

# **Kebutuhan Nutrisi dan Substansi dalam Pakan Buatan Serangga (Artikel Ulasan)**

I GEDE KETUT SUSRAMA

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana  
Jl. P.B. Sudirman, Denpasar 80232 Bali  
Email: ketutsusrama@unud.ac.id

## **ABSTRACT**

### **Insect Nutritional Requirements and Substances in its Artificial Diet**

In its life, insect as like as other creatures on earth need nutrients for the metabolism in their body so that the larval stage can grow to adult insect and then can do copulation to produce fertile eggs for its life cycle and for the existence sustainability of their species. Nutritional requirements among insects are certainly not the same depending on insect classification and actually different from species to species however in general there are major nutritional requirements that must available in an insect artificial diet. The nutritional requirements of insects and substances that commonly available in an artificial diet composition for insect are discussed in this article review.

Keywords: *nutritional requirement, substance and insect artificial diet*

### **1. Pendahuluan**

Studi tentang pakan buatan untuk serangga baik serangga hama maupun musuh alami sejak berabad-abad lalu sampai sekarang ini masih tetap terus dikerjakan untuk berbagai kepentingan. Keperluan akan serangga homogen yaitu serangga yang mempunyai umur seragam, instar sesuai dengan kebutuhan dan ukuran tubuh sama atau relatif sama untuk dipakai sebagai serangga indikator pada uji efektivitas atau uji cara kerja zat toksik di laboratorium bagi bahan aktif pestisida misalnya, baik bahan aktif pestisida kimiawi maupun bahan aktif pestisida alami akan terus diperlukan mengingat pestisida yang sudah ada akan menghadapi masalah resistensi dan pestisida baru yang lebih aman bagi lingkungan dan lebih efektif dari pestisida sebelumnya mesti terus dikembangkan. Rearing serangga secara besar-besaran dalam jumlah jutaan setiap minggu misalnya dilakukan pada rearing lalat buah jantan untuk pengendalian hama dengan teknik jantan mandul. Mengingat larva lalat buah yang diperlukan sangat banyak maka rearing dengan pakan alami hampir boleh dikatakan tidak mungkin atau minimal akan memerlukan terlalu banyak tenaga, waktu dan dana maka rearing dengan pakan buatan menjadi jalan keluar yang sudah berhasil

dilakukan seperti pengendalian lalat buah yang dilakukan oleh negara Jepang di kepulauan Okinawa. Rearing musuh alamipun apabila bisa dilakukan dengan pakan buatan akan jauh mempermudah pekerjaan karena tidak perlu menyediakan serangga inang.

Peneliti pakan buatan untuk serangga selama ini biasa memodifikasi komposisi pakan yang sudah dicoba sebelumnya yang dibuat untuk spesies tertentu menjadi komposisi baru untuk spesies serangga lain yang akan direaring. Ada pendapat yang menyatakan bahwa secara umum kebutuhan serangga pemakan tanaman akan nutrisi kemungkinan relatif sama mengingat adanya kemiripan pada sistem pencernaan dan proses metabolismenya. Adanya perbedaan kebutuhan nutrisi antar spesies yang relatif kecil kemungkinan disebabkan oleh perbedaan pakan alaminya berbeda. Tetapi pada prinsipnya pola pikir yang diterapkan dalam pembuatan pakan buatan untuk serangga sama seperti pola pikir pembuatan makanan untuk manusia atau pakan untuk ternak yaitu keseimbangan komponen nutrisi baik kualitas maupun kuantitas. Dalam penggunaan pakan buatan dalam merearing serangga, ontogeni serangga yang direaring dijadikan petunjuk apakah pakan buatan yang diberikan pada serangga sesuai dengan kebutuhan hidup pada setiap stadia. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasannya, Maldonado & De Polonia (2010) menyatakan bahwa suatu komposisi pakan buatan untuk serangga dianggap baik apabila 1) memberi persentase bertahan hidup sampai menjadi stadia serangga dewasa atau viabilitas larva lebih dari 70%, 2) masa stadia larva lebih singkat. Apabila masa stadia larva bertambah panjang setelah diberikan pakan buatan kemungkinan ada kekurangan atau ketidaksesuaian nutrisi dalam kandungan pakan buatan tersebut. 3) jumlah instar lebih sedikit, dan 4) memberi berat larva dan pupa lebih tinggi. Disamping itu pakan buatan yang baik tentunya akan mendukung aktivitas reproduksi serangga seperti 1) telur yang diletakkan lebih banyak, 2) natalitas lebih tinggi, 3) fekanditas lebih besar, dan 4) tidak menyebabkan kelainan pada sayap.

