



BAB V

BIOLOGI KONSERVASI DAN MODEL PERTUMBUHAN POPULASI KUMBANG LUCANID

Abstrak

Perdagangan kumbang lucanid di Gunung Salak merupakan ancaman besar bagi keberlangsungan kehidupan kumbang lucanid dan penurunan populasinya di alam. Pada saat ini penelitian mengenai dampak perdagangan kumbang lucanid, biologi kumbang lucanid dan pertumbuhan populasi kumbang lucanid belum dilakukan, padahal informasi ini sangat penting dalam upaya konservasi serangga tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perdagangan kumbang lucanid, biologi kumbang lucanid dan pertumbuhan populasi kumbang lucanid. Informasi mengenai data kumbang lucanid yang diperdagangkan diperoleh dari wawancara menggunakan kuisisioner setiap bulan dari bulan Desember 2004 sampai Nopember 2005 di kawasan hutan Gunung Salak. Pengamatan biologi kumbang lucanid dimulai dengan mengawinkan 5 pasang *O. bellicosa* di laboratorium zoologi IPB Tajur dari bulan Mei 2004 sampai Oktober 2006. Nilai parameter demografi diketahui dengan mengamati sebanyak 121 telur yang dihasilkan oleh 5 pasang *O. bellicosa* sampai dewasa. Hasil menunjukkan bahwa total kumbang lucanid yang dijual sebanyak 12 spesies yang terdiri dari 9.180 individu. Waktu yang dibutuhkan oleh *O. bellicosa* mulai dari pertemuan jantan dan betina sampai bertelur 26,20 hari dengan keperidian 24,20 butir perbetina. Telur menetas menjadi larva 5,80 hari, perkembangan larva menjadi kepompong 12 bulan dan imago muncul dari kepompong selama satu bulan. Analisis neraca kehidupan mendapatkan rata-rata nilai laju reproduksi kotor (GRR) sebesar 91,70 individu/induk/generasi, laju reproduksi bersih (R_0) = 0,78 individu/induk/generasi, laju pertumbuhan intrinsik (r) = 0,09 individu/induk/generasi dan waktu generasi (T) = 21,37 bulan. Pertumbuhan populasi kumbang lucanid sangat ditentukan oleh kombinasi peluang hidup dari telur ke larva dan dari larva ke pupa.

Kata kunci: perdagangan, biologi, konservasi, pertumbuhan populasi.

Pendahuluan

Keberadaan spesies kumbang lucanid di hutan Gunung Salak pada saat ini mulai terancam punah karena adanya tekanan lingkungan terhadap kumbang tersebut. Tekanan lingkungan yang mengancam keberadaan kumbang lucanid adalah perburuan baik dalam bentuk dewasa maupun larva, terdapatnya lampu penerangan di lapangan panas bumi Unocal Gunung Salak, dan gangguan terhadap hutan sebagai habitat kumbang lucanid.

Perburuan kumbang lucanid dilakukan masyarakat di sekitar kawasan hutan untuk diperdagangkan dan diekspor ke luar negeri. Perburuan ini berupa penangkapan kumbang lucanid dewasa dan pengambilan larvanya dari dalam kayu lapuk yang terdapat di sekitar hutan Gunung Salak. Penangkapan kumbang



lucanid di luar kawasan hutan konsensi Unocal dilakukan dengan menggunakan layar dan sumber cahayanya berasal dari lampu petromak dan listrik. Pada kawasan lapangan panas bumi Unocal perburuan dilaksanakan dengan cara menangkap kumbang lucanid yang tertarik oleh cahaya lampu penerangan di lapangan panas bumi Unocal.

Supaya keberadaan populasi kumbang lucanid tetap terjaga, maka perlu dilakukan upaya-upaya konservasi, salah satunya adalah melakukan penelitian bagaimana pengaruh perburuan terhadap populasi kumbang lucanid di alam dan mempelajari pertumbuhan populasinya. Pertumbuhan populasi bisa dilakukan dengan mempelajari biologi dan membuat model untuk memprediksi pertumbuhan populasi kumbang lucanid.

