

**PENDUGAAN INSTAR LARVA ULAT KANTONG *Pteroma plagiophleps*  
HAMPSON PADA SENGON BERDASARKAN LEBAR KAPSUL KEPALA DAN  
UKURAN KANTONG**

*(Instar Larvae Estimation of Pteroma plagiophleps Hampson Bagworm in Albizia  
Based on Head Capsule Width and Bag Size)*

**Ujang W. Darmawan<sup>1\*</sup>, Hermanu Triwidodo<sup>2</sup>, Purnama Hidayat<sup>2</sup>, dan/and  
Noor Farikhah Haneda<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan  
Jl. Gunung Batu No.5 Po Box 165 Bogor, Jawa Barat, Indonesia  
Telp. 0251-8633234; Fax 0251-8638111

<sup>2</sup> Institut Pertanian Bogor  
Jl. Raya Darmaga Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia  
Tlp./Fax: (0251) 8621947

\*Email: ujdarmawan@ymail.com

Tanggal diterima: 12 September 2019; Tanggal direvisi: 24 Maret 2020; Tanggal disetujui: 9 April 2020

**ABSTRACT**

*Pteroma plagiophleps* bagworm is an important insect pest of *albizia*. It is necessary to understand the development stages of the larvae as the basis for its control. The research aims to determine the number of instars and the rate of increase in larval size based on the width of the head capsule. Furthermore, larval bag size as an easily observable variable was used to estimate the instar stage. Instar number and the size range were determined by non linear regression, while the instar stage was estimated by the regression equation using bag diameter and length. We concluded that the larvae experienced four instars. The head capsule of larvae grew regularly following Dyar's pattern, with the value approximately 1.42. The bag size of instar 1, instar 2, instar 3, and instar 4 were estimated as a range from 0-2.19 mm; 2.19-3.55 mm; 3.55-6.10 mm; and more than 6.10 mm in length respectively. The bag length was reasonable to be used as a reliable predictor of the instar stage.

**Keywords:** *Number of instar, classification, growth, regression, bag size*

**ABSTRAK**

Ulat kantong *Pteroma plagiophleps* merupakan serangga hama penting pada tanaman sengon. Perkembangan larvanya perlu diketahui sebagai dasar pengendaliannya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah instar dan laju pertambahan ukuran larva berdasarkan lebar kapsul kepalanya. Selain itu, juga untuk menduga instarnya dengan menggunakan ukuran kantong larva. Jumlah instar dan kisaran ukurannya ditentukan menggunakan persamaan regresi non linear, sedangkan tingkat instar diturunkan dari persamaan regresi linear menggunakan peubah ukuran diameter dan panjang kantong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva ulat kantong diduga mengalami empat instar. Pertumbuhan larva mengikuti pola yang relatif konstan dengan nilai "koefisien Dyar" rata-rata 1,42. Dugaan ukuran panjang kantong larva instar 1, instar 2, instar 3, dan instar 4 masing-masing memiliki kisaran antara 0-2,19 mm, 2,19-3,55 mm, 3,55-6,10 mm, dan lebih dari 6,10 mm. Peubah panjang kantong larva cukup baik untuk digunakan sebagai penduga instar larva.

**Kata kunci:** *Jumlah instar, klasifikasi, pertumbuhan, regresi, ukuran kantong*

## I. PENDAHULUAN

Informasi pertumbuhan larva merupakan hal yang penting untuk diketahui karena berkaitan dengan penerapan strategi pengendalian serangga. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pada fase atau instar tertentu, larva ulat kantong memiliki kerentanan terhadap faktor-faktor negatif dari luar yang dapat mengganggu perkembangannya. Tiga instar pertama larva *Metisa plana* Walker merupakan fase yang rentan terhadap paparan insektisida klorantraniliprol (Kok, Eng, Razak, Arshad, & Marcon, 2012). Larva instar tiga juga rentan terhadap mikroba entomopatogen *Bacillus thuringiensis* (Kamarudin, Ali, Masri, Ahmad, & Manan, 2017).

Pertambahan ukuran tubuh larva ulat kantong sulit ditentukan karena tubuhnya tertutup oleh kantong. Meskipun demikian, ukuran kapsul kepala larva dapat digunakan untuk menduga pertumbuhannya. Bagian ini telah digunakan oleh beberapa peneliti untuk menentukan jumlah instar dan pertambahan ukuran larva (Delbac, Lecharpentier, & Thiery, 2010; Chen & Seybold, 2013; León-Finalé & Barro, 2014; Thakur, 2016; Kuyulu & Genc, 2019). Penelitian tersebut telah menduga tingkat instar larva melalui pola pertambahan ukuran lebar kapsul kepala.

Selain itu, tingkat instar larva dapat ditentukan berdasarkan karakter kantong yang dimiliki. Karakter kantong pada setiap instar larva *M. plana* bersifat khas termasuk ukuran dan pola kantongnya sehingga dapat dijadikan penduga instarnya (Kok, Eng, Razak, & Arshad, 2011). Dalam penelitian tersebut instar digambarkan berdasar ciri kantong secara kualitatif. Ciri kuantitatif pada larva yang mudah diamati dapat digunakan untuk menduga tingkat instarnya secara lebih teliti melalui model persamaan. Penelitian ini bertujuan untuk menduga jumlah dan perkembangan larva ulat kantong *Pteroma plagiophleps* Hampson pada tanaman sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.)