## **2. Kebutuhan Nutrisi Serangga**

Nutrisi dimaksudkan sebagai kebutuhan akan substansi kimia bagi suatu organisme untuk bertumbuhkembang, pemeliharaan jaringan, reproduksi dan energi. Secara umum banyak literatur yang menyatakan bahwa kebutuhan serangga akan nutrisi sama dengan binatang pada umumnya dan keseimbangan antar nutrisi sangat penting. Perhatian khusus perlu diberi perhatian hubungannya dengan konsentrasi per jenis nutrisi mengingat ukuran tubuh serangga yang relatif kecil. Untuk serangga fitofagus seperti Orthoptera, Lepidoptera dan Coleoptera, kebutuhan akan protein, asam amino dan karbohidrat umumnya seimbang. Pada instar awal serangga tidak memerlukan nutrisi lipid tetapi kemudian lipid diperlukan pada instar selanjutnya.

### **2.1 Protein dan Asam Amino**

Seperti makhluk hidup lain, serangga mencerna protein untuk mendapatkan asam amino. Serangga memerlukan asam amino esensial seperti arginin, histidin,

leusin, isoleusin, lisin, methionin, fenilalanin, threonin, trithopan dan valin. Asam amino seperti asam gama-aminobutirik dan asam glutamat seperti sudah diketahui selama ini mempunyai peranan sebagai neurotransmitter dalam system syaraf. Berdasarkan pada berbagai hasil penelitian tentang nutrisi serangga selama ini, sepertinya kebutuhan serangga pada asam amino bersifat spesies spesifik dalam artian asam amino esensial bagi setiap spesies serangga berbeda-beda. Misalnya asam aspartat dan asam glutamat sangat penting bagi ulat sutera dan prolin merupakan keharusan bagi pertumbuhan nyamuk. Seiring dengan berjalannya waktu, pengalaman merearing serangga dari satu spesies ke spesies berikutnya sangat penting. Konsentrasi protein dalam pakan buatan umumnya antara 20-80% dengan berbagai konsekuensinya. Apabila terjadi masalah dengan pematangan ovarium dalam pembentukan telur, kemungkinan karena konsentrasi protein dalam pakan buatan terlalu rendah. Sebaliknya konsentrasi protein terlalu tinggi bisa mempersingkat masa hidup serangga. Roriz and Joachim-Bravo (2013) menyatakan bahwa serangga jantan dewasa yang mendapat asupan protein lebih banyak dalam stadia larvanya akan bisa mendapatkan kesempatan kawin lebih besar atau lebih dipilih oleh betina.

## **2.2 Karbohidrat**

Karbohidrat bagi serangga seperti juga bagi mahluk hidup lain merupakan sumber energi dan gula seperti sukrosa merupakan substansi yang bisa mentimulasi keinginan makan. Ada serangga yang kebutuhannya akan karbohidrat bersifat absolut, ada juga yang tidak demikian. Secara teoritis, karbohidrat diperlukan oleh serangga tetapi tidak bersifat esensial karena seperti kita ketahui bisa dikonversi dari asam amino atau lipid. Kecuali hama gudang memerlukan kandungan karbohidrat minimal 40% dan konsentrasi optimum 70%.

## **2.3 Lipid dan Asam Lemak Tidak Jenuh**

Keduanya merupakan komponen dalam pembentukan fosfolipid dari dinding sel disamping fungsi lain misalnya dalam sistem hormonal. Asam lemak sangat penting terutama bagi Lepidoptera karena kekurangan asam lemak akan menyebabkan kecacatan pada sayap sehingga tidak bisa terbang dan kekurangan sterol akan menurunkan oviposisi.

