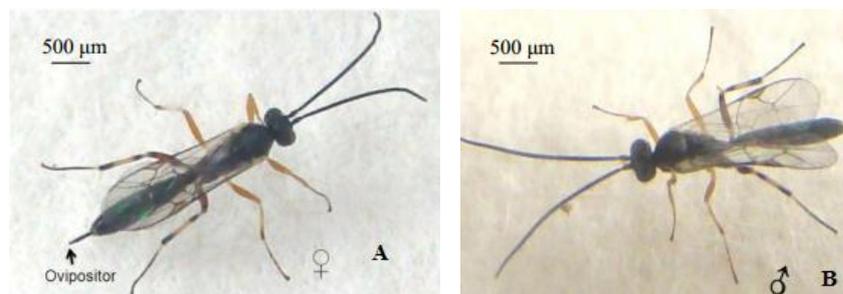


II. TINJAUAN PUSTAKA

Parasitoid *Diadegma semiclausum*

Parasitoid *D. semiclausum* merupakan parasitoid larva ulat kubis *P. xylostella* (Khatri dkk., 2012). *D. semiclausum* merupakan parasitoid yang berasal dari ordo Hymenoptera dan famili Ichneumonidae (Khatri, 2011). Pemanfaatan parasitoid *D. semiclausum* telah dilakukan di banyak lokasi dan telah menunjukkan hasil positif. Penelitian yang dilakukan Bakri dkk. (2012) menunjukkan bahwa parasitisasi *D. semiclausum* di daerah Tomohon yaitu berkisar 71,94%-82,01%. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Herlinda (2005) yang menunjukkan bahwa parasitisasi *D. semiclausum* di daerah Sumatera Selatan yaitu 21,01%-82,26%. Tingkat parasitisasi *D. semiclausum* juga dapat dipengaruhi oleh musim yang sedang berlangsung. Herlinda (2005) menyatakan bahwa parasitisasi larva oleh *D. semiclausum* pada musim kemarau lebih tinggi dibandingkan pada musim hujan. Hal ini dikarenakan pada musim kemarau, populasi inang larva *P. xylostella* cenderung lebih tinggi dibandingkan pada musim hujan.



Gambar 1. Imago betina (A) dan jantan (B) parasitoid *D. semiclausum* (Khatri, 2011)

Parasitoid *D. semiclausum* merupakan endoparasitoid larva. Parasitoid ini meletakkan telur di dalam tubuh larva *P. xylostella*, terutama pada larva instar 3 dimana imago akan keluar pada saat inang masih berada dalam fase larva. Imago *D. semiclausum* yang muncul dari kokon berwarna hitam mengkilat dengan panjang tubuh berkisar 4.5-5.5 mm. Parasitoid *D. semiclausum* juga dapat keluar dari inang pada saat memasuki fase pupa. Pupa yang sakit memperlihatkan gejala, yaitu bagian posterior membulat dan tubuhnya berwarna hitam, sedangkan pupa yang sehat berwarna hijau dan tubuhnya runcing

(Herlinda, 2005). Menurut Azidah dkk. (2000), parasitoid *D. semiclausum* memiliki ciri-ciri yaitu ukuran betina lebih besar (5.00-7.04 mm) dibandingkan imago jantan (4.44-6.36 mm), imago betina memiliki ovipositor berukuran 0,43-0,87 mm dan 0,42-0,60 kali panjang tibia, imago betina dan jantan secara berurutan memiliki ruas antena (flagelomer) sebanyak 21-25 dan 23-27, tibia belakang berwarna kuning pucat dan pada bagian pangkal dan ujung berwarna hitam, dan memiliki rangka sayap 3rs-m pada sayap depan serta memiliki rangka sayap 2m-cu yang dapat dikenali setelah bagian tengah areolet.



Gambar 2. Tibia belakang (A) dan sayap parasitoid (B) *D. semiclausum* (Khatri, 2011)

Parasitoid *D. semiclausum* memiliki tipe metamorfosis sempurna. Menurut Herlinda (2005) parasitoid *D. semiclausum* ditemukan hanya pada ketinggian >1000 mdpl. Setiawati dkk. (2004) menambahkan bahwa waktu yang dibutuhkan imago *D. semiclausum* untuk melengkapi siklus hidupnya yaitu 18-20 hari di dataran tinggi dan 14 hari di dataran rendah. Penelitian Abbas (1998) dalam Khatri (2011) menunjukkan bahwa lama inkubasi telur *D. semiclausum* adalah 38 jam, lama fase larva adalah 5,4 hari, prapupa yaitu 33 jam sedangkan fase pupa memiliki lama 5,9 hari.