Barneby & J.W. Grimes) berdasarkan ukuran lebar kapsul kepala larva dan ukuran kantongnya.

## II. METODOLOGI

### A. Pengambilan Sampel

Sampel ulat kantong diambil pada bulan Oktober 2018 sampai Februari 2019. Lokasi pengambilan adalah tegakan tanaman sengon yang berumur 1 sampai 4 tahun. Sebanyak 10 tegakan tersebut berada di daerah Pekalongan, Batang, Subang, serta Kota dan Kabupaten Bogor pada ketinggian 200-500 m dari permukaan laut (dpl). Pada masing-masing kebun tersebut dipilih lima tanaman yang terserang dan tersebar merata sebagai pohon sampel. Sampel berupa larva ulat kantong kemudian dikumpulkan dari pohon tersebut. Lokasi tersebut diasumsikan tidak memberikan pengaruh yang berbeda secara nyata terhadap pertumbuhan ukuran larva.

### B. Pengukuran Sampel

Semua sampel (komposit) larva ulat kantong yang berhasil dikumpulkan kemudian dipindahkan ke botol koleksi yang berisi alkohol 70% untuk mematikan larva. Jumlah sampel ulat kantong kemudian disortir berdasar ukuran untuk memudahkan pengukuran. Sejumlah 1.227 larva berhasil dikumpulkan secara proporsional dari Kota Bogor (284 larva; 23,1%), Kabupaten Bogor (286 larva; 23,3%), Batang (194 larva; 15,8%), Subang (203 larva; 16,5%), dan Pekalongan (259 larva; 21,1%) Lebar kapsul kepala kemudian diukur bersamaan dengan ukuran kantong yang meliputi panjang dan diameternya.

Lebar kapsul kepala diukur menggunakan mikroskop binokuler mikrometer yang dilengkapi kamera digital mikroskop yang dilengkapi piranti lunak terkalibrasi. Lebar kapsul kepala diukur berdasar jarak terjauh dari batas tepi sisi dorso-lateral (Delbac, Lecharpentier, & Thiery, 2010). Panjang

kantong diukur pada garis median di salah satu sisi dari ujung sampai garis diameter. Diameter diukur pada pangkal kantong terdekat dengan ujung (terpendek) dan tegak lurus garis median panjang kantong (Gambar 1).

**C. Analisis Regresi Non Linear**

Data lebar kapsul kepala disajikan dalam bentuk sebaran frekuensi. Penentuan jumlah instar dilakukan dengan pendekatan fungsi kepadatan Kernel yang dilanjutkan dengan fungsi non linear. Pendekatan ini merupakan metode yang cukup baik dalam menduga jumlah instar (Sukovata, 2019). Untuk menghindari subjektivitas dalam menentukan jumlah dan batas instar, fungsi pendugaan Kernel yang mengacu pada sebaran normal (Gaussian) diterapkan pada data tersebut (Chen & Seybold, 2013) dengan lebar kelas 25 µm. Pendugaan Kernel dilakukan menggunakan fungsi *add-in* pada piranti tambahan *software Excel*. Titik paling rendah merupakan batas antar instar yang satu dengan yang lainnya. Pada masing-masing instar tersebut penduga parameter awal *a*, *b*, dan *c* ditentukan dari modulus,  $1/(2*\text{varians})$ , dan rata-rata.

$$h_i = \sum_{i=1}^4 (y_i); \quad y_i = a_i e^{-b_i(x-c_i)^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$f_i = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}} \dots\dots\dots (2)$$

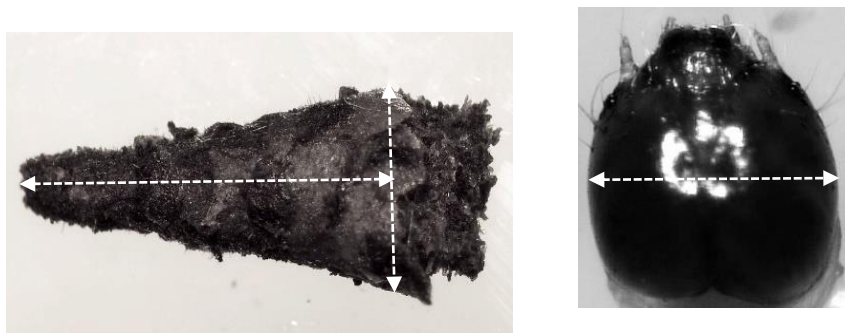
$$P_{i\text{ ke }i+1} = \int_{l_i}^{\infty} f_i dx \quad \text{dan} \quad P_{i\text{ ke }i-1} = \int_{-\infty}^{l_i} f_i dx \quad \dots\dots (3)$$

Dimana: *h<sub>i</sub>* = Jumlah kelas lebar kapsul kepala,  
*i* = Instar ke 1, 2, ...,  
*e* = Konstanta,  
*f* = Frekuensi,  
 $\mu$  = Rata-rata,  
*P* = Peluang.

