

**KAJIAN TENTANG POPULASI MOLUSKA (SIPUT DAN LINTAH  
BULAN) DI LADANG SAYURAN CRUCIFERAЕ  
(BROKOLI DAN KUBIS BUNGA),  
KUNDASANG, SABAH**

**SITI SAKINAH BINTI ABDULLAH**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI  
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI  
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN  
DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM HORTIKULTUR DAN LANDSKAP  
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2011**

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: KAJIAN TENTANG POPULASI MOLUSKA (SIPUT DAN LINTAH BULAN)  
DI LADANG SAYURAN CRUCIFERAEE (KUBIS BUNGA DAN BROKOLI),  
KUNDASANG, SABAH

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN CHORTIKULTUR DAN LANDSKAP)

SAYA: SMI SAKINAH BINTI ABDULLAH SESI PENGAJIAN: 2007 - 2011  
(HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan tesis \* (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana Penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Disahkan Oleh:

  
 NURULAIN BINTI ISMAIL  
 LIBRARIAN  
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

  
 (TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: LOT 328 KG. TERUSUNG,  
BATU 2 JLN BIDOR  
35000 TAPAH, PERAK.

  
 (TANDATANGAN PENYELIA)  
**DR. SUZAN BENEDICT**  
 Pensyarah  
 Sekolah Pertanian Lestari  
 Universiti Malaysia Sabah
Tarikh: 9/5/2011Tarikh: 9/5/2011

Catatan: - \* Potong yang tidak berkenaan.

\*\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak yang berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT atau TERHAD.

Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana Secara penyelidikan atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM)



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## **PENGAKUAN**

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Saya juga mengakui bahawa disertasi ini tidak pernah atau sedang dihantar untuk perolehi ijazah dari universiti ini atau mana-mana universiti yang lain.



---

**SITI SAKINAH BINTI ABDULLAH**  
**BR07110018**  
**11 APRIL 2011**



**DIPERAKUKAN OLEH**

1. Dr. Suzan Benedick  
PENYELIA

  
**DR. SUZAN BENEDICK**  
Tandatangan dan cop.  
Pensyarah  
Sekolah Pertanian Lestari  
Universiti Malaysia Sabah

2. Encik Januarius Gobilik  
PEMERIKSA

  
**JANUARIUS GOBILIK**  
Lecturer / Academic Advisor  
School of Sustainable agriculture  
Universiti Malaysia Sabah

3. Encik Assis bin Kamu  
PEMERIKSA

  
**ASSIS KAMU**  
Lecture / Academic Advisor  
School Of Sustainable Agriculture  
Universiti Malaysia Sabah

4. Prof. Madya Dr. Mahmud bin Hj. Sudin  
DEKAN

  
**ASSOCIATE PROF. DR MAHMUD SUDIN**  
DEAN  
SCHOOL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## **PENGHARGAAN**

Assalamualaikum dan salam sejahtera. Bersyukur ke hadrat Ilahi kerana dengan limpah kurnia-Nya dapat saya menyiapkan tugas projek tahun akhir ini. Di kesempatan ini, saya mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih yang tidak terhingga kepada Dr. Suzan Benedick selaku penyelia saya, atas tunjuk ajar, sokongan dan dorongan beliau sehingga saya menyempurnakan kajian ini. Beliau memberi tunjuk ajar dengan penuh dedikasi membolehkan saya melengkapkan kajian ini dengan sebaiknya. Terima kasih juga kepada rakan-rakan saya yang membantu semasa proses penyampelan semasa di Kundasang dan dari pelbagai aspek yang membawa kepada penyiapan penulisan tesis ini. Kepada keluarga saya yang memberi dorongan dan sokongan yang tidak terhingga, saya ucapkan ribuan terima kasih. Kepada semua pihak yang membantu secara langsung dan tidak langsung dalam proses menyiapkan kajian ini saya juga ucapkan terima kasih kepada anda semua. Segala bantuan dan komitmen yang anda diberikan amat saya hargai dan hanya Tuhan saja yang mampu membalaunya. Sekian, terima kasih.

**KAJIAN TENTANG POPULASI MOLUSKA (SIPUT DAN LINTAH BULAN) DI  
LADANG SAYURAN CRUCIFERA (KUBIS BUNGA DAN BROKOLI),  
KUNDASANG, SABAH**

**ABSTRAK**

Siput dan lintah bulan merupakan perosak tanaman Cruciferae. Walau bagaimanapun, kajian tentang populasi siput dan lintah bulan pada tanaman Cruciferae masih belum dikaji. Oleh itu, kajian ini telah dijalankan bagi mengkaji saiz populasi Moluska serta membandingkan populasi haiwan ini pada tanaman brokoli dan kubis bunga. Kajian ini telah dijalankan selama lima hari berturut-turut dari 10 Disember sehingga 14 Disember 2010 pada tanaman Cruciferae di Kundasang, Ranau. Sebanyak lima kuadrat bersaiz 1 m x 1 m masing-masing pada tanaman brokoli dan kubis bunga telah dipasang di lapangan secara rawak. Moluska berkenaan disampel dalam kuadrat tersebut dengan menggunakan tangan. Sebanyak 875 Moluska telah dikutip dalam kajian ini. Didapati, populasi siput adalah lebih tinggi ( $N= 847$ ) berbanding lintah bulan ( $N= 28$ ). Terdapat perbezaan bererti di antara populasi siput dan lintah bulan pada tanaman Cruciferae, yang dikaji. Populasi Moluska pada kubis bunga adalah 108 manakala pada brokoli adalah 66. Bagaimanapun, analisis statistik menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang bererti antara populasi Moluska yang terdapat pada dua tanaman tersebut. Memandangkan populasi Moluska di ladang sayuran Cruciferae yang dikaji adalah tinggi, terdapat kemungkinan kerosakan dua sayuran yang dikaji adalah disebabkan oleh haiwan ini. Dengan itu, kajian lanjut perlu dijalankan untuk membuktikan pendapat ini.

# **A STUDY OF MOLLUSCA (SNAIL AND SLUG) POPULATION ON CRUCIFERAES CROP AT KUNDASANG RANAU**

## **ABSTRACT**

Snail and slug are two aggressive Crucifer crop predators of which the population are not yet well studied. Hence, this study was conducted at the Crucifer vegetable farm in Kundasang with the objectives to describe and compare the population of these predator between broccoli and cauliflower. This study was conducted from 10<sup>th</sup> until 14<sup>th</sup> December 2010. The Mollusca were sampled for five consecutive days in five quadrates (1 m x 1 m) at Broccoli and Cauliflower farms, respectively. The Mollusca were sampled manually (hand pick). A total of 875 of Mollusca was collected during the study. Snail individuals was found to be higher ( $N = 847$ ) than that of the slug ( $N = 28$ ). There was a significant different between the populations of the snails and slugs in the Cruciferae farm. The population of Mollusca in the broccoli farm was 108, and that in the cauliflower was 67. However, statistical analysis indicated that the populations of the Mollusca between the two vegetables were not significantly different. Since the population of Mollusca in the Cruciferae farm was found to be high, maybe reasonable to suspect that the loss in the vegetables production of the two studied vegetables can be due to this animals. Futher study has to be conducted to prove this observation.