Informasi tentang biologi dan neraca kehidupan kumbang lucanid merupakan hal yang sangat penting dalam konservasi kumbang lucanid di alam. Studi neraca kehidupan (*life table*) adalah dasar dari ekologi populasi dan merupakan komponen penting dalam usaha mempelajari dinamika populasi suatu spesies (Yu *et al.* 2005). Neraca kehidupan merupakan ringkasan sederhana tentang daya bertahan hidup dan mortalitas yang terjadi dalam populasi suatu organisme (Horn 1988). Berdasarkan neraca kehidupan dapat dikalkulasi berbagai statistik populasi yang dapat memberikan informasi mengenai kelahiran (natalitas), kematian (mortalitas) dan peluang untuk berkembangbiak, dan dari informasi ini dapat diturunkan aproksimasi berbagai parameter perilaku perkembangan populasi (Tarumingkeng 1994).

Metode penyusunan, deskripsi dan analisis neraca kehidupan untuk populasi hewan banyak dibahas dalam literatur (Elliot *et al.* 1988; Kieckhefer & Elliott 1989; Michels & Behle 1989; Vargas & Carey 1990; Belows 1992; Fernandez-Casalderrey *et al.* 1992; Zeng *et al.* 1993; Brodsgaard 1994; Zhao *et al.* 1993; Chakraborty *et al.* 1996; Syed & Abro 2003; Yu *et al.* 2005). Potensi pertumbuhan populasi serangga dan tungau dapat digunakan sebagai indikator dalam mempelajari perkiraan dampak praktek teknologi pertanian terhadap lingkungan. Sebagai contoh, perkiraan resiko dari agen pengendali hayati dan bagaimana dampak negatifnya terhadap dinamika populasi Arthropoda (Maia *et al.* 2000).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Odontolabis bellicosa dapat digunakan sebagai model untuk melihat pertumbuhan populasi dan pemanenan di alam. Model ini diharapkan bisa mendapatkan prediksi apa yang akan terjadi jika kondisi perburuan tidak berubah. Penggunaan *O. bellicosa* sebagai model karena pemeliharannya relatif lebih mudah. *O. bellicosa* merupakan salah satu spesies dari kumbang lucanid (Coleoptera: Lucanidae) yang penyebarannya meliputi Jawa, Bali dan Sulawesi. Ukuran tubuh jantan berkisar antara 57,8-86,8 mm, sedangkan betina 50-55,1 mm (Mizunuma & Nagai 1994). Spesies ini merupakan salah satu jenis serangga yang diburu dan diperdagangkan oleh masyarakat di kawasan hutan Gunung Salak dengan harga bervariasi antara Rp. 1000-5000/individu.

Penelitian ini bertujuan untuk 1) mengkaji populasi kumbang lucanid yang diperdagangkan, 2) mengkaji biologi dan perkembangan (keperidian, kemampuan bertahan hidup dan nisbah kelamin) *O. bellicosa* di laboratorium, 3) mengukur parameter demografi yang meliputi laju reproduksi kotor (GRR), laju reproduksi bersih (R_0), lama generasi (T) dan laju pertumbuhan intrinsik (r), dan memprediksi pertumbuhan populasi kumbang lucanid.