Pada masing-masing instar, persamaan regresi dibuat berdasarkan fungsi non linear pada “Persamaan 1” untuk menentukan penduga parameter nonlinear *a*, *b*, dan *c*, dimana, *a* adalah frekuensi tertinggi, *b* adalah ½ varian, dan *c* adalah rata-rata. Nilai penduga parameter non linear yang diperoleh kemudian disubstitusikan ke dalam “Persamaan 2”, sehingga kemudian peluang kesalahan pengelompokan antara instar ke-*i* sampai instar ke *i+1* dan instar ke-*i* sampai instar ke *i-1* dapat ditentukan berdasarkan “Persamaan 3” (Delbac, Lecharpentier, & Thiery, 2010).

$$D_{i,i+1} = \frac{m_{i+1}}{m_i} \dots\dots\dots (4)$$

Laju pertambahan ukuran larva ditentukan dengan mengukur rasio lebar kapsul kepala rata-rata antara dua instar yang berurutan. *D* adalah rasio pertumbuhan dan *m<sub>i</sub>* adalah lebar kapsul kepala rata-rata instar ke-*i* (Mahgoub, Lau, & Omar, 2015; Yadav & Yack, 2018)



Gambar (Figure) 1. Pengukuran diameter, panjang kantong dan lebar kapsul kepala (*The measurement of bag diameter, length, and head capsule width*)

#### D. Penyusunan Model Pengujian Asumsi Klasik

Model yang digunakan yaitu model linear dengan peubah yang digunakan adalah lebar kapsul kepala ( $y$ ) sebagai peubah terikat dan panjang kantong ( $L$ ), diameter pangkal kantong ( $D$ ), volume kantong silinder ( $V.t$ ), dan volume kantong kerucut ( $V.k$ ) sebagai peubah bebas. Kriteria pemilihan model yang paling sesuai menggunakan parameter nilai koefisien determinansi ( $R^2$ ) yang tinggi dan kesalahan baku ( $SE$ ) yang rendah. Instar kemudian dapat ditentukan berdasarkan kriteria ukuran lebar kapsul kepala pada Tabel 1. Pengujian dilakukan untuk mengetahui terpenuhinya beberapa asumsi klasik regresi. Beberapa asumsi yang diuji adalah linearitas,

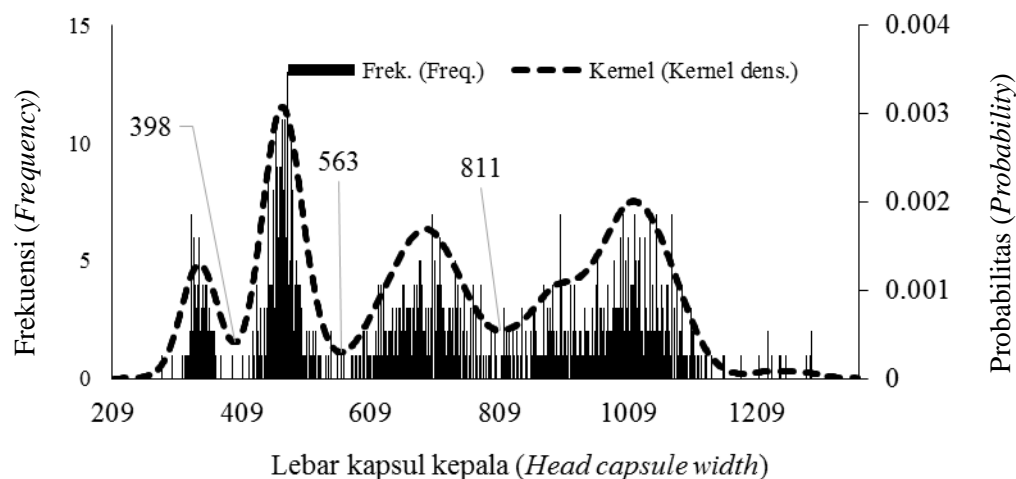
multikolinearitas, homoskedastisitas, normalitas residu, dan pencilan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

##### 1. Jumlah dan klasifikasi instar larva

Lebar kapsul kepala larva yang dikumpulkan dari lapangan berkisar antara 284-1292  $\mu\text{m}$ , dengan rata-rata 721,5  $\mu\text{m}$  dan standar deviasi 257,1  $\mu\text{m}$ . Pendugaan awal fungsi kerapatan Kernel menunjukkan adanya empat buah puncak (*peak*). Ini mengindikasikan bahwa larva mengalami empat tahap pertumbuhan atau instar. Empat buah instar tersebut dipisahkan oleh tiga titik terendah pada grafik yaitu pada titik 398  $\mu\text{m}$ , 563  $\mu\text{m}$ , dan 811  $\mu\text{m}$  (Gambar 2).



Gambar (Figure) 2. Sebaran frekuensi dan probabilitas fungsi Kernel lebar kapsul kepala larva (*Frequency distribution and Kernel function probability of larval head capsule Width*)

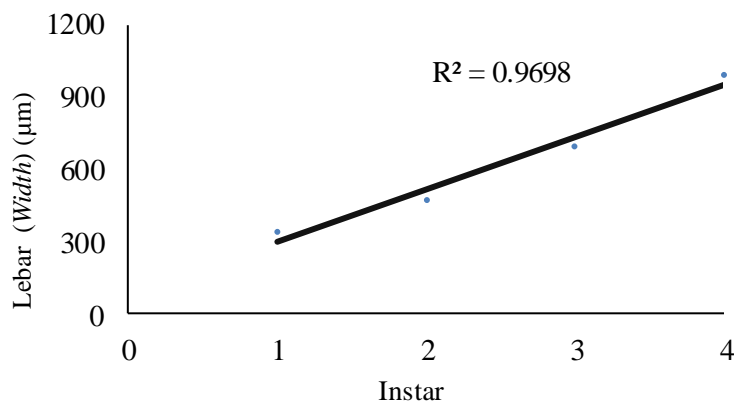
Tabel (Table) 1. Kisaran lebar kapsul kepala larva (*The range of larval head capsule width*)