## KANDUNGAN

	<b>Muka Surat</b>
<b>Isi Kandungan</b>	ii
PENGAKUAN	iii
DIPERAKUKAN OLEH	iv
PENGHARGAAN	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
SENARAI KANDUNGAN	ix
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL DAN RINGKASAN	xi
 <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Justifikasi Kajian	2
1.3 Objektif Kajian	3
1.4 Hipotesis Kajian	3
 <b>BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	
2.1 Sayur-sayuran	4
2.1.1 Tanaman Cruciferae	5
2.2 Perosak sayur-sayuran	6
2.2.1 Moluska sebagai perosak sayur-sayuran	7
2.3 Moluska	8
2.3.1 Klasifikasi Moluska	9
2.3.2 Morfologi Siput	10
2.3.3 Morfologi lintah bulan	11
2.3.4 Biologi siput dan lintah bulan	12
2.4 Ekologi Moluska	14
2.4.1 Hibernasi	14
2.4.2 Perilaku dan Interaksi Moluska Terhadap Iklim	15
2.4.3 Faktor yang Mempengaruhi Populasi Moluska	16
 <b>BAB 3 METODOLOGI</b>	
3.1 Lokasi	19
3.2 Program Penyampelan Siput dan Lintah Bulan	20
3.2.1 Penyampelan Moluska Menggunakan Teknik Kuadrat	20
3.2.2 Kaedah Pengutipan Moluska	21
3.2.3 Masa Penyampelan	22
3.2.4 Parameter	22
3.2.5 Analisis Statistik	23
 <b>BAB 4 HASIL</b>	
4.1 Data	24
4.2 Brokoli dan Kubis Bunga	25
4.4 Perbandingan Populasi Siput dan Lintah Bulan Pada Tanaman Cruciferae	26
4.5 Perbandingan Populasi Siput dan Lintah Bulan Pada Kubis Bunga dan Brokoli	27
4.7 Populasi Moluska Antara Tanaman Brokoli dan Kubis Bunga	28

<b>BAB 5</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	
5.1	Keberkesanan Penyampelan Moluska	29
5.2	Perbandingan Populasi Siput dan Lintah Bulan Pada Tanaman Cruciferae	30
5.3	Populasi Moluska Antara Tanaman Brokoli dan Kubis Bunga	31
<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN</b>	
6.1	Cadangan	32
<b>RUJUKAN</b>		33
<b>LAMPIRAN</b>		39

## **SENARAI JADUAL**

<b>Jadual</b>		<b>Muka surat</b>
2.1	Jenis sayuran yang ditanam di kawasan tanah tinggi di Sabah	4
4.1	Jumlah Moluska yang ditangkap mengikut jenis tanaman	24
4.2	Bilangan siput dan lintah bulan mengikut kuadrat dan hari pada tanaman brokoli dan kubis bunga	25

## **SENARAI RAJAH**

<b>Rajah</b>		<b>Muka surat</b>
2.1	Keratan rentas morfologi siput	9
2.2	Morfologi lintah bulan	11
2.3	Menunjukkan lendiran yang di keluarkan oleh siput	13
2.4	Menunjukkan telur siput yang telah menetas	13
3.1	Lokasi kajian	19
3.2	Kuadrat yang digunakan dengan menggunakan tali	20
3.3	Proses pengsampelan dilakukan secara manual menggunakan tangan	21
3.4	Bekas bertutup yang digunakan untuk mengumpul moluska	21
4.4	Min populasi siput dan lintah bulan pada tanaman Cruciferae	26
4.5	Min populasi siput dan lintah bulan pada tanaman kubis bunga dan brokoli	27
4.6	Min populasi Moluska pada brokoli dan kubis bunga	28

## **SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN**

%	Peratus
◦	Darjah
EIL	Economic Injury Level
ha	Hektar
MRL	Maximum Residue Level
<i>P. hermaphrodia</i>	<i>Phasmarrhabditis hermaphrodia</i>

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pengenalan**

Haiwan perosak seperti serangga, mamalia, siput dan cacing boleh definisikan sebagai haiwan yang mengganggu dan mengurangkan hasil serta menjejaskan kualiti estetika tanaman. Moluska seperti 'Giant African Snail' (*Achatina fulica*) merupakan perosak utama tanaman hortikultur yang utama di seluruh dunia (Albuquerque, 2007). Moluska sangat menjejaskan pengeluaran tanaman kerana kehadirannya mampu memberi kemusnahan yang besar pada kawasan tanaman. Kumpulan ini juga mampu menyerang kawasan tanaman seperti kelapa sawit, padi, buah-buahan dan getah. Selain itu, ia mampu memakan batang pokok sehingga pokok berkenaan patah dan tumbang (Albuquerque, 2008).

#### **1.2 Moluska Sebagai Perosak Utama Hortikultur**

Siput dan lintah bulan merupakan perosak utama tanaman hortikultur. Ia merosakkan tanaman sejak dari awal percambahan biji benih dengan memakan pucuk daun yang telah bercambah, akar dan juga batang. Siput menyerang tanaman dengan cepat. Ini kerana siput berupaya menghasilkan telur lebih dari 100 biji pada satu masa. Sebagai contoh, siput gondang emas hanya mengambil masa selama 60 hari untuk matang dan bersenyawa untuk menghasilkan telur. Ini menunjukkan ia mengambil masa yang singkat untuk matang dan menghasilkan ratusan telur untuk meneruskan populasinya. Ia menetas di dalam tanah dan menyerang tanaman pada setiap peringkat (Campbell dan Reece, 2005).

Pada tahun 1994 dan 1995, kerosakan yang disebabkan oleh lintah bulan dan siput adalah paling membimbangkan (Frank 1997). Spesies seperti *Arion lusitanicus* dan *Deroceras reticulatum* adalah antara spesies Moluska yang menyerang tanaman (Frank 1997). Lintah bulan adalah perosak utama pada tanaman seperti bijirin dan tanaman hiasan (Glen dan Moens, 2002).

Seperti juga siput, lintah bulan juga memusnahkan tanaman dari ia mula bercambah sehingga besar. Ini dibuktikan oleh South (1982) yang mengatakan bahawa penurunan hasil tanaman terjadi akibat dari aktiviti lintah bulan seperti memakan biji benih, memusnahkan batang pokok atau tanaman, serta mengurangkan diameter daun. Kemusnahan yang diakibatkan oleh lintah bulan pada tanaman adalah sangat bahaya sehingga seluruh tanaman perlu disemai semula. Lintah bulan juga mencemarkan tanaman dengan telurnya, badan, lendiran atau liur, yang mengakibatkan kemerosotan pada kualiti dan menyebabkan kerugian (Willis *et al.*, 2006).

