, cabai, kakao, kacang panjang, tomat, kacang hijau, kubis dan kelapa sawit. Insektisida ini

biasanya mudah sekali terurai di lingkungan, namun disisi lain memiliki sifat yang reversibel dimana dapat memperlambat secara langsung pada sistem kerja enzim yang bekerja melewati karbomoylasi dari gugus ester enzimnya (Djojsumarto, 2008).

Berdasarkan penelitian terdahulu, pestisida sintetik yang mengandung bahan aktif berupa metomil 40% dapat diaplikasikan pada ulat grayak, seperti halnya yang telah dilakukan oleh penelitian Hendra *dkk* (2018) menunjukkan bahwa pestisida berbahan dasar metomil sebanyak 40% mampu berpengaruh nyata secara efektif pada dosis 2 g/l yang diaplikasikan pada ulat grayak (*Spodoptera exigua* Humber) di tanaman bawang merah dengan menghasilkan produksi tanaman bawang merah yang secara nyata berbeda pada perlakuan kontrol dengan yang disemprotkan insektisida metomil 40%. Menurut hasil penelitian Purnamasari, *dkk* (2014) menunjukkan bahwa insektisida berbahan aktif metomil paling efektif dalam mengurangi populasi hama kutu daun *Myzus persicae* pada Tanaman Tembakau dengan menghasilkan tingkat efikasi 88%, nilai LT50 1,07% dan nilai LC50 sebesar 0,36%. Berdasarkan cara kerjanya, insektisida berbahan aktif metomil berbeda dengan insektisida lainnya yaitu setelah perlakuan 6 jam paling cepat menghasilkan mortalitas yang sudah mencapai 100%. Ini dikarenakan insektisida metomil termasuk insektisida golongan karbamat yang sifat toksisitasnya sangat tinggi.