Instar ( <i>Instar</i> )	Jumlah ( <i>Number</i> )	Kisaran ( <i>Range</i> ) ( $\mu\text{m}$ )	Rata-rata ( <i>Average</i> ) $\pm$ SD ( $\mu\text{m}$ )
Instar 1 ( <i>Instar</i> 1)	113	< 395,28	343,8 $\pm$ 1,37
Instar 2 ( <i>Instar</i> 2)	304	395,28 - 545,98	473,8 $\pm$ 1,22
Instar 3 ( <i>Instar</i> 3)	316	545,98 - 811,79	690,0 $\pm$ 3,02
Instar 4 ( <i>Instar</i> 4)	494	> 811,79	990,1 $\pm$ 3,90

Keterangan (*Remark*): SD = Standar deviasi (*Standard of deviation*)

Tabel (Table) 2. Peluang kesalahan klasifikasi antar instar (*Error probability for instar classification*)

Instar ( <i>Instar</i> )	Non linear ( <i>Non linear</i> )		Sebaran normal ( <i>Normal distribution</i> )	
	<i>i ke i-1</i> ( <i>i to i-1</i> )	<i>i ke i+1</i> ( <i>i to i+1</i> )	<i>i ke i-1</i> ( <i>i to i-1</i> )	<i>i ke i+1</i> ( <i>i to i+1</i> )
Instar 1 ( <i>Instar 1</i> )	-	0,000340426	-	0,000340406
Instar 2 ( <i>Instar 2</i> )	0,000208296	0,002740254	0,000208270	0,002740253
Instar 3 ( <i>Instar 3</i> )	0,001126088	0,019823150	0,001126088	0,019824120
Instar 4 ( <i>Instar 4</i> )	0,01100234	-	0,011002540	-



Gambar (Figure) 3. Hubungan antara instar dengan lebar kapsul kepala larva *P. plagiophleps* (*Correlation between instar and head capsule width of P. plagiophleps larvae*)

Tabel (Table) 3. Model persamaan penduga lebar kapsul kepala larva (*Estimation equation model for larval head capsule width*)

Prediktor ( <i>Predictor</i> )	( <i>b</i> <sub>0</sub> )	( <i>b</i> <sub>1</sub> )	( <i>b</i> <sub>2</sub> )	( <i>p-value</i> )	R <sup>2</sup>	SE
Panjang ( <i>Long</i> )	176,963	0,104	-	0,00	0,805	101,25
Diameter	90,437	0,275	-	0,00	0,738	117,33
Volume tabung ( <i>Tube Volume</i> )	492,477	0,000000007903	-	0,00	0,612	142,64
Volume kerucut ( <i>Cone volume</i> )	492,477	0,00000002371	-	0,00	0,612	142,64
L*D	127,727	0,076	0,087	0,00	0,819	97,58

Keterangan (*Remarks*): R<sup>2</sup> = Koefisien derrerminasi (*Coefficient of determination*), SE = Kesalahan baku (*Standard error*)

Setelah melalui analisis persamaan non linear, kemudian menghasilkan tiga titik perpotongan yang memisahkan setiap instar yang satu dengan instar yang lain. Kisaran ukuran lebar kapsul kepala masing-masing instar sedikit bergeser dari dugaan awal dan disajikan pada Tabel 1.

Lebar kapsul kepala larva instar 1 berkisar antara 284-395,28 μm (rata-rata 343,8 μm). Pada instar 2, instar 3, dan instar 4 masing-masing berkisar antara 395,28-545,97 μm (rata-rata 474,9 μm); 545,97-811,79 μm (rata-rata 691,8 μm) dan 811,79-1158 μm (rata-rata 990,1 μm).

## 2. Laju pertambahan ukuran larva

Larva menunjukkan rasio pertumbuhan berkisar antara 1,38 sampai 1,46. Laju pertambahan ukuran larva antar instar yang berurutan bersifat geometris yang relatif konstan. Pada penelitian ini laju pertambahan ukuran larva rata-rata adalah 1,42. Terdapat hubungan antara lebar kapsul kepala dengan instar yang kuat ditunjukkan dengan koefisien determinasi di antara kedua peubah tersebut adalah 0,96% (Gambar 3).

## 3. Sebaran data dan penyusunan model

Diameter kantong berkisar antara 403-4.785  $\mu\text{m}$  sedangkan panjang kantong berkisar antara 459-11.620  $\mu\text{m}$ . Sebanyak empat model persamaan penduga lebar kapsul kepala disusun menurut model linier sederhana dan satu model linier berganda. Kisaran nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) antara 61-82% dan nilai kesalahan baku (SE) antara 97,58-142,64. Dua nilai pada kriteria tersebut konsisten berbanding terbalik satu sama lain (Tabel 3).

## B. Pembahasan

### 1. Jumlah instar dan pertumbuhan larva

Peluang kesalahan klasifikasi antar instar disajikan pada Tabel 2. Besarnya peluang kesalahan klasifikasi yang dihasilkan dari metode sebaran normal dan fungsi nonlinear tidak berbeda secara nyata (hampir sama). Peluang kesalahan klasifikasi yang paling kecil terjadi pada instar dua yang diklasifikasikan sebagai instar satu yaitu sebesar 0,021%. Peluang kesalahan yang terbesar terjadi pada instar empat yang diklasifikasikan sebagai instar tiga sebesar 1,98%.