Kajian awal tentang populasi siput dan lintah bulan ini dikaji untuk meninjau kelimpahan relatif antara kedua-dua Moluska yang selama ini kurang diketahui di kawasan tanah tinggi. Siput dan lintah bulan merupakan perosak utama tanaman Cruciferae di kawasan beriklim sederhana, namun kajian tentang populasi perosak ini di kawasan tanah tinggi bagi negara-negara tropika amat jarang dilakukan oleh para pengkaji (Atwal dan Dhaliwal, 2008). Oleh itu, kajian ini akan memfokuskan kepada populasi siput dan lintah bulan yang merupakan perosak utama tanaman Cruciferae di Kundasang, Ranau.

### **1.3 Justifikasi kajian**

Setakat ini masih belum terdapat kajian yang dijalankan untuk mengetahui populasi siput dan lintah bulan pada tanaman brokoli dan kubis bunga di Kundasang. Kerosakan sayur brokoli dan kubis bunga ini akibat daripada aktiviti siput dan lintah bulan juga masih belum diketahui walhal ia merupakan satu daripada perosak utama sayuran. Maka, tinjauan awal seperti ini perlu untuk mendapatkan maklumat seperti di atas. Kajian ini diharap dapat membantu petani dan memberi kesedaran akan ancaman populasi siput dan lintah bulan yang merosakkan tanaman mereka.

## **1.4 Objektif kajian**

Objektif kajian ini adalah:

1. Membandingkan populasi siput dan lintah bulan pada tanaman Cruciferae.
2. Membandingkan populasi Moluska antara tanaman brokoli dan kubis bunga.

## **1.5 Hipotesis**

1.  $H_0$ : Tidak terdapat perbezaan di antara populasi siput dan lintah bulan pada tanaman Cruciferae.  
 $H_1$ : Terdapat perbezaan di antara populasi siput dan lintah bulan pada tanaman Cruciferae.
2.  $H_0$ : Tidak terdapat perbezaan populasi Moluska antara tanaman brokoli dan kubis bunga.  
 $H_1$ : Terdapat perbezaan populasi Moluska antara tanaman brokoli dan kubis bunga.

## BAB 2

### ULASAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Sayur-sayuran

Sayuran adalah makanan harian penduduk Malaysia. Ding *et al.* (1981) menyatakan bahawa sayuran menyumbang 15% kepada makanan harian penduduk di negara ini.

Di Sabah, terdapat pelbagai jenis sayuran yang ditanam termasuk jenis dedaun, berbuah, tunas dan juga ubi. Terdapat lebih dari 10 jenis sayuran dan 9 jenis sayur-sayuran yang ditumbuh di kawasan rendah. Sayuran di kawasan pedalaman meliputi kira-kira 45% daripada jumlah keseluruhan kawasan negeri Sabah. Manakala di kawasan tinggi, lebih dari 20 jenis sayuran ditanam.

Jadual 2.1 Jenis sayuran yang ditanam di tanah kawasan tinggi di Sabah

Nama tempatan	Nama saintifik
Kobis bulat	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Capitata</i>
Kobis Cina	<i>Brassica pekinensis</i> var. <i>cylindrical</i>
Brokoli	<i>Broccoli olearacea</i> var. <i>italica</i>
Kobis bunga	<i>Brassica olearacea</i> var. <i>botrytis</i>
Tomato	<i>Lycopersicum esculentum</i>
Cili besar	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>grossum</i>
Cili merah	<i>Capsicum annuum</i>
Salad/Salad bulat	<i>Lactuca sativa</i>
Sawi rana	<i>Lactuca indica</i>
Sawi pahit	<i>Brassica juncea</i>
Sawi Jepun	<i>Brassica chinensis</i>
'Poh Choy'	<i>Spinacia oleracea</i>
Daun bawang	<i>Allium ascalonicum</i>
Le kio	<i>Allium ampeloprasum</i>
Tong ho	<i>Chrysanthemum coronarium</i> var. <i>spatiosum</i>
Sadri Cina	<i>Apium graveolens</i>

## Jadual 2.1 (sambungan)

Lobak merah	<i>Daucus carota</i>
Kacang buncis	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Pucuk Labu Siam	<i>Sechium edule</i>
Chive	<i>Allium tuberosum</i>

Sumber: Jipanin (2001)

### 2.1.1 Tanaman Cruciferae

Kubis dan kubis bunga merupakan salah satu sayuran yang tergolong di dalam kumpulan Cruciferae. Ia yang merupakan sayuran utama yang sering dimakan oleh kebanyakan penduduk Malaysia. Selain itu, di kebanyakan tempat di negara China, kubis tumbuh lebih dari satu musim dalam satu tahun (Cao *et al.*, 2005). Kubis menjadi tanaman sayuran di China untuk bertahun-tahun, ditanam secara konvensional dan juga di dalam rumah kaca. Tanaman ini meliputi 400,000 ha di negara tersebut (Gu *et al.*, 2004). Sayuran ini kaya dengan nutrisi. Nutrisi yang terdapat di dalamnya adalah seperti karbohidrat. Karbohidrat mendominasi 90% daripada berat kering sayur tersebut.

Selain karbohidrat, terdapat juga glukosa dan unsur lain (trace element) (Gao *et al.*, 2006; Wennberg *et al.*, 2006). Kubis mudah diserang serangga perosak. Semasa proses pertumbuhan, sayur mengalami kerosakan oleh banyak serangga dan patogen seperti *Myzus persicae* (Sulzer), *rapae* *Pieris* (L.), *Plutella xylostella* L. *Spodoptera exigua* Hubner, *Phyllotreta striolata* Fabricus, ulat pengorek dan juga ulat pengorek buah (Du *et al.*, 2002; Gu *et al.*, 2004). Pelbagai racun perosak yang digunakan untuk mengawal populasi perosak kepada sayuran Cruciferae ini termasuklah Moluska. Bagi penanaman kubis di China, organofosfat, organoklorin dan racun perosak piretroid adalah yang paling banyak digunakan di pasaran China (Huang *et al.*, 2004; Ju dan Liu, 2001).

Di kawasan luar bandar negara China dimana tanah yang subur itu disewakan dan diusahakan untuk penanaman sayuran, penggunaan racun perosak yang berlebihan adalah serius akibat dari ingin mengawal populasi haiwan perosak sayuran Cruciferae (Shi *et al.*, 2002). Terdapat juga kes dimana keracunan makanan terjadi akibat dari penggunaan racun yang berlebihan pada sayuran (Zhang *et al.*,

2003). Akibat dari kejadian ini, kerajaan China menggesa supaya had maksimum residu (MRL) disemak semula.