Tanaman Caisim *Brassica juncea* L.

Tanaman caisim *B. juncea* merupakan komoditas sayuran yang banyak dikonsumsi masyarakat. Menurut Fahrudin (2009) tanaman caisim memiliki banyak manfaat diantaranya adalah daunnya dapat dijadikan sayuran, bijinya dapat dijadikan sebagai minyak atau pelezat makanan dan juga memiliki kandungan gizi yang baik. Malan dkk. (2011) menyatakan bahwa tanaman *B. juncea* merupakan salah satu kelompok tanaman dalam famili Brassica yang juga memiliki anggota kelompok lain seperti *B. juncea* L., *B. oleracea* L.,

B. napus L dan *B. rapa L*. Menurut Abas (2013), tanaman caisim memiliki kandungan protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C.



Gambar 3. Tanaman caisim *Brassica juncea L.* (Anonymous, 2017)

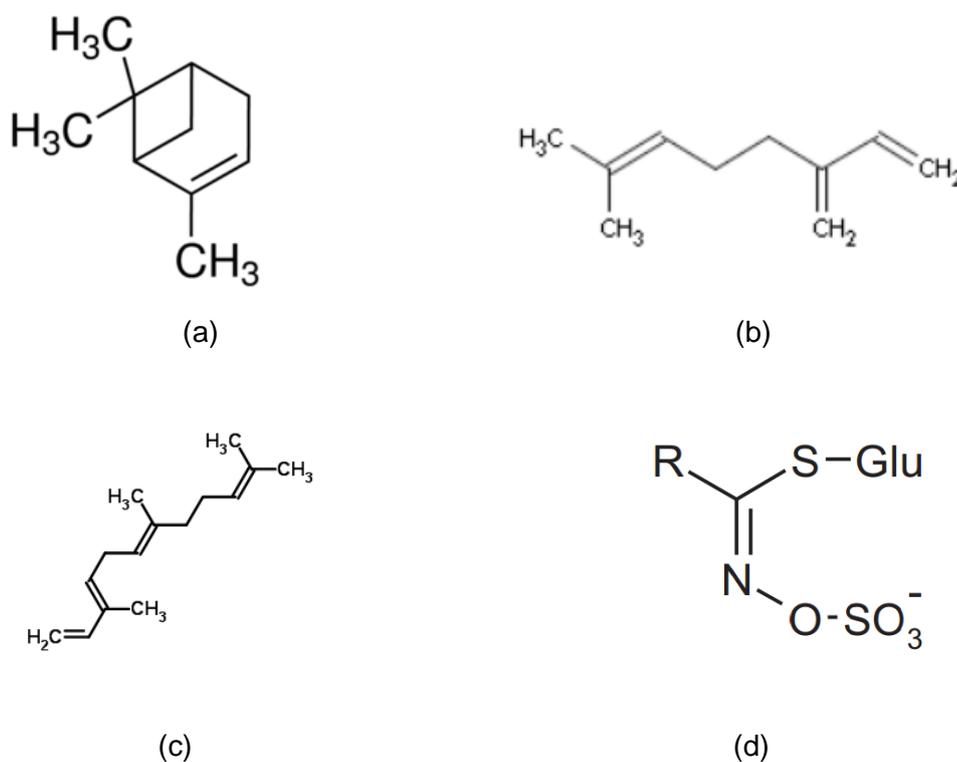
Tanaman caisim membutuhkan lingkungan yang sesuai dengan syarat tumbuhnya untuk dapat tumbuh dengan optimal. Menurut Sumpena (2013), pada dasarnya caisim dapat tumbuh dan beradaptasi pada hampir semua jenis tanah, baik pada tanaman mineral yang bertekstur ringan hingga pada tanah-tanah yang bertekstur berat dan juga pada tanaman organik seperti pada tanah gambut. Kemasaman tanah (pH) yang optimum 6-6,5 sedangkan suhu yang optimum adalah 15-20°C. Caisim juga dapat tumbuh di dataran tinggi maupun rendah.