Nilai ini tergolong kecil dan menurut Delbac, Lecharpentier, & Thiery, (2010), kemungkinan kesalahan di bawah 7% masih dapat diterima. Hasil penelitian ini juga tidak jauh berbeda dengan hasil yang

disampaikan oleh beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan metode serupa (Chen & Seybold, 2013; Cazado, Van Nieuwenhove, O'Brien, Gastaminza, & Murúa, 2014; Castañeda-Vildózola et al., 2016).

Larva pada penelitian ini dikumpulkan dari alam yang berkembang pada tanaman sengon. Perbedaan kondisi lingkungan dan makanan dapat menyebabkan adanya perbedaan jumlah instar pada spesies serangga yang sama. Variasi jumlah instar intra spesies juga ditemukan pada beberapa taksa serangga (Wei, 2010; Barraclough, Burgess, Kean, & Malone, 2014; Maxwell, 2014; Morales-Ramos, Kay, Guadalupe-Rojas, Shapiro-Ilan, & Tedders, 2015).

Makanan adalah salah satu faktor yang memengaruhi variasi intra spesifik jumlah instar larva. Larva *Streblote panda* (Lepidoptera: Lasiocampidae) mengalami jumlah instar yang berbeda pada inang yang berbeda (Calvo & Molina, 2010), demikian juga pengaruh suhu (Go, Kwon, Kim, Bin, & Kim, 2019), atau interaksi keduanya (Mo, Jang, Park, Lee, Shin, Lee, & Cho, 2013)

Variasi intra spesifik dalam hal jumlah instar dan durasi pertumbuhan larva juga terjadi pada *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Larva yang dikumpulkan dari lapangan menunjukkan adanya jumlah instar yang lebih banyak dibandingkan dengan larva yang dibiakkan di laboratorium sebelum mengalami pupasi (Luo, Yao, Yang, Zhang, Hoffmann, & Fang, 2016). Storey-Palma, Benítez, Parra, & Vargas, (2012) juga melaporkan adanya variasi jumlah instar pada larva *Angelabella tecomae* Vargas & Parra (Lepidoptera, Gracillariidae) yang dikumpulkan dari inang *Tecoma fulva* D. Don (Bignoniaceae) di lapangan.

Menurut Grunert, Clarke, Ahuja, Eswaran, & Nijhout, (2015), pertambahan ukuran yang ditunjukkan dengan "koefisien Dyar" juga berkorelasi negatif terhadap jumlah instar. Koefisien yang rendah berkorelasi dengan jumlah instar

yang lebih banyak dan sebaliknya. Larva yang pertumbuhannya lambat cenderung mengalami penambahan jumlah instar untuk memenuhi ukuran minimal sebelum mencapai tahap pupasi (Barraclough, Burgess, Kean, & Malone, 2014; Halim, Muhaimin, Syarifah Zulaikha, Nor Atikah, Masri, & Yaakop, 2017).

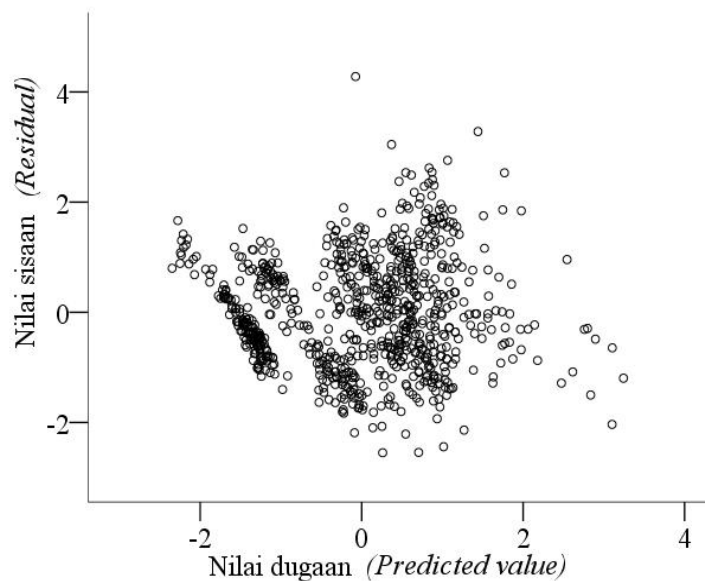
## 2. Model pendugaan instar berdasar ukuran kantong

Beberapa asumsi klasik yang diuji telah terpenuhi. Diagram pencar menggambarkan adanya hubungan linear antara dua peubah bebas diameter dan panjang kantong terhadap lebar kapsul kepala dengan koefisien korelasi masing-masing sebesar 0,74 dan 0,81. Sementara itu, varian dari residu relatif tetap, tidak ada indikasi pola mengerucut (heteroskedastisitas), sehingga asumsi homoskedastisitas terpenuhi (Gambar 4). Data pencilan yang dapat mengganggu model regresi juga tidak ditemukan. Terpenuhinya asumsi ini ditunjukkan melalui nilai “jarak Cooks” tidak lebih dari satu.