## 2.2 Perosak sayur-sayuran

Antara perosak utama sayur-sayuran di Sabah adalah serangga, patogen, dan juga siput. Serangga seperti kutu daun, trips bertindak sebagai pembawa penyakit. Serangan perosak pada sayuran adalah seperti melibatkan defoliasi pada daun, lubang pada buah dan juga layu kerana terhidrasi disebabkan oleh serangga penghisap. Penyakit pada sayuran disebabkan oleh patogen seperti cendawan, bacteria dan juga virus. Untuk kawalan serangan perosak, para petani sangat bergantung pada penggunaan racun perosak (Jipanin *et al.*, 2001).

Perosak merupakan organisma yang mana populasinya adalah di atas tahap ekonomi dan kehadirannya memberi konflik kepada kehidupan dan keselesaan manusia. Oleh itu, kehadiran haiwan perosak dan juga rumpai menjadi salah satu perkara yang membimbangkan kepada para petani dan juga peneroka.

Tidak semua organisme yang termasuk di dalam kategori perosak adalah penting di dalam aktiviti manusia. Mereka terkelas di dalam kategori seperti berikut (Norris *et al.*, 2003):

### I. Major atau kunci perosak

Perosak ini akan menyerang secara rutin dan mempengaruhi hasil tanaman. Perkataan kunci perosak itu di gunakan untuk serangga perosak tanaman. Ia akan menyerang secara konsisten semasa proses pembesaran tanaman.

### II. Perosak minor

Perosak dalam kumpulan ini akan menyerang secara rutin tetapi ia hanya memberikan sedikit kesan kepada hasil tanaman.

### III. Perosak kedua

Perosak ini adalah berpotensi memberikan kerosakan yang serius akan tetapi mereka dikawal oleh pemangsa semulajadi.

#### **IV. Perosak yang jarang menyerang**

Kumpulan ini jarang menyerang tanaman, tetapi akan menyebabkan kerosakan dari masa ke semasa. Ia merujuk pada serangga dan haiwan perosak yang boleh bergerak dan akan mati apabila akhir musim.

#### **V. Perosak berpotensi**

Serangga atau haiwan jenis ini adalah menyerupai kumpulan perosak kedua iaitu mereka tidak memberikan masalah yang serius, akan tetapi apabila kondisi atau keadaan berubah mereka boleh menyebabkan masalah yang serius pada tanaman.

#### **VI. Perosak migrasi**

Perosak jenis ini adalah sangat berkebolehan bergerak dan boleh menyerang tanaman di dalam satu masa melalui migrasinya.

#### **VII. Bukan perosak**

Haiwan atau serangga jenis ini tidak memberikan masalah kepada tanaman mahupun manusia dan malah ia didefinisikan sebagai berguna yang dapat memberikan manfaat.

### **2.2.1 Moluska sebagai perosak sayur-sayuran**

Secara tradisinya, Moluska dikawal dengan menggunakan umpan palet kimia yang mengandungi metaldehid atau karbamat (methiocarb atau thiocarb). Palet kimia ini akan dimakan oleh haiwan Gastropoda melalui pengambilan makanan atau kaedah sentuh iaitu sentuhan pada kulit. Namun, racun ini berbahaya dan membunuh haiwan vertebrata (Homeida dan Cooke, 1982; Fletcher *et al.*, 1991, 1994) dan racun ini juga akan membunuh haiwan invertebrata yang berguna untuk tanah dan tanaman seperti cacing tanah dan kumbang (Purves and Bannon, 1992). Penggunaan racun ini yang berlebih juga akan menyebabkan Moluska mempunyai daya tahan terhadap bahan kimia ini dan dapat mengekalkan populasinya (Henderson dan Triebskorn, 2002).

Walau bagaimanapun, dengan hasil kajian Speiser *et al.* (2001), beliau menghasilkan racun palet yang mengandungi besi fosfat (Ferramol®, Neudorff GmbH, Jerman) yang telah didaftarkan di beberapa negara Eropah (Speiser *et al.*, 2001) yang mana besi fosfat ini digunakan oleh manusia sebagai nutrisi dan sebagai baja. Ini menunjukkan kandungan kadar racun adalah rendah terhadap mamalia (Roberts *et al.*,

1990; Clark, 1993). Dalam konteks penggunaan racun di Kundasang, Sabah, penggunaan racun kimia adalah pilihan utama untuk mengawal populasi haiwan perosak. Ini dibuktikan oleh Jipanin *et. al* (2001) yang menyatakan rata-rata pengusaha sayuran di Kundasang akan menggunakan racun kimia.

### 2.3 Moluska

Gastropoda merupakan kelas yang terbesar di dalam filum Moluska. Kelas ini dikategorikan sebagai haiwan berlingkar, mempunyai cengkerang berbentuk kon yang terhasil daripada kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), mempunyai kaki berotot dan juga mempunyai lidah yang dipanggil radula. Siput, tiram, kima, dan sotong merupakan moluska (filum Moluska). Moluska adalah haiwan yang berbadan lembut (Latin, *molluscus*, lembut). Akan tetapi kebanyakannya dilindungi daripada cengkerang yang keras. Manakala, siput tidak bercengkerang (lintah bulan), sotong, dan oktopus telah kehilangan cengkerang semasa revolusi (Campbell dan Reece, 2005).

Selain dari perbezaan yang jelas, semua Moluska mempunyai pelan badan yang sama. Terbahagi kepada tiga bahagian utama iaitu; kaki maskular, yang mana ia digunakan untuk tujuan pergerakan; ruang visceral yang mana mengandungi organ dalaman; dan mantel yang merupakan tisu yang menutupi ruang visceral dan merembes penghasilan cengcerang. Pada kebanyakan Moluska, mantel terjulur dari ruang visceral, menghasilkan ruang air, lubang mantel, yang mana mengandungi anus, liang, dan juga lubang perkumuhan. Kebanyakan Moluska makan menggunakan radula untuk meragut makanan. Moluska mempunyai jantina yang berbeza, dan mempunyai gonad (ovari atau testis) yang terletak di ruang visceral. Kebanyakan siput adalah hermafrodit dan menyukai kawasan yang lembab dan bersuhu rendah. (Campbell dan Reece, 2005).