Hak Cipta Ditindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bahan dan Metode

1. Kumbang lucanid yang terkumpul dan dijual oleh pedagang

Data kumbang lucanid yang terkumpul dan dijual oleh pedagang dilakukan dengan cara mencatat jumlah dan jenis kumbang lucanid yang dijual oleh pedagang setiap bulan di kawasan hutan Gunung Salak. Pencatatan dilakukan dengan cara mengisi lembaran kuisisioner setiap bulan (Lampiran 14). Pengumpulan data dimulai dari bulan Desember 2004 sampai Nopember 2005 di kawasan hutan Gunung Salak

Biologi dan neraca kehidupan kumbang lucanid

Karakteristik *O. bellicosa* yang diamati di laboratorium meliputi siklus hidup, masa peneluran, nisbah kelamin, keperidian dan statistik demografi. Pengamatan siklus hidup bertujuan untuk memperoleh data mengenai lamanya waktu yang dibutuhkan untuk perkembangan *O. bellicosa* dari telur sampai dewasa, dan lamanya waktu perkembangan serta mortalitas setiap tingkat perkembangan pradewasa serangga. Data pengamatan siklus hidup juga memberikan data mortalitas tiap tingkat perkembangan, pengamatan keperidian dan nisbah kelamin.

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan memelihara *O. bellicosa* dewasa jantan dan betina dalam toples plastik diameter 25 cm dan tinggi 30. Toples plastik terlebih dahulu diberi serbuk kayu lapuk (tebal \pm 8 cm), dan kayu lapuk dengan panjang 20 cm dan diameter 20 cm (Gambar 5.1a). Batang kayu dan serbuk kayu lapuk yang terdapat dalam toples dijaga kelembabannya dan suhunya dengan cara membasahi batang dengan lap yang telah dicelup ke air (Oda 1997). Setiap toples dimasukkan satu pasang *O. bellicosa* dewasa, sedangkan makanan yang diberikan adalah tebu. Telur yang dihasilkan kemudian dipindahkan ke botol film (ukuran tinggi: 5 cm dan diameter: 4 cm) yang terlebih dahulu diberi serbuk kayu lapuk (Gambar 5.1b). Larva yang menetas dari telur (larva instar 1) disimpan dalam toples (ukuran tinggi: 12 cm dan diameter: 12 cm) yang diberi serbuk kayu lapuk setinggi 8 cm (Gambar 5.1c). Peubah yang diamati meliputi: 1) lama waktu perkembangan yang dibutuhkan oleh telur sejak telur diletakkan oleh imago betina sampai menetas menjadi larva, 2) lama waktu perkembangan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

yang dibutuhkan oleh larva sampai menjadi pupa, 3) lama waktu perkembangan pupa sampai menjadi imago, 4) masa sebelum meletakkan telur hingga meletakkan telur; 5) jumlah telur yang diletakkan.



Gambar 5.1 Desain penelitian untuk pengamatan neraca kehidupan *O. bellicosus*. (a) tempat pemeliharaan *O. bellicosus* sampai bertelur, (b) tempat pemeliharaan telur sampai Larva 1, dan (c) tempat pemeliharaan larva 1 sampai dewasa .

Data disusun dalam bentuk neraca hidup, bagian populasi yang masih hidup pada umur x , dinyatakan dalam simbol l_x dan jumlah rata-rata turunan betina dalam satuan waktu pada umur x , dinyatakan dengan simbol m_x (Price 1997). Dari neraca kehidupan ini kemudian dianalisis untuk mendapatkan nilai parameter demografi dari populasi kumbang lucanid, dengan rumus menurut Price (1997) sebagai berikut:

Laju reproduksi kotor (GRR) adalah jumlah keturunan betina per induk yang dihasilkan oleh individu kumbang lucanid yang hidup mencapai umur

maksimum. GRR ditentukan dengan persamaan
$$GRR = \sum_0^x m_x$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

2. Laju reproduksi bersih (R_0) dihitung melalui persamaan $R_0 = \sum_0^x l_x m_x$
3. Laju pertumbuhan intrinsik (r) dihitung dengan persamaan $r = \ln R_0/T$,
4. Lama waktu satu generasi (T) ditentukan dengan persamaan $T = \ln R_0/r$