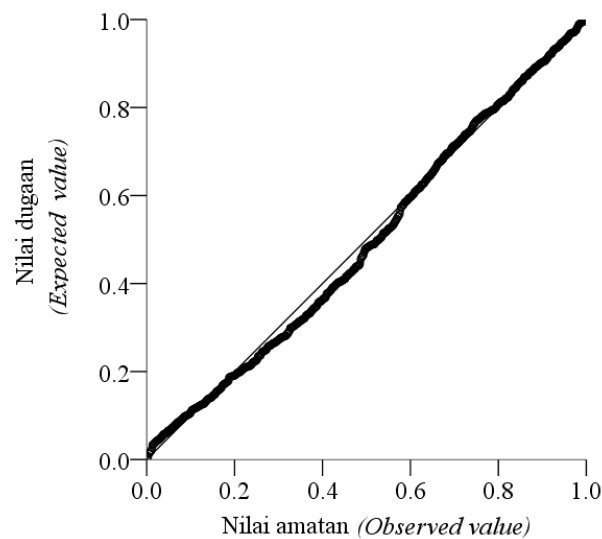
Nilai korelasi Pearson antar peubah

panjang dan lebar kantong terlalu tinggi (0,90). Dua peubah yang memiliki korelasi yang terlalu kuat dapat menimbulkan masalah dalam model baik multikolinearitas maupun singularitas (Tabachnick & Fidell, 2013). Indikasi terjadinya kolinearitas adalah proporsi variansi dua peubah tersebut cukup tinggi, masing masing (0,90 dan 0,98 pada nilai Eigen 0,012). Nilai *varians inflating factor* (VIF) dan toleransi model rata-rata menunjukkan angka masing-masing sebesar 5,24 dan 0,199. Keadaan multikolinearitas dapat terjadi ketika nilai VIF berkisar 5-10 (Kim, 2019)

Pada Gambar 5 menunjukkan adanya nilai probabilitas kumulatif hasil pengamatan yang agak melenceng dari nilai yang diharapkan. Keadaan ini juga ditunjukkan dengan angka indeks Durbin-Watson sebesar 0,754. Nilai tersebut mengindikasikan adanya autokorelasi positif karena jauh dan kurang dari dua (Ahmad, Shukor, Masdor, Shamaan, Roslan, & Shukor, 2015). Dengan demikian, asumsi residu yang tersebar bebas juga tidak dapat terpenuhi.



Gambar 4. Sebaran residu pengamatan (*Residual scatter plot*)



Gambar 5. Sebaran probabilitas kumulatif pengamatan (*Cumulative probability scatter observation*)

Tabel (Table) 4. Kisaran lebar kapsul kepala dan panjang kantong instar hasil pendugaan (*Ranges of head capsule width and bag length of specific instar retrieved from model*)

Instar ( <i>Instar</i> )	Lebar kapsul kepala ( <i>Head capsule width</i> ) ( $\mu\text{m}$ )	Panjang kantong ( <i>Bag length</i> ) ( $\mu\text{m}$ )
Instar 1 ( <i>Instar 1</i> )	<395,28	< 2099,2
Instar 2 ( <i>Instar 2</i> )	395,28 - 545,98	2099,2 - 3548,2
Instar 3 ( <i>Instar 3</i> )	545,98 - 811,79	3548,3 - 6104,1
Instar 4 ( <i>Instar 4</i> )	>811,79	> 6104,1

Beberapa asumsi yang tidak terpenuhi secara memuaskan menyebabkan hanya salah satu dari peubah panjang atau diameter kantong yang dipilih dan peubah lainnya seharusnya dikeluarkan dari model untuk menghindari masalah. Selain itu masuknya peubah diameter sebagai peubah tambahan, dianggap kurang memuaskan karena perubahan pada nilai  $R^2$  sebesar 1,4% dan kesalahan baku (SE) sebesar 3,67 yang tidak memuaskan dibandingkan dengan model lain.

Berdasarkan hasil uji asumsi klasik tersebut, maka penggunaan dua peubah dalam satu model regresi linear berganda menjadi kurang tepat, maka dari itu model regresi linear yang digunakan adalah model yang menggunakan satu peubah. Persamaan regresi linear sederhana;  $y = 176,963 + 0,104 * L$  memenuhi kriteria

koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang paling tinggi dan kesalahan baku (SE) yang paling rendah dibandingkan model lain. Hal ini menunjukkan bahwa panjang kantong mampu menjelaskan variasi pada model persamaan secara lebih baik daripada peubah lain. Panjang kantong juga merupakan peubah yang lebih mudah diamati di lapangan. Dengan demikian, model tersebut dapat digunakan untuk menduga ukuran lebar kapsul kepala larva yang selanjutnya digunakan untuk menduga tingkat instarnya. Model tersebut kemudian menghasilkan kisaran lebar kapsul kepala dan ukuran kantong larva sebagaimana pada Tabel 4.

Kesesuaian panjang kantong sebagai penduga ukuran lebar kapsul kepala terkait dengan pertumbuhan larva. Selama periode pergantian instar, aktivitas makan



serangga berhenti sementara. Pada periode ini ukuran lebar kapsul kepala mengalami pertumbuhan yang pesat, khususnya pada kelompok *Lepidoptera* dan *Coleoptera* (Gullan & Cranston, 2014).

Pada penelitian ini, kantong larva *P. plagiophleps* tidak berkembang mengikuti rasio yang konstan. Ukuran kantong berkembang dengan rasio antara 1,27-1,73 (rata-rata 1,52). Hasil penelitian Kok, Eng, Razak, & Arshad, (2011) juga menunjukkan bahwa ukuran kantong *M. plana* juga tidak berkembang secara konstan dengan kisaran 1,17-2,87 (rata-rata 1,62).