Lintah bulan adalah nama gelaran yang kebiasaannya diberikan kepada Gastropoda Moluska yang tidak mempunyai cengkerang. Ia samada mempunyai cengkerang yang kecil ataupun cengkerang dalaman yang kecil. Perbezaan ini dapat dilihat terus apabila kita membezakan di antara siput dan lintah bulan yang mana siput mempunyai cengkerang yang jelas kelihatan. Terdapat lintah bulan marin dan daratan lintah bulan, tetapi nama ‘lintah bulan’ itu kebiasaannya merujuk kepada spesis

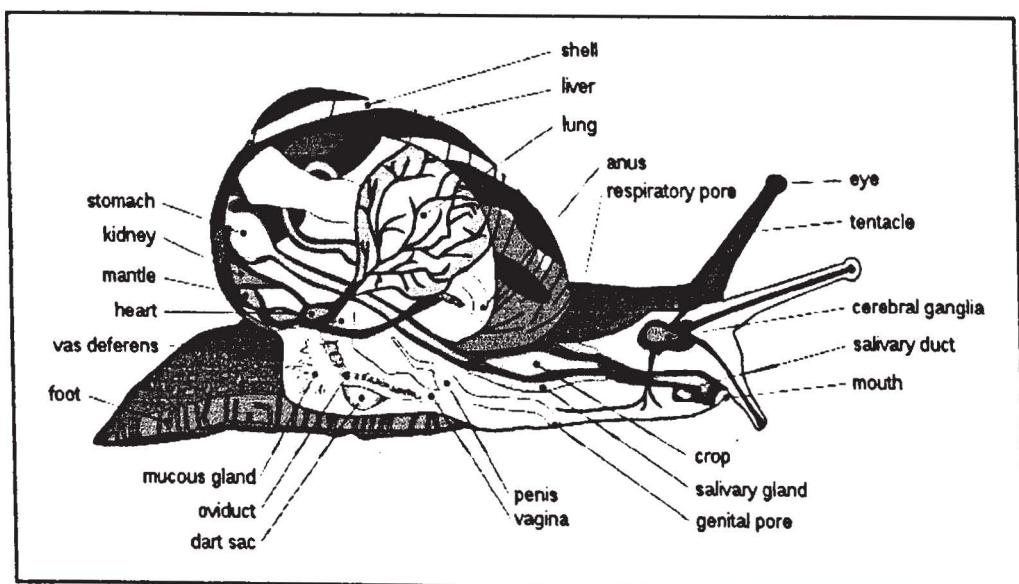
lintah bulan, tetapi nama ‘lintah bulan’ itu kebiasaannya merujuk kepada spesis daratan yang bernafas manakala spesis marin lebih dikenali sebagai ‘sea slug’ ataupun lintah bulan laut. Lintah bulan adalah seperti ahli Gastropoda juga yang mengalami torsion (organ dalaman berputar 180°) semasa pembesaran. Lintah bulan merupakan Moluska yang berbadan lembut, dan kecil. Lintah bulan tidak tahan terhadap cuaca yang kering akibat dari keadaan fizikalnya yang tidak mempunyai cengkerang, oleh itu lintah bulan perlu berada pada keadaan yang lembab dan tersembunyi semasa cuaca kering dan suhu tinggi (Glen dan Moens, 2002).

### 2.3.1 Klasifikasi Moluska

Siput dan lintah bulan diklasifikasikan sebagai kelas Gastropoda dan termasuk di dalam filum Moluska. Kedua-duanya mempunyai kepala dan kaki yang berotot. Bagi membezakan di antara siput dan lintah bulan adalah amat mudah. Perbezaan utama adalah, siput mempunyai cengkerang keras melingkar manakala lintah bulan tidak mempunyai cengkerang (Atwal dan Dhaliwal, 2008).

Taxonomi siput dan lintah bulan (Dinapoli dan Klussmann-Kolb, 2010)

Kindom	-	Animalia
Filum	-	Moluska
Kelas	-	Gastropoda



Rajah 2.1 Keratan rentas morfologi siput

Sumber: [www.wikipedia.com/snail](http://www.wikipedia.com/snail), 8 Oktober 2010

Moluska adalah tidak beracun. Menurut Atwal dan Dhaliwal (2008), Moluska adalah haiwan yang tidak beracun dan tidak boleh menggigit. Ia tidak mempunyai mekanisme-mekanisme pertahanan selain daripada cengkerangnya. Haiwan ini tidak mengancam manusia secara terus akan tetapi mengancam manusia sebagai vector penyakit. *Giant African Snail* (*Achatina fulica*) diketahui adalah merupakan vektor penyakit Meningitis (*Meningitis Eosinophilic*) yang asalnya adalah dari parasit 'rat lungworm' (*Parastrongylus contonensis*) yang dijumpai pada badan dan juga cengkerang siput.

### **2.3.2. Morfologi Siput**

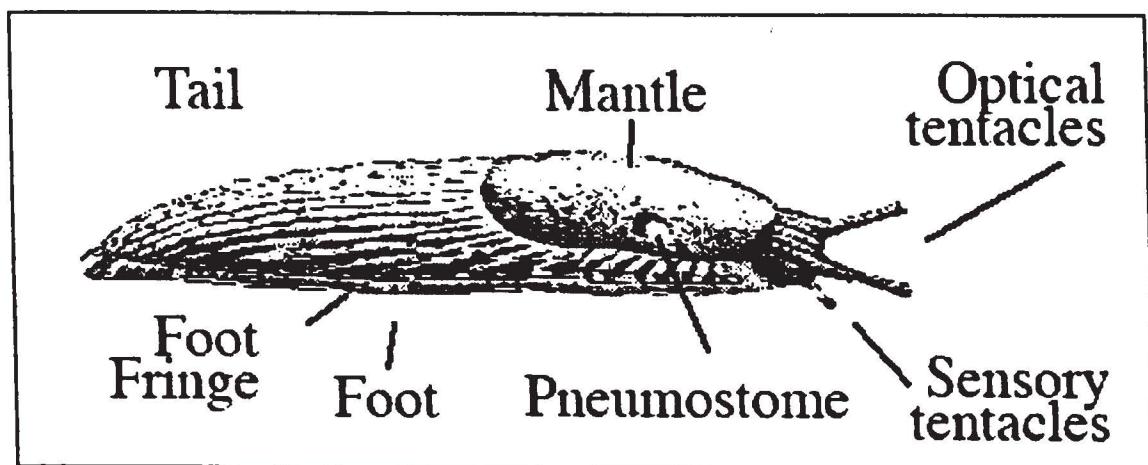
Siput lazimnya mempunyai dua tentakel dan kaki yang berotot yang digunakan untuk pergerakan. Bahagian utama kaki siput dikenali dengan propodium. Fungsinya adalah untuk bergerak apabila siput mengengsot. Siput mempunyai cengkerang yang bercorak melilit atau melingkar. Cengkerang ini kebiasaannya terbuka pada sebelah kanan dan digunakan sebagai perlindungan. Cengkerang mampu memberikan perlindungan kepada siput terhadap suhu dan cahaya. Apabila keadaan tidak selamat, siput akan memasukkan dirinya ke dalam cengkerang untuk berlindung (Glen dan Moens, 2002).