Tanaman caisim memiliki kandungan senyawa volatil yang sama dengan tanaman dalam kelompok Brassica lainnya. Menurut Rohlof dan Bones (2005) dalam Ahuja dkk. (2010), senyawa yang umumnya ditemukan pada tanaman Brassica terdiri dari beberapa kelompok yaitu *Green Leaf Volatile* (GLV), hormon tanaman seperti asam jasmonat dan asam salisilat, terpen, aromatik, senyawa turunan glukosinolat, dan senyawa turunan sulfur.

Mekanisme Penemuan Inang oleh Parasitoid *D. semiclausum*

Keberhasilan parasitoid sebagai agens hayati dalam mengendalikan hama sangat tergantung pada kemampuannya dalam menemukan inang. Penemuan inang oleh parasitoid *D. semiclausum* merupakan sebuah rangkaian kegiatan yang kompleks. Hal ini dikarenakan parasitoid *D. semiclausum* harus menghadapi lingkungan yang heterogen secara spasial dan temporal (Gols dkk., 2005). Untuk menemukan inangnya, parasitoid harus terlebih dahulu

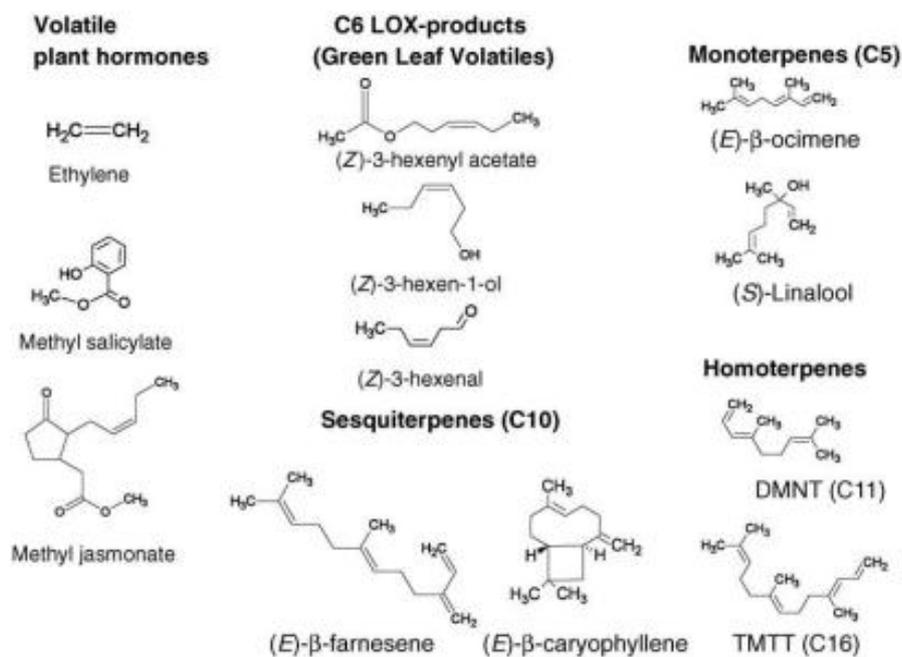
menemukan habitat atau tanaman inangnya sebelum akhirnya dapat menemukan inangnya (Mudjiono, 1994). Kedua tahapan ini menjadi tahapan awal yang penting dalam keberhasilan parasitisasi oleh parasitoid.



Gambar 4. Beberapa senyawa volatil yang dapat diemisikan oleh *B. rapa* akibat induksi *P. xylostella* (a) α -pinene (Anonymous^b, 2017) (b) β -myrcene (Tice, 1997) (c) (E,E)- α -farnesene (Anonymous^c, 2017) (d) glukosinolat (Redovnikov dkk, 2008)

Penemuan habitat inang merupakan tahapan awal yang harus dilalui oleh parasitoid *D. semiclausum* sebelum dapat menemukan *P. xylostella*. Pada tahapan ini, peran senyawa volatil tidak dapat dilepaskan. Dalam keadaan yang relatif jauh dari inang, tahapan penemuan habitat inang oleh parasitoid akan dibantu oleh HIPV (Quicke, 2005). Senyawa HIPV tersebut dilepaskan oleh bagian tanaman seperti daun, bunga, akar dan buah sebagai respon terhadap serangan yang dilakukan oleh inang parasitoid tersebut (War, 2011). Senyawa HIPV memberikan informasi akurat kepada parasitoid tentang inangnya seperti spesies yang sesuai, dan perbedaan instar dari inangnya (Waschke dkk., 2013).