Serangga tidak seperti hewan ternak, tidak bisa mensintesis asam lemak tidak jenuh. Serangga mendapatkan lemak tidak jenuh dari kolesterol dari mangsa bagi musuh alami atau bagi herbivora mendapatkannya dari derivasi beta sitosterol. Demikian juga dengan sterol. Berbeda dengan mahluk hidup lain pada umumnya, serangga tidak mampu membuat sterol dari metabolisme tubuhnya karena itu serangga harus mendapat sterol dari pakannya (Behmer & Ness, 2003). Serangga kemungkinan lebih memerlukan sterol nabati dan bukan sterol hewani atau apakah bisa dipertukarkan peranannya dalam metabolisme serangga masih memerlukan studi literatur atau penelitian eksperimental. Selanjutnya dinyatakan juga oleh Behmer &

Ness (2003) ketidakmampuan serangga dan arthropoda pada umumnya mensintesis kolesterol sampai saat ini masih misteri.

#### **2.4 Vitamin dan Mineral**

Serangga mempunyai kemampuan mensintesis vitamin sendiri. Vitamin dari makanan hanya diperlukan dalam jumlah sangat sedikit. Vitamin yang diperlukan seperti thiamin, riboflavin, asam nikotik, piridoksin, asam panthotik, asam folat dan biotin. Belum banyak informasi tersedia tentang kebutuhan serangga akan mineral. Kemungkinan mineral esensial yang diperlukan serangga adalah natrium, kalium, kalsium, magnesium, klorida dan fosfat. Sebagai kofaktor enzim, serangga memerlukan ion metal seperti molibdenum. Xiao *et al.* (2011) menyatakan berdasarkan pada hasil penelitiannya bahwa salah satu spesies serangga yang suka hinggap dan mengisap genangan lumpur (“mud puddling”) yang langka seperti *Helicoverpa armigera* memberi respon yang berbeda apabila dalam komposisi pakan buatanya diberi kandungan natrium yang berbeda. Defisiensi natrium menyebabkan percepatan pertumbuhan dan perkembangan larva tetapi menurunkan persentase bertahan hidup dan menurunkan kemampuan terbang serangga dewasa. Kebutuhan akan mineral sodium inilah yang diduga menyebabkan larva *Helicoverpa armigera* harus makan banyak makanan pada waktu stadia larva, harus berusaha melakukan kanibalisme dan serangga dewasa mengisap lumpur. Hubungannya dengan vitamin dan mineral, Geister *et al.* (2008) menyatakan bahwa penambahan vitamin dan mineral ke dalam komposisi pakan serangga dewasa dapat meningkatkan fekanditas.

#### **2.5 Fagostimulan**

Fagostimulan adalah alelokimia yang bisa masuk katagori nutrisi atau ada juga yang bukan nutrisi (Genc, 2006). Bagi serangga tertentu, ada yang menolak makan pakan buatan karena tidak mengandung fagostimulan yang biasa ditemukan pada pakan alaminya walaupun pakan buatan yang diberikan mengandung nutrisi yang lengkap untuk pertumbuhan dan reproduksinya. Untuk menanggulangi hal ini mengingat tidak mudah mengetahui fagostimulan apa yang diperlukan oleh setiap jenis serangga yang akan direaring, kemudian ke dalam pakan buatan ditambahkan pakan alaminya (pakan buatan semi sintesis).

### **3. Substansi dalam Pakan Buatan untuk Serangga**

Berbagai komposisi pakan buatan untuk merearing serangga sudah dibuat oleh peneliti dari berbagai negara selama ini. Dalam pengembangannya peneliti-peneliti pakan buatan melakukan modifikasi pada komposisi yang sudah ada kemudian mencoba komposisi baru hasil memodifikasi tersebut untuk merearing serangga target awal dan selanjutnya mencobanya juga pada berbagai spesies serangga yang lain. Berikut dibawah ini dibahas satu-satu kandungan komposisi pakan buatan serangga yang umum dibuat selama ini.

### 3.1 Asam Askorbat

Asam askorbat atau vitamin C hampir selalu ditambahkan pada setiap komposisi pakan buatan untuk serangga. Wang *et al.* (2014) melaporkan asam askorbat berfungsi sebagai antioksidan bagi serangga yang meningkatkan survival larva dan pupa serta konsentrasi yang dianjurkan adalah 0,16%. Sudah diketahui selama ini bahwa serangga tidak bisa memproduksi vitamin termasuk vitamin C dari sistem metabolisme tubuhnya. Vitamin C pada serangga tertentu berfungsi sebagai fagostimulan yakni meningkatkan jumlah pakan yang dimakan (*feeding rate*) (Bindu *et al.*, 2014).