3. Model pertumbuhan populasi kumbang lucanid

Pertumbuhan populasi kumbang lucanid diduga dengan menggunakan pendekatan matriks Leslie (Tarumingkeng 1994). Matriks Leslie digunakan untuk meramalkan keadaan populasi suatu organisme pada waktu tertentu ($t+1$) berdasarkan keadaan populasi sebelumnya t . Dengan menggunakan matrik ini, jika sebaran populasi menurut struktur umur pada suatu saat telah diketahui pada populasi yang berada dalam sebaran usia stabil maka dimungkinkan untuk dapat meramalkan struktur umur atau banyaknya individu dalam setiap kelompok umur pada waktu berikut. Dalam model ini pertumbuhan populasi (reproduksi dan kematian) merupakan fungsi umur individu dalam populasi.

Peubah dan parameter model matriks Leslie mencakup $n_{x,t}$ yang merupakan banyaknya betina yang hidup pada selang usia x sampai dengan $(x + 1)$ pada waktu t . P_x merupakan peluang individu betina yang berusia x hingga dengan $(x+1)$ pada waktu t akan hidup pada usia $(x+1)$ sampai dengan $(x+2)$ pada waktu $(t+1)$. M_x merupakan rerata banyaknya keturunan betina yang dilahirkan selama waktu t sampai dengan $(t+1)$ per induk yang berusia x hingga dengan $(x+1)$ pada waktu t , yang akan hidup pada usia 0 hingga 1 pada waktu $(t+1)$.

Persamaan matrik Leslie yang digunakan sebagai berikut (Tarumingkeng 1994):

$$\begin{matrix}
 & M & X & N_0 & = & N_1 \\
 \begin{bmatrix} F_0 & F_1 & F_2 & F_3 \\ P_0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_2 & 0 \end{bmatrix} & X & \begin{bmatrix} N_{00} \\ N_{01} \\ N_{02} \\ N_{03} \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} N_{01} \\ N_{11} \\ N_{21} \\ N_{31} \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

- Peterangan:
- = matriks proyeksi Leslie (matriks kuadrat)
 - = vektor awal (vektor kerapatan menurut umur, pada waktu 0 ($t = 0$))
 - = individu langkah waktu berikut ($t = 1$)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

$$\begin{aligned}
 F_x (F_{0+1+...}) &= \text{keperidian spesifik individu populasi kelas umur } x \\
 F_x &= mx \\
 p_x (P_{0+1+...}) &= \text{peluang hidup bagi individu pada kelas umur } x \text{ untuk} \\
 &\quad \text{melangsungkan kehidupan pada kelas umur berikutnya} \\
 MN_0 = N_1 &\quad MN_1 = N_2 &\quad M^2N_0 = N_2 \\
 MN_2 = N_3 &\quad M^3N_0 = N_3 &\quad M_tN_0 = N_t
 \end{aligned}$$

Dengan matriks proyeksi Leslie dapat dibuat proyeksi populasi kumbang lucanid untuk langkah-langkah waktu yang akan datang dengan menggunakan vektor awal N_0 . Program yang dipakai dalam mengolah data persamaan proyeksi Leslie adalah Matchad 2000 Professional dan software persamaan proyeksi Leslie (Tarumingkeng 1994).

Data yang dipakai untuk meramalkan pertumbuhan populasi kumbang lucanid dengan matriks Leslie berasal dari hasil pengamatan perkembangan *cohort* yang bersifat dinamis dan statis yaitu pada satu waktu. Neraca kehidupan dinamis diperoleh dari hasil pengamatan *O. bellicosa* di laboratorium, sedangkan neraca kehidupan statis berdasarkan hasil pencarian telur, larva, pupa dan dewasa *A. rosenbergi* dengan cara membongkar kayu lapuk di hutan Gunung Salak. Pencarian larva *A. rosenbergi* dilakukan selama 3 hari.