Siput dan lintah bulan iaitu haiwan yang tergolong dalam kelas Gastropoda akan mengalami proses yang dikenali sebagai torsion. Torsion adalah satu proses tumbesaran haiwan Gastropoda. Setelah embrio berkembang, jisim visceral akan berputar menyebabkan dubur dan rongga mantel haiwan Gastropoda menutup di bahagian kepalanya. Torsion adalah proses tumbesaran tersendiri dan ia tidak berkait dengan pembentukan cengkerang. Torsion berlaku dalam dua peringkat. Peringkat yang pertama adalah berotot dan kedua adalah mutagenik. Kesan-kesan torsion terutamanya pada fisiologi haiwan tersebut iaitu organisma membesar dengan tidak simetri dengan majoriti pertumbuhan berlaku pada sebelah kiri. Dubur pula terarah ke kepala (Campbell, 2005).

### 2.3.3 Morfologi Lintah Bulan

Seperti juga siput, lintah bulan mempunyai dua pasang sesungut atau tentakel di atas kepala. Satu pasang tentakel yang berada di atas sedikit merupakan deria cahaya manakala pasangan tentakel yang berada di bawah sedikit adalah untuk deria bau. Kedua-dua pasangan tentakel ini boleh terputus apabila dikenakan daya dan boleh tumbuh semula. Di atas lintah bulan, iaitu di belakang kepala terdapat mantel, dan di bawahnya adalah bukaan genital dan dubur. Di satu bahagian di tepi mantel adalah bukaan pernafasan yang mudah dikenal pasti apabila ia terbuka. Bukaan ini dikenali sebagai pneumostom. Terdapat juga spesis lintah bulan yang mempunyai cengkerang mendatar yang sangat kecil di dalam mantel (Campbell, 2005).

Seperti siput lain, lintah bulan berjalan dengan pengecutan dan pengenduran otot pada bahagian bawah kakinya. Serentak dengan itu, ia mengeluarkan lapisan mukus yang berfungsi sebagai pelincir untuk mengelakkan kerosakan pada tisu-tisu kaki. Kebanyakan lintah bulan mengekalkan cengkerang dalamannya. Organ ini umumnya menjadi bekalan garam kalsium kepada lintah bulan (Goh *et al.*, 1988).



Rajah 2.2 Morfologi lintah bulan

Sumber: [www.wikipedia.com/slug](http://www.wikipedia.com/slug), 8 Oktober 2010.

### **2.3.4 Biologi Siput dan Lintah Bulan**

Siput dan lintah bulan mempunyai dua jantina. Walaupun begitu, mereka akan berpasangan dengan siput dari spesis yang sama untuk tujuan persenyawaan. Beberapa siput dan lintah bulan boleh bertindak sebagai siput jantan pada satu musim dan berubah menjadi siput betina pada musim seterusnya. Terdapat juga siput dan lintah bulan yang memainkan kedua-dua peranan serentak dan mensenyawakan satu sama lain pada masa yang sama. Siput mengambil masa beberapa tahun untuk matang. Di kawasan bermusim, siput akan mula mengawan pada musim bunga dan pada awal musim panas (Dillen, 2010).

Dalam iklim tropika, aktiviti mengawan berlaku beberapa kali setahun. Siput mengawan sekitar Oktober dan boleh mengawan untuk kali kedua pada dua minggu kemudian. Selepas proses mengawan, siput boleh menyimpan sperma sehingga setahun tetapi kebiasaanya ia akan bertelur pada beberapa minggu. Terdapat juga keadaan apabila siput mengawan spesis lain darinya. Misalnya, *H. aspersa* dari Perancis tidak mengawan *H. aspersa* dari di utara Perancis (Dillen, 2010).

Kitar hidup siput adalah berbeza berbanding dengan haiwan-haiwan daratan lain. Siput mengambil masa dua tahun untuk menjadi matang. Siput mempunyai pelbagai cara mengawan untuk menarik pasangannya. Akan tetapi, mereka tidak mengeluarkan bunyi untuk menarik perhatian pasangannya seperti kebanyakan haiwan lain. Mereka juga tidak mempunyai keupayaan untuk mendengar. Oleh itu, untuk proses mengawan, mereka bersentuhan antara satu sama lain. Mereka menyelaputi satu sama lain dengan lendiran dihasilkan oleh badan mereka yang mana ia memudahkan proses persenyawaan berlaku. Setelah selesai proses mengawan, mereka akan pergi ke arah berasingan (Cobbinah *et al.*, 2008)

Disebabkan siput adalah hermophodite, kedua-dua siput akan menghasilkan telur sehingga 100 biji. Manakala lintah bulan pula boleh menghasilkan sebanyak 30 biji telur. Telur-telur ini adalah sangat kecil dan akan dimasukkan ke dalam tanah. Telur-telur ini mengambil masa empat minggu untuk menetas. Siput-siput kecil yang baru menetas sering menjadi pemangsa kerana mereka lambat bergerak. Telur-telur ini dimasukkan ke dalam tanah yang lembab di mana terlindung dari cuaca panas.

## RUJUKAN

- Ackerly, D.D. dan Bazzaz F.A. 1995. Plant growth and reproduction along CO<sub>2</sub> gradients: non-linear responses and implications for community change. *Global Change Biology* **1**: 199–20
- Albuquerque, F.S., Peso- Aguiar M.C., dan Albuquerque M.J.T. 2008. Distribution, feeding behavior and control strategies of the exotic land snail *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) in the northeast of Brazil. *Brazil Biology* **68(4)**: 837-842
- Atwal, A.S. dan Dhaliwal, D.S. 2008. Pp.-501 In: *Agricultural pests of South Asia and their management*. Kalyani Publication, India
- Bailey, S.E.R. 1981. Circannual and circadian rhythms in the snail *Helix aspersa* Müller and the photoperiodic control of annual activity and reproduction. *Journal of Comparative Physiology* **142**: 89-94
- Bamhart, M.C. dan McMahon, B.R. 1988. Depression of aerobic metabolism and intracellular pH by hypercapnia in land snails *Otala* & tea. *Journal of Exploration Biology* **138**: 289-299
- Bamhart, M.C. dan McMahon, B.R. 1987. Discontinuous carbon dioxide release and metabolic depression in dormant land snails. *Journal of Exploration Biology* **128**: 123-138
- Barclay, M.C., Dali, W. dan Smith, D.M. 1983. Changes in lipid and protein during starvation and the moulting cycle in the tiger prawn *Penaeus esculentus* Haswell. *Journal of Exploration Biology and Ecology* **68**: 229-244
- Bazzaz, F.A., 1990. Response of natural ecosystems to rising CO<sub>2</sub> levels. *Journal of Ecology System* **21**: 167-196
- Bezemer, T.M. dan Jones T.H. 1998. Plant-Insect herbivore interactions in elevated atmospheric CO<sub>2</sub>: quantitative analyses and guild effects. *Oikos* **82**: 212–222
- Campbell, N. A., dan Reece, J. B., 2005. Pp-455-460 In: *Biology Seventh Edition*. Pearson Education Incorporation Publication, London
- Cao, Y. S., Chen, J. X., Wang, Y. L., Liang, J., Chen, L. H., dan Lu, Y. T. 2005. HPLC/UV analysis of chlorfenapyr residues in cabbage and soil to study the dynamics of different formulations. *Science of the Total Environment* **350**: 38–46
- Chiba, S. 2007 Morphological and ecological shifts in a land snail caused by the impact of an introduced predator. *Journal of Ecology* **22**: 884-891