### 3.2 Yeast

Tahun 1917, J. H. Northrop menunjukkan dengan hasil penelitiannya lalat *Drosophila* tidak bisa hidup dengan pisang bebas mikroba (Northrop, 1917). Yeast merupakan sumber protein bagi larva serangga dan berpengaruh terhadap ukuran sayap (Guler *et al.*, 2015). Untuk pertambahan jumlah populasi serangga yang direaring pada pakan buatanya ditambahkan lebih banyak yeast dibandingkan dengan apabila hanya untuk mempertahankan keberadaannya saja. Seperti Cresoni-Pereira & Zucoloto (2001) mempublikasikan bahwa kuantitas optimum yeast untuk *Anastrepha obliqua* adalah 12,5 gram sedangkan untuk mempertahankan keberadaannya saja ditambahkan 6,5 gram yeast saja.

### 3.3 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi untuk hampir semua makhluk hidup termasuk serangga. Sumber karbohidrat yang umum dipakai dalam pakan buatan untuk serangga adalah tepung kacang atau sukrosa, ada juga yang memakai glukosa atau fruktosa. Banyak peneliti yang menyatakan harus hati-hati dalam memilih sumber karbohidrat yang tepat untuk suatu spesies serangga. Masalahnya tidak hanya penerimaan dan palatabilitas sumber karbohidrat tersebut tetapi juga apakah system pencernaan serangga bersangkutan bisa menyerap jenis karbohidrat yang dipakai dan apakah serangga bersangkutan mempunyai system enzim yang diperlukan untuk bisa masuk dalam proses metabolismenya. Perlu dilakukan penelusuran pada komposisi pakan buatan sebelumnya yang pernah berhasil dipakai untuk merearing serangga yang diinginkan. Apabila semua itu tidak memungkinkan maka terpaksa ditempuh jalan "trial and error". Guler *et al.* (2015) menyatakan bahwa kadar sukrosa yang rendah pada pakan buatan akan memperlambat pertumbuhan larva. Sukrosa yang ditambahkan pada pakan buatan serangga dengan konsentrasi 0,8-2,4% meningkatkan survival larva dan persentase pupasi tetapi apabila konsentrasinya lebih besar dari 4% akan berakibat sebaliknya yaitu menurunkan survival larva dan persentase pupasi (Wang *et al.*, 2014).

### **3.4 Protein**

Serangga mendapatkan asam amino esensial dari protein dalam asupan pakannya. Itu berarti kandungan protein dalam pakan buatan bersifat vital. Untuk memastikan kandungan protein cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan reproduksi serangga, ada yang membuat kandungan protein dalam komposisi pakan buaatannya sampai 15%. Tetapi kandungan protein yang tepat untuk pakan bagi setiap spesies perlu diteliti satu-satu, dengan pertimbangan apabila kandungan proteinnnya kurang akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangbiakan serangga dan sebaliknya apabila kandungan protein dalam pakan buatan berlebih itu akan menjadi pemborosan biaya untuk pembuatan pakannya.

### **3.5 Bahan Tanaman**

Dalam komposisi pakan buatan semi sintetis didalamnya mengandung gerusan tanaman inang atau tanaman pakan alami serangga yang direaring. Bisa saja kalau rearing serangga dengan pakan buatan tidak berhasil dilakukan maka kemungkinan karena aroma, atraktan dan stimulan yang biasa ada pada tanaman inang alami suatu spesies serangga sangat spesifik dan serangga yang hendak direaring sangat fanatik dengan ketiga substansi tersebut diatas. Dalam kondisi itu, pakan buatan semi sintetis merupakan jalan keluar.

### **3.6 Lipid**

Lipid diperlukan oleh makhluk hidup termasuk serangga untuk pembentukan membran sel dan hormon. Pada serangga, asam lemak sangat penting untuk proses pembentukan embryo telur (Oogenesis). Polimer asam lemak tidak jenuh yang umum ada dalam komposisi pakan buatan adalah asam linoleat dan asam linolenat. Linolenat dianggap lebih penting dibanding linoleat dan lebih banyak dipakai dalam komposisi pakan buatan dan apabila tidak ada asam lemak pada pakan serangga bisa memperlambat pertumbuhan dan menurunkan fekanditas.