Faktor perilaku larva dalam membangun kantong ini berkontribusi terhadap 19,7% variasi yang tidak dapat dijelaskan pada model. Bias kelamin pada larva mungkin berpengaruh terhadap variasi yang ditimbulkan. Bias kelamin betina merupakan fenomena yang umum terjadi pada serangga, khususnya ngengat (Stillwell, Blanckenhorn, Teder, Davidowitz, & Fox, 2010; Benítez & Vargas, 2017; De-Camargo et al., 2015). Selain itu, faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban di lapangan yang bervariasi antar tempat atau habitat mungkin juga berpengaruh, meskipun demikian, hal ini masih perlu dibuktikan melalui penelitian yang lebih lanjut.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Larva ulat kantong *P. plagiophleps* yang berkembang pada tanaman sengon mengalami empat instar dan berkembang mengikuti pola geometris yang relatif konstan yaitu 1,42. Ukuran panjang kantong dapat digunakan untuk menduga instar larva. Panjang kantong larva pada instar 1, instar 2, instar 3, dan instar 4 masing-masing dapat diduga berada pada kisaran 0-2,19 mm, 2,19-3,55 mm, 3,55-6,10 mm, dan lebih dari 6,10 mm. Panjang kantong larva merupakan penduga instar yang cukup baik.

##### B. Saran

Faktor lingkungan seperti elevasi dan musim perlu dimasukkan dalam analisis regresi karena faktor-faktor tersebut diduga bisa memengaruhi ukuran dan pertumbuhan larva ulat kantong *P. plagiophleps*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP), Kementerian Keuangan, Republik Indonesia yang mendanai penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S.A., Shukor, M.S., Masdor, N.A., Shamaan, N.A., Roslan, M.A.H., & Shukor, M.Y. (2015). Test for the presence of autocorrelation in the Buchanan-three-phase model used in the growth of *Paracoccus* sp. SKG on Acetonitrile. *Journal of Environmental Bioremediation and Toxicology*, 3(1), 6-8.
- Barracough, E.I., Burgess, E.P.J., Kean, A.M., & Malone, L.A. (2014). Growth and development in a lepidopteran with variable instar number, *Pseudocoremia suavis* (Geometridae), under standard rearing conditions and when parasitised by *Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera: Braconidae). *European Journal of Entomology*, 11(4), 501-511.  
<https://doi.org/10.14411/eje.2014.062>
- Benítez, H.A., & Vargas, H.A. (2017). Sexual dimorphism and population differentiation in the chilean neotropical moth *Macaria mirthae* (Lepidoptera, Geometridae): A wing geometric morphometric example. *Revista Brasileira de Entomologia*, 61(4), 365-369. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2017.06.003>.
- Calvo, D., & Molina, J.M. (2010). Differences in foliage affect performance of the lappet moth,

- Streblote panda*: Implications for species fitness. *Journal of Insect Science*, 10(177), 1-14.  
<https://doi.org/10.1673/031.010.14137>
- Castañeda-Vildózola, Á., González-Hernández, H., Equihua-Martínez, A., Valdez-Carrasco, J., Peña, J.E., Cazado, L.E., & Franco-Mora, O. (2016). Head capsule width is useful for determining larval instar in *Heilipus lauri* (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist*, 99(4), 822-825.  
<https://doi.org/10.1653/024.099.0448>
- Cazado, L.E., Van Nieuwenhove, G.A., O'Brien, C.W., Gastaminza, G.A., & Murúa, M.G. (2014). Determination of number of instars of *Rhyssomatus subtilis* (Coleoptera: Curculionidae) based on head capsule widths. *Florida Entomologist*, 97(2), 639-643. <https://doi.org/10.1653/024.097.0241>.
- Chen, Y., & Seybold, S.J. (2013). Application of a frequency distribution method for determining instars of the beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) from widths of cast head capsules. *Journal of Economic Entomology*, 106(2), 800-806. <https://doi.org/10.1603/ec12367>.
- De Camargo, W.R.F., De Camargo, N.F., Do Carmo Vieira Corrêa, D., Aires De Camargo, A.J., Diniz, I.R., & Martin, O. (2015). Sexual dimorphism and allometric effects associated with the wing shape of seven moth species of Sphingidae (Lepidoptera: Bombycoidea). *Journal of Insect Science*, 15(1), 1-9. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iev083>
- Delbac, L., Lecharpentier, P., & Thiery, D. (2010). Larval instars determination for the european grapevine moth (Lepidoptera: Tortricidae) based on the frequency distribution of head-capsule widths. *Crop Protection*, 29(6), 623-630. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.01.009>
- Go, M.S., Kwon, S.H., Kim, S. Bin, & Kim, D.S. (2019). The developmental characteristics for the head capsule width of *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) larvae and determination of the number of instars. *Journal of Insect Science*, 19(1), 1-9. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez010>.
- Grunert, L.W., Clarke, J.W., Ahuja, C., Eswaran, H., & Nijhout, H.F. (2015). A quantitative analysis of growth and size regulation in *Manduca sexta*: The physiological basis of variation in size and age at metamorphosis. *PLoS ONE*, 10(5), 1-23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127988>.
- Gullan, P.J., & Cranston, P.S. (2014). *The insects: An Outline of Entomology, 5th Edition*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1093/ae/tmw008>.
- Halim, M., Muhaimin, A.M.D., Syarifah Zulaikha, S.A., Nor Atikah, A.R., Masri, M.M.M., & Yaakop, S. (2017). Evaluation of infestation in parasitoids on *Metisa plana* Walker (Lepidoptera: Psychidae) in three oil palm plantations in peninsular Malaysia. *Serangga*, 22(2), 135-149.
- Kamarudin, N., Ali, S.R.A., Masri, M.M.M., Ahmad, M.N., Manan, C.A.H.C., & Kamarudin, N. (2017). Controlling *Metisa plana* Walker (Lepidoptera: Psychidae) outbreak using *Bacillus thuringiensis* at an oil palm plantation in Slim River, Perak, Malaysia. *Journal of Oil Palm Research*, 29(1), 47-54. <https://doi.org/10.21894/jopr.2017.2901.05>.
- Kim, J.H. (2019). Multicollinearity and misleading statistical results. *Korean Journal of Anesthesiology*, 72(6), 558-569. <https://doi.org/10.4097/kja.19087>.
- Kok, C.C., Eng, O.K., Razak, A.R., & Arshad, A.M. (2011). Microstructure and life cycle of *Metisa plana* Walker (Lepidoptera: Psychidae). *Journal of*