Clergeau Philippe, Noe lie Tapko., dan Benoit Fontaine. 2010. A simplified method for conducting ecological studies of land snail communities in urban landscapes. *Journal of Ecology* **100**: 1007

Cotrufo, M.F., Ineson P. dan Scott A. 1998. Elevated CO<sub>2</sub> reduces the nitrogen concentration of plant tissues. *Journal of Global Change Biology* **4**: 43–52

Da Silva, S.M. dan Zancan, D.M. 1994. Seasonal variation of the carbohydrate and lipid metabolism in a land pulmonate gastropod *Megulobulimus oblongus*. *Computer Biochemistry Physiology* **108A**: 337-341

Diaz, S., Fraser L.H., Grime J.P. dan Falczuk V. 1998. The impact of elevated CO<sub>2</sub> on plant-herbivore interactions: experimental evidence of moderating effects at the community level. *Oecologia* **117**: 177–186

Dillen, L., Jordaeans K. dan Dongen S. 2010. Effects of body size on courtship role, mating frequency and sperm transfer in the land snail *Succinea putris*. *Animal Behaviour* **79**: 1125-1133

Dinapoli A. dan Klussmann-Kolb Annette. 2010. The long way to diversity – Phylogeny and evolution of the *Heterobranchia* (Mollusca: Gastropoda). *Molecular Phylogenetics and Evolution* **55**: 60–76

Ding, T. H., Vimala, P. dan Yusof Salleh (1981). An Agroeconomic Survey of Vegetable Farming in Peninsular Malaysia. MARDI, Selangor, Malaysia

Du, F. L., Zhu, Q. dan Liu, J. 2002. Evolution and control measures of vegetable pests and diseases. *Yangtze Vegetable* **3**: 28–29

Fletcher, M.R., Hunter, K. dan Barnet, E.A. 1994. *Pesticide Poisoning of Animals*. MAFF Publications, London **5**: 52

Fletcher, M.R., Hunter, K., Quick, M.P. dan Thompson, H.M. 1990. Greig-Smith, P.W. *Pesticide Poisoning of Animals*. MAFF Publications, London

Gao, J. J., Cao, D. H. dan Zhang, G. H. 2006. *Foliar vegetables*. China Agricultural University Publishing House, Beijing

Glen, D.M. dan Moens, R. 2002. Pp-56. Agriolimacidae, Arionidae and Milacidae as pests in West European cereals. In: Barker, G.M. (Ed.), *Molluscs as Crop Pests*. CABI Publishing, Wallingford

Goh, K.S., Gibson R.L. dan Specker D.R. 1988. Gray Garden Slug. Field Crops Fact **102**: 95

Grimm, B. dan Paill W. 2001. Spatial distribution and home-range of the pest slug *Arion lusitanicus* **22**: 219–227

Gu, J. T., Ding, J. C., Gao, T. C. dan Ma, Y. M. 2004. The characteristics and no-pollution control of vegetable pests in Jiang-Huai Area. *Anhui Agricultural Science* **32**: 500–501

- Gu, J. T., Ding, J. C., Gao, T. C. dan Ma, Y. M. 2004. The characteristics and no-pollution control of vegetable pests in Jiang-Huai Area. *Anhui Agricultural Science* **32**: 500–501
- Henderson, I. dan Triebeskorn, R. 2002. Chemical control of terrestrial gastropods. Pp-32 In: Barker, G.M. (Ed.), *Molluscs as Crop Pests*. CABI Publishing, Wallingford, UK
- Herreid, CF. 1977. Metabolism of land snails during dormancy, arousal and activity. *Journal of Computer Biochemistry Physiology* **56A**: 211-215
- Hoffman, R.A. 1964. Terrestrial animals in the cold: Hibernator. Pp. 379-403 In: *Handbook of Physiology. Section 4: Adaptation to the Environment*. Washington
- Homeida, A.M. dan Cooke, R.G. 1982. Pharmacological aspects of metaldehyde poisoning in mice. *Pharmacology* **5**: 77–82
- Howes, N.H. dan Wells, G.P. 1934. The water relations of slugs and snails. I. Weight rhythms in *Helix pomatia*. *Exploration Biology* **11**: 327-343
- Huang, B. M., Zheng, Y. P., Li, X. Q., Yang, Y. Y. dan Mo, J. H. 2004. Determination of trichlorfon in vegetables by capillary electrophoresis. *Chinese Journal of Analysis Laboratory* **23**: 1–3
- Hunter, P.J. 1969. An estimate of the extent of slug damage to wheat and potatoes in England and Wales. *NAAS Q. Rev.* **85**: 31–36
- Jipanin J., Alinah Abd. Rahman, Jackson R. Jaimi dan Phua, P.K. 2001. Management of Pesticide use on vegetable production: *Role of Agriculture Sabah 6th SITE Research Seminar*
- Ju, H. F. dan Liu, X. L. 2001. Detection of three organophosphorus residual pesticides in green vegetables. *Journal of Changshu College* **15(4)**: 50–58
- Karlin, E.J. dan Naegele, J.A. 1958. Slugs and Snails in New York Greenhouses. *Cornell External Bulletin* **1004**: 1–16
- Korner, C. 1996. Towards a better experimental basis for upscaling plant responses to elevated CO<sub>2</sub> and climate warming. *Plant Cell Environment* **18**: 1101–1110
- Lawton, J.H. 1995. The response of insects to environmental change. Pp-26 In: Harrington R., Stork N.E. (Eds.), *Insects in a changing environment: 17th Symposium of the Royal Entomological Society of London, 7-10 September 1993*, Academic Press, London
- Ledergerber, S., Leadley P.W., Stöcklin J. dan Baur B. 1998. Feeding behaviour of juvenile snails (*Helix pomatia*) to four plant species grown at elevated atmospheric CO<sub>2</sub>. *Oecology* **19**: 89–95