Senyawa HIPV dapat membantu parasitoid untuk menemukan tanaman tempat inangnya berada. Hal ini ditunjukkan pada penelitian Bukovinzky dkk. (2005) menunjukkan bahwa 60-95% parasitoid *D. semiclausum* dapat membedakan tanaman Brassicaceae dengan aliran udara biasa. Namun, pada saat dihadapkan pada pilihan tanaman *B. oleracea* terluka dan tidak terluka oleh *P. xylostella*, sebanyak 91% parasitoid *D. semiclausum* memilih tanaman yang dilukai oleh *P. xylostella*. Hal ini menunjukkan bahwa parasitoid *D. semiclausum* mampu membedakan antara tanaman yang diserang oleh inang *P. xylostella* dengan tanaman sehat. Hal ini dikarenakan tanaman yang terluka oleh *P. xylostella* akan menghasilkan senyawa volatil HIPV yang khusus, baik secara kualitas dan kuantitas dibandingkan dengan tanaman sehat.



Gambar 5. Beberapa senyawa volatil yang dapat diemisikan oleh tanaman secara umum (Holopainen dan Jonathan, 2010)

Penelitian yang dilakukan oleh Kugimiya dkk. (2010) menunjukkan bahwa tanaman *B. rapa* yang diserang oleh *P. xylostella* akan menghasilkan beberapa kelas senyawa diantaranya adalah nitrile, benzyl cyanide, senyawa mengandung sulfur (aryl isothiocyanate and dimethyl trisulfide), monoterpen (myrcene, limonene, (E)- β -ocimene, dan α -pinene), sesquiterpen (E,E)- α -farnesene and junipene), dan terpenoid yang berhubungan dengan keton (6-methyl-5-hepten-2-

one and 6,10-dimethyl-5,9-undecadien-2-one). Kemampuan parasitoid *D. semiclausum* dalam menemukan spesies inang yang sesuai dengan bantuan HIPV ditunjukkan pada penelitian yang dilakukan oleh Gols dkk. (2012) yang menunjukkan bahwa parasitoid *D. semiclausum* mampu membedakan tanaman *B. oleracea* yang diserang oleh inangnya *P. xylostella* dan juga serangga lain yang bukan inangnya yaitu *Pieris brassicae*.

Tahap berikutnya adalah penemuan inang, yang dilakukan parasitoid *D. semiclausum* setelah menentukan pilihan berdasarkan senyawa HIPV yang diterimanya. Tahap penemuan inang ini diawali dengan perilaku *D. semiclausum* yang mendatangi tanaman inang yang dilukai oleh inangnya *P. xylostella* dan melakukan kontak antena dengan bagian tanaman yang terluka (Gols dkk., 2005). Pada tahapan penemuan inang, parasitoid tidak lagi dibantu dengan senyawa HIPV melainkan dibantu dengan senyawa kimia yang berhubungan dengan inang. Hal ini dikarenakan senyawa kimia yang dihasilkan oleh inang memberikan informasi yang akurat kepada parasitoid terkait keberadaan inang (Vet dan Dicke, 1992). Hal ini ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Ohara dkk. (2003) bahwa kotoran *P. xylostella* merupakan salah satu sumber senyawa kimia penting yang dapat membantu *D. semiclausum* menemukan *P. xylostella*. Selain mengandalkan indra penciuman yang berasal dari senyawa kimia yang dihasilkan oleh inang, parasitoid juga mengandalkan indra penglihatannya untuk menemukan inangnya. Hal ini ditunjukkan pada penelitian yang dilakukan oleh Madurapullige (2008) yang menunjukkan bahwa kemampuan visual *D. semiclausum* dapat membantunya membedakan larva *P. xylostella* yang sudah mati dengan yang masih hidup.