Selain menggunakan pendekatan matriks Leslie, prediksi pertumbuhan populasi kumbang lucanid dapat dibuat suatu permodelan. Model populasi kumbang lucanid menggambarkan dinamika jumlah populasi kumbang lucanid yang ada di hutan Gunung Salak. Identifikasi sistem dalam model dinamika populasi dipresentasikan dalam bentuk diagram lingkaran (*causal loop*). Diagram *causal loop* tersebut memberikan gambaran hubungan yang ada dalam setiap variabel. Hal ini didasarkan pada pemikiran mengenai perkembangan populasi yang dipengaruhi oleh aktivitas perburuan kumbang lucanid dan faktor internal dari populasi kumbang lucanid sendiri (seperti keperidian, kematian dan ratio antara jantan dan betina). Program yang digunakan untuk membantu membuat model dinamika populasi kumbang lucanid adalah Powersim. Powersim merupakan software utama untuk mempelajari sistem dinamis yang dioperasikan pada lingkungan MS Window dan dibuat untuk memformulasikan model simulasi dalam notasi grafik. Powersim juga dapat mengidentifikasi penggabungan sistem dengan masalah yang nyata.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hasil

1. Kumbang lucanid yang dijual oleh pedagang

1.a Jumlah individu dan spesies kumbang lucanid yang dijual

Sebanyak 9.180 individu dari 12 spesies kumbang lucanid terkumpul dan dijual oleh pedagang kumbang lucanid selama satu tahun di sekitar hutan Gunung Salak (Lampiran 17 dan 31). Spesies yang paling banyak terkumpul merupakan salah satu dari spesies yang bernilai jual tinggi yaitu *A. rosenbergi* (2.343 individu atau 25,52%) dan jumlahnya tidak terlalu jauh berbeda dengan *H. bugueti* (2.309 individu atau 25,15%), sedangkan yang paling sedikit adalah *P. passoloides* (5 individu atau 0,05%). Dua spesies lain yang bernilai ekonomis (harga jual tinggi) adalah *D. bucephalus* (920 individu atau 10,02%) dan *P. decipien* (376 individu atau 4,10%). Total tiga spesies yang bernilai jual tinggi mencakup 39,64% dari populasi hasil penjualan kumbang lucanid dari pedagang (Gambar 5.2).

1.b Nisbah kelamin kumbang lucanid yang dijual

Hasil catatan penjualan kumbang lucanid menunjukkan bahwa jenis kelamin jantan (4.693 individu atau 51,12%) lebih banyak dijual dibandingkan betina (4.487 individu atau 48,88%) dengan sex ratio (perbandingan jantan per betina) sebesar 1,05. Terdapat lima spesies dari 12 spesies kumbang lucanid yang dijual memiliki persentase betinanya lebih dari 50%, yaitu *D. parry* (52,72%; sex ratio: 0,90), *P. decipien* (50,80%; sex ratio: 0,97) dan *P. astocoides* (50,78%; sex ratio: 0,97), dan *O. bellicosa* (50,70%; sex ratio: 0,97) (Lampiran 31).

Tujuh spesies sisanya terdiri dari satu spesies (*C. canaliculatus*) yang jenis kelaminnya jantan dan betinanya sama (50%; sex ratio 1), sedangkan enam spesies lainnya merupakan jenis kelamin jantan yang dijual lebih dari 50% (Tabel 5.1). Sex ratio untuk spesies kumbang lucanid yang bernilai jual tinggi (tiga spesies) rata-ratanya adalah 0,99 (Tabel 5.1).