### **3.7 Sterol**

Sterol adalah lipid khusus yang diperlukan oleh semua serangga dan berfungsi sebagai fagostimulan. Sterol juga bermanfaat dalam pembentukan hormon ganti kulit beta ekdaison. Sterol tidak bisa disintesis di dalam tubuh serangga jadi harus didapatkan dari asupan pakan. Umumnya dipakai kolesterol atau dipakai sterol dari tanaman seperti beta sitosterol, kampesterol, atau stigmasterol dan pada pakan semi sintetis penambahan sterol pada komposisi pakan pada prinsipnya tidak perlu.

### **3.8 Zat Pengawet**

Zat pengawet yang dipakai atau yang diperlukan untuk pakan buatan serangga tentunya adalah anti jamur atau anti bakteri bukan anti serangga (insektisida). Anti jamurpun bisa menyebabkan pengaruh tidak baik pada pertumbuhkembangan serangga (Zha & Cohen, 2014). Tergantung pada jenis zat pengawet yang dipakai

atau sesuai konsentrasi anjuran secara umum konsentrasi pemakaian zat pengawet adalah antara 5000-10000 ppm disarankan sepanjang tidak ada masalah dengan solubilitas. Solubilitas perlu diperhatikan dalam memilih zat pengawet karena bisa menyebabkan zat pengawet tidak tercampur merata dalam pakan.

### **3.8.1 Asam Sorbat**

Di pasaran dijual dalam bentuk asam sorbat atau dalam bentuk garam yaitu kalium sorbat merupakan preservatif dengan cara kerja sebagai fungistatis bagi kapang dan yeast. Asam sorbat maupun kalium sorbat banyak dipakai sebagai pengawet makanan manusia dengan konsentrasi rendah karena asupan dalam konsentrasi tinggi bersifat karsinogenik. Untuk kosmetik misalnya dipakai konsentrasi 1% maka sebagai pengawet makanan termasuk konsentrasi dalam pakan serangga tentunya harus lebih rendah dari 1%. Asam sorbat mempunyai rasa asam dan bau menyengat jadi konsentrasi penggunaannya harus benar-benar sesuai dengan takaran atau sesuai pengalaman yaitu tidak menyebabkan pengaruh negatif pada serangga yang direaring. Pada pembuatan pakan buatan untuk serangga, asam sorbat berfungsi sebagai fungistatis yaitu untuk menghambat pertumbuhan jamur.

### **3.8.2 Asam Benzoat**

Dipakai sebagai pengawet dalam bentuk asam benzoat atau dalam bentuknya garamnya yaitu natrium benzoat dimaksudkan untuk mencegah perkembangan kapang dan bakteri. Konsentrasi yang dipakai dalam makanan 1000 ppm (1g/kg) (Permenkes Nomor 722/Menkes/Per/IX/1988). Apakah konsentrasi anjuran tersebut dipakai untuk pakan serangga, perlu dilihat acuan dari komposisi pakan buatan yang sudah ada selama ini atau dilakukan uji coba sendiri untuk kemudian bisa dipatenkan atau dijadikan rahasia dagang.

### **3.8.3 Natrium Sulfit dan Natrium Bisulfit**

Natrium sulfit ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) banyak dipakai dalam pengawetan buah-buahan supaya buah tidak cepat kering dan untuk mencegah diskolorasi. Belum ada komposisi pakan serangga sampai saat ini penulis temukan memakai pengawet ini. Pengawet ini kemungkinan cocok untuk pakan buatan dengan tujuan supaya pakan tidak cepat kering dan warnanya tidak berubah terlalu cepat. Selain natrium sulfit ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) juga ada pengawet natrium metabisulfit yang biasanya digunakan untuk pengawet nira (gula). Dalam pakan serangga kandungan gulanya relatif tinggi sehingga penambahan natrium metabisulfit kemungkinan akan bisa menjaga kualitas kandungan gula tersebut lebih lama. Konsentrasi dalam komposisi tentunya lebih baik serendah mungkin mengingat preservatif ini dilaporkan bisa terakumulasi dalam sel hati dan kemudian menyebabkan penyakit lever. Apabila berpengaruh tidak baik pada badan manusia kemungkinan akan berpengaruh negatif juga pada serangga.