- Ledergeber, S., Thommen G.H. dan Baur B. 1997. Grazing damage to plants and gastropod and grasshopper densities in a CO<sub>2</sub> enrichment experiment on calcareous grassland. *Oecology* **13**: 255–261
- Lincoln, D.E. 1993. The influence of plant carbon dioxide and nutrient supply on susceptibility to insect herbivores. *Vegetatio* **104/105**: 273–280
- Lindroth, R.L., Kinney K.K. dan Platz C.L. 1993. Responses of deciduous trees to elevated atmospheric CO<sub>2</sub>: productivity, phytochemistry, and insect performance. *Journal of Ecology* **74** : 763–777
- Miles, J.E., Bale J.S. dan Hodgkinson I.D. 1997 Effects of temperature elevation on the population dynamics of the upland heather psyllid *Strophingia ericae* (Curtis) (Homoptera: Psylloidea). *Global Change Biology* **3**: 291–297
- Miles, H.W, Wood, J. dan Thomas, I. 1931. Observations on the field slug *Agriolimax agrestis*. *Linn. Scot. Nat.* **149**: 131–134
- Norris, F. Robert, Caswell-Chen P. Edward., Kogan Marcos. 2003. Pp-45-52 In: *Concepts in Integrated Pest Management*. Pearson Education, United Kingdom
- Piretti, M.V.; Zuppa, F. dan Pagliuca, G. 1988. Investigation of the seasonal variations of fatty acid constituents in selected tissues of the bivalve mollusc *Scapharca tunclequivubis*. *Computer Biochemistry Physiology* **89B**: 183-187
- Port, G. dan Ester, A. 2002. Pp-1: 337–352 In: Gastropods as pests in vegetables and ornamental crops in Western Europe. In: Barker, G.M. (Ed.), *Molluscs as Crop Pests*. CABI Publishing, Wallingford, UK
- Purves, G. dan Bannon, J.W. 1992. Non-target effects of repeated methiocarb slug pellet application on carabid beetle (Coleoptera, Caridae) activity in winter-sown cereals. *Annual Application Biology* **121**: 215–223
- Riddle, W.A. 1986. Physiological ecology of land snails and slugs. Pp-431-461 In: Russell-Hunter, W.D. *Educational The Mollusca*, Volume 6 : Academic Press. New York
- Roberts, W.L., Campbell, T.J. dan Rapp, G.R. 1990. *Encyclopedia of Minerals*. Van Nostrand Reinhold Company, USA **1**: 979
- Rossi, I.C. dan Da Silva, S.M. 1993. Effects of starvation and a carbohydrate rich diet on glycogen metabolism in a Gastropod Mollusc, *Megulobulimus*. *Computer Biochemical Physiological* **106A**: 83 l-836
- Roth, S.K. dan Lindroth R.L. 1995. Elevated atmospheric CO<sub>2</sub>: effects on phytochemistry, insect performance and insect-parasitoid interactions, *Journal of Global Change Biology* **1**: 173–182
- Rothe, P. dan Crowley, C. 1986. *Insignificant terrain effects in multiphase pipelines*. AGA Catalog No. L15526.

- Scholnick, D.A. 1994. Acid-base status of a Pulmonate land snail (*Helix uspersu*) and a prosobranch snail (*Pomclceu bridgesi*) during dormancy. *Exploration Zoology* **268**: 293-298
- Shi, H. P., Chen, Q. dan Ye, J. R. 2002. The decomposition of chlorpyrifos and dimethoate in the autumn greengrocery grown in plastic shed and open field. *Zhejiang Agricultural Science* **4**: 191-192
- South, A. 1982. A comparison of the life cycles of the slugs *Deroceras reticulatum* (Muller) and *Arion intermedius* Normand (Pulmonata: Stylommatophora) at different temperatures under laboratory conditions. *Mollusc Study* **48**: 233-244
- Speck, U. dan Urich, K. Der. 1972. Stoffbestand dess Flub-krebses *Orconectes limosus*. Jahrescydus und Organverteilung. *Journal of Computer Physiology* **77**: 287-305
- Speiser, B., Zaller, J.G. dan Newdecker, A. 2001. Size-specific susceptibility of the pest slugs *Deroceras reticulatum* and *Arion lusitanicus* to the nematode biocontrol agent *Phasmarhabditis hermaprodita*. *Biocontrol* **46**: 311-320
- Thomas, F. 1998. Slug damage and numbers of the slug pests, *Arion lusitanicus* and *Deroceras reticulatum*, in oilseed rape grown beside sown wildflower strips, Agriculture, *Ecosystem and Environmnet* **67**: 67-78
- Traw, M.B., Lindroth R.L. dan Bazzaz F.A. 1996. Decline in gypsy moth (*Lymantria dispar*) performance in an elevated CO<sub>2</sub> atmosphere depends upon host plant species, *Oecologia* **108**: 113-120
- Uvarov, B.P. 1931. Insects and climate, *Transcation Entomology Sociology London* **79**:1-247
- Veldhuijzen, J.P. 1975. Glucose-tolerance in the pond snail *Lymnaea stagnalis* as affected by temperature and starvation. *Neth. J. Zool.* **25**: 206-218
- Veldhuijzen, J.P. dan van Beek, G. 1976. The influence of starvation and increased carbohydrate intake on the polysaccharide content of various body parts of the pond snail *Lymnaea stagnalis*. *Zoology* **25**: 106-118
- Warwich, K.R., Taylor G. dan Blum H. 1998. Biomass and compositional changes occur in chalk grassland turves exposed to elevated CO<sub>2</sub> for two seasons in FACE. *Journal of Global Change Biology* **4**: 375-385.
- Watt, A.D., Whittacker J.B., Docherty M., Brooks G., Lindsay E. dan Salt D.T. 1995. The impact of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> on insect herbivores. Pp.198-217 In: Harrington R., Stork N.E. (Eds.), *Insects in a changing environment: 17th Symposium of the Royal Entomological Society of London, 7-10 September 1993*, Academic Press, London

- Wennberg, M., Ekvall, J., Olsson, K. dan Nyman, M. 2006. Changes in carbohydrate and glucosinolate composition in white cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) during blanching and treatment with acetic acid. *Food Chemistry* **95**: 226–236
- Whitman, R.E. dan Storey, K.B. 1990. Pyruvate kinase from the land snail *Otala lactea*: regulation by reversible phosphorylation during estivation and anoxia. *Exploration Biology* **154**: 321-337
- Willis, J.C., Bohan, D.A., Choi, Y.H., Conrad, K.F. dan Semenov, M.A. 2006. Use of an individual-based model to forecast the effect of climate change on the dynamic, abundance and geographical range of the pest slug *Deroceas reticulatum* in the UK. *Journal of Global Change Biology* **12**: 1643–1657
- Woodward, F.I. dan Jones N. 1984. Growth studies of selected plant species with well-defined European distributions. I. Field observations and computer simulations on plant life cycles at two altitudes. *Ecology* **72**: 1019–1030
- Woodward, F.I. 1992. Predicting plant responses to global environmental change. *New Phytology* **122**: 239–251.
- Zhang, W. H., Chen, D. W., Yang, H. dan Zhu, H. M. 2003. Study on degradation of pesticide residue in vegetable by ozone. *Journal of Nanjing Agricultural University* **26**: 123–125.