- Sustainability Science and Management*, 6(1), 51-59.
- Kok, C.C., Eng, O.K., Razak, A.R., Arshad, A.M., & Marcon, P.G. (2012). Susceptibility of bagworm *Metisa plana* (Lepidoptera: Psychidae) to chlorantraniliprole. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 35(1), 149-163.
- Kuyulu, A., & Genc, H. (2019). Biology and laboratory rearing of codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) on its natural host "green immature apple" *Malus domestica* (Borkh) (Rosales: Rosaceae). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 6(3), 546-556. <https://doi.org/10.30910/turkjans.595382>.
- León-Finalé, G., & Barro, A. (2014). Immature stages and life cycle of the wasp moth, *Cosmosoma auge* (Lepidoptera: Erebidae: Arctiinae) under laboratory conditions. *Psyche*, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2014/328030>.
- Luo, G.H., Yao, J., Yang, Q., Zhang, Z.C., Hoffmann, A.A., & Fang, J.C. (2016). Variability in development of the striped rice borer, *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae), due to instar number and last instar duration. *Scientific Reports*, 6(35231), 1-7. <https://doi.org/10.1038/srep35231>.
- Mahgoub, M.O., Lau, W.H., & Bin Omar, D. (2015). Observations on the biology and larval instars discrimination of wax moth *Achroia grisella* F. (Pyralidae: Lepidoptera). *Journal of Entomology*, 112(1), 1-11.
- Maxwell, M.R. (2014). Developmental patterns in *Stagmomantis limbata* (Mantodea: Mantidae): Variation in instar number, growth, and body size. *Journal of Orthoptera Research*, 23(1), 49-58. <https://doi.org/10.1665/034.023.0104>
- Mo, H.H., Jang, K.B., Park, J.J., Lee, S.E., Shin, K.I., Lee, J.H., & Cho, K. (2013). Interactive effect of diet and temperature on instar numbers in *Spodoptera litura*, with reference to head capsule width and weight. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 16(4), 521-525. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2013.08.007>.
- Morales-Ramos, J.A., Kay, S., Guadalupe Rojas, M., Shapiro-Ilan, D.I., & Tedders, W.L. (2015). Morphometric analysis of instar variation in *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 108(2), 146-159. <https://doi.org/10.1093/aesa/sau049>.
- Stillwell, R.C., Blanckenhorn, W.U., Teder, T., Davidowitz, G., & Fox, C.W. (2010). Sex differences in phenotypic plasticity affect variation in sexual size dimorphism in insects: From physiology to evolution. *Annual Review of Entomology*, 55(1), 227-245. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085500>.
- Storey-Palma, J., Benítez, H., Parra, L.E., & Vargas, H.A. (2012). Identification of sap-feeder instars in *Angelabella tecomae* Vargas & Parra (Lepidoptera, Gracillariidae) feeding on *Tecoma fulva fulva* (Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 56(4), 508-510. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262012000400018>.
- Sukovata, L. (2019). A comparison of three approaches for larval instar separation in insects A case study of *Dendrolimus pini*. *Insects*, 10(384), 1-12. <https://doi.org/10.3390/insects10110384>.
- Tabachnick, B.G., & Fidel, L.S. (2013). *Using Multivariate Statistics*. (J. Mosher, Ed.) (sixth edit). Upper Saddle River: Pearson Education. <https://doi.org/10.1037/022267>.
- Thakur, B. (2016). The study of head capsule width of different larval instars of indian gypsy moth *Lymantria obfuscata* Walker in Himachal Pradesh (India). *Journal of*

*Entomology and Zoology Studies*,  
4(1), 42-46.

Wei, Y.J. (2010). Variation in the number of nymphal instars in *Nysius huttoni* White (Hemiptera: Lygaeidae). *New Zealand Journal of Zoology*, 37(4), 285-296. <https://doi.org/10.1080/03014223.2010.513396>.

Yadav, C., & Yack, J.E. (2018). Immature stages of the masked birch caterpillar, *Drepana arcuata* (Lepidoptera: Drepanidae) with comments on feeding and shelter building. *Journal of Insect Science*, 18(1), 1-9. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey006>.