Pengaruh Praktek Budidaya Organik dan Non Organik terhadap Ketertarikan Serangga Parasitoid

Pertanian organik dan non organik dapat mempengaruhi komponen metabolit sekunder tanaman yang secara tidak langsung dapat mempengaruhi perilaku mencari parasitoid dalam menemukan inangnya yang sesuai. Menurut Janzatti dkk. (2011), perbedaan ini dapat dikaitkan dengan proses metabolisme sekunder tanaman dalam menghasilkan senyawa bioaktif yang sesuai dalam merespon kondisi stres tanaman. Proses metabolit sekunder tanaman dapat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi untuk tanaman, yang disediakan melalui proses pemupukan. Perbedaan utama pupuk organik dan non organik atau

sintetik adalah waktu dan laju pelepasan nutrisi. Khairunisa (2015) menyatakan pupuk kimia sintetik seperti NPK mengandung semua unsur penting sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, selain itu sifatnya yang mudah larut menjadikan nutrisi yang ada dipupuk ini dapat dimanfaatkan cepat oleh tanaman. Berbeda dengan pupuk sintetik, nutrisi yang terkandung pada pupuk organik sering tidak tersedia cepat untuk tanaman (Bi dkk., 2010). Akibat sifat pupuk yang berbeda, maka proses pemenuhan nutrisi tanaman, khususnya nitrogen akan berbeda pula.

Penelitian yang dilakukan Hsu dkk. (2009) menyatakan tanaman yang dipupuk non organik memiliki nilai N yang lebih tinggi, berbeda dengan perlakuan pupuk organik yang memiliki kandungan N yang sedang. Nilai kandungan N yang berbeda diduga dapat mempengaruhi proses biosintesis metabolit sekunder untuk menghasilkan senyawa HIPV yang dapat mengundang parasitoid. Hal ini dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lou dan Baldwin (2004), yang menyatakan bahwa pemupukan N pada tanaman *Nicotina attenuata* dengan dosis yang rendah menghasilkan induksi asam jasmonat yang penting dalam induksi senyawa volatil lebih rendah dibandingkan dengan tanaman serupa yang diberi pemupukan dengan dosis yang tinggi. Menurut Chen dkk. (2009) nitrogen dapat mempengaruhi pertahanan tidak langsung tanaman melalui perubahan kualitas dan kuantitas HIPV yang penting dalam proses pencarian inang oleh parasitoid. Pernyataan ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Rosetto dkk. (2013) yang menunjukkan bahwa kandungan glukosinolat pada tanaman brokoli yang dibudidayakan secara organik lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman non organik. Hal ini dikarenakan kandungan glukosinolat akan turun apabila terjadi peningkatan ketersediaan pupuk dan nitrogen (Staley dkk., 2010).

Perbedaan kandungan metabolit sekunder tanaman akibat perbedaan praktek budidaya, khususnya pemupukan diduga dapat mempengaruhi ketertarikan parasitoid dalam menemukan inangnya. Penelitian yang dilakukan oleh Staley dkk. (2011) menunjukkan bahwa parasitoid *C. vestalis* lebih menyukai tanaman yang tidak dipupuk dibandingkan dengan perlakuan pupuk amonium nitrat dan lainnya. Penelitian yang dilakukan oleh Pope dkk. (2012) menunjukkan bahwa parasitoid *D. rapae* tidak mampu membedakan tanaman yang tidak dipupuk dengan tanaman yang dipupuk dengan kotoran ayam hingga pupuk kimia. Namun, penelitian yang dilakukan oleh Nikooei dkk. (2015),

menunjukkan bahwa parasitoid *D. semiclausum* memiliki performa yang lebih baik pada tanaman yang mengandung glukosinolat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat respon yang berbeda pada tiap parasitoid terhadap praktek budidaya yang dilakukan.

Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah imago *D. semiclausum* akan memiliki ketertarikan lebih tinggi pada tanaman yang dibudidayakan secara organik yang dilukai *P. xylostella* dibandingkan tanaman organik yang tidak dilukai dan tanaman non organik yang dilukai ataupun tidak dilukai oleh *P. xylostella*