### 3.9 Aditif

Aditif merupakan bahan yang ditambahkan dalam jumlah sangat sedikit dalam pakan buatan serangga dimaksudkan untuk menyempurnakan atau dengan tujuan sama seperti zat pengawet. Dua jenis aditif dibahas dalam artikel ini yaitu kolin klorida dan antibiotik.

#### 3.9.1 Kolin Klorida

Merupakan aditif yang bermanfaat untuk mempercepat pertumbuhan yang banyak dicampurkan pada pakan ternak. Terdapat banyak jenis garam kolin seperti kolin hidrosida, kolin bitartrat, atau pospatidilkolin. Yang mana sebenarnya terbaik untuk pakan serangga masih memerlukan penelusuran atau kemungkinan setiap zat tersebut diatas bersifat spesifik spesies. Penambahan aditif pada komposisi pakan buatan serangga merupakan peluang bagi peneliti di bidang hama tanaman dan hasilnya kemungkinan besar akan menjadi penemuan yang bersifat novelty.

#### 3.9.2 Antibiotik

Wang *et al.* (2014) menyarankan memakai kloramfenikol atau spectinomisin dengan konsentrasi 125-250 ppm. Kandungan antibiotik yang terlalu tinggi (>500 ppm) dalam komposisi pakan buatan bisa memperpanjang masa stadia larva dan menyebabkan penurunan berat pupa.

### Daftar Pustaka

- Behmer T. Spencer & W. David Ness. 2003. Insect sterol nutrition and physiology: a global overview. *Adv. Insect Phys.* 31: 1-72.
- Bindu K. Jose, V.V. Sudheendrakumar & T.V. Sajeev. 2014. Micronutrients – Significants and function in growth and survival of insects – a case study. *Ent. App. Sci.* 1(3): 1-4.
- Cresoni-Pereira Carla & fernando Sergio Zucoloto. 2001. Influence of quantity if brewer yeast on the performance of *Anastrepha obliqua* wild females (Diptera: Tephritidae). *Ser. Zool.* 91:53-60.
- Geister L. Thorin. Matthias W. Lorenz, Klaus H. Hoffmann & Klaus Fischer. 2008. Adult nutrition and butterfly fitness: effects of diet quality on reproductive output, egg composition, and hatching success. *Frontiers in zoology* 5(10): 1-13.
- Genc Hanife. 2006. General principles of insect nutritional ecology. *Trakya Uni. J. Sci.* 7(1): 53-7.
- Guler Pinar, Nazh Ayhan, Can Kosukcu & Banu Sebnem Onder. 2015. *Turk. J. Zool.* 39: 395-403.
- Maldonado A. Helber & Ingeborg Z. de Polania. Evaluation of meredic diets suitable for efficient rearing of *Heliothis virescens* F. (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista U.D. C.A. Actualidad & Divulgacion Cientifica* 13(2): 163-173.

- Northrop J. H. 1917. The role of yeast in the nutrition of an insect (*Drosophyla*). *J. Biol. Chem.* 30; 181-187.
- Roriz K. P. Alzira & Iara S. Joachim-Bravo. 2013. The relevance of age and nutritional status on the mating competitiveness of medfly males (Diptera: tephritidae). *Zoologia* 30(5): 506-512.
- Wang Ye Cheng, Shu Kun Zhang, Xiu Bei Ren & Jianya Su. 2014. Effects of dietary additives in artificial diets on survival and larval development of *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Cerambidae). *Florida entomologist* 97(3): 1041-1048.
- Xiao Kai, Ke Shen, Jian Feng Zhong & Guo King Li. 2011. Effect of dietary sodium on performance, flight and compensation strategies in the cotton Bollworm *Helicoverpa armigera* HUBNER (Lepidoptera: Noctuidae). *Frontiers in Zool.* 7(11): 2-8.
- Zha Chen & Allen C. Cohen. 2014. Effects of anti-fungal compounds on feeding behaviour and nutritional ecology of tobacco budworm and painted lady butterfly larvae. *Entomol. Ornithol. Herpathol.* 3(1): 2-9.