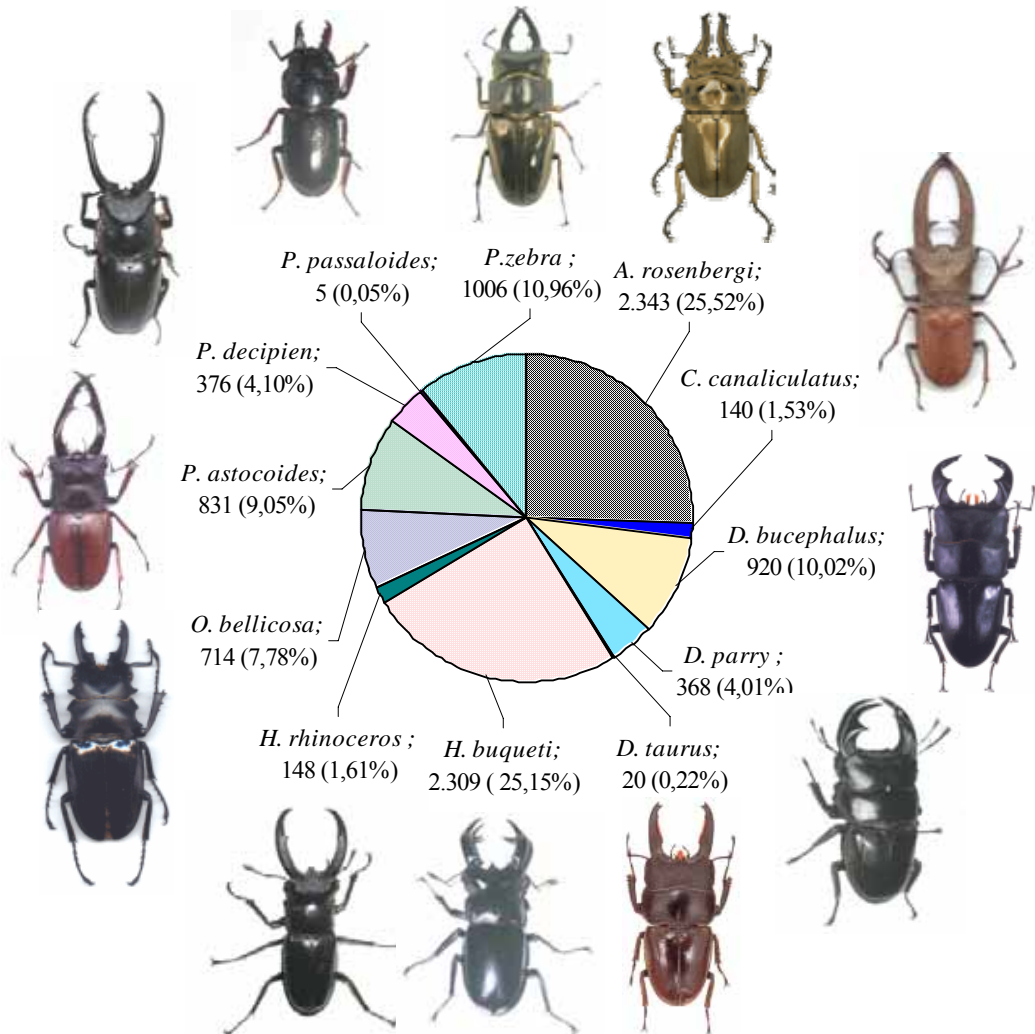
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 5.2 Kelimpahan relatif spesies kumbang lucanid yang dijual pedagang selama satu tahun di sekitar hutan Gunung Salak

Tabel 5.1 Spesies dan jumlah individu kumbang lucanid yang dijual berdasarkan jenis kelamin selama satu tahun

Spesies	♀	♂	Total	% ♀	Sex ratio (♂/♀)
<i>D. parry</i>	194	174	368	52,72	0,90
<i>P. decipien</i>	191	185	376	50,80	0,97
<i>P. astocoides</i>	422	409	831	50,78	0,97
<i>O. bellicosa</i>	362	352	714	50,70	0,97
<i>C. canaliculatus</i>	70	70	140	50,00	1,00
<i>D. bucephalus</i>	458	462	920	49,78	1,01
<i>A. rosenbergi</i>	1.161	1.182	2.343	49,55	1,02
<i>P. zebra</i>	492	514	1.006	48,91	1,04
<i>H. rhinoceros</i>	68	80	148	45,95	1,18
<i>H. buqueti</i>	1.060	1.249	2.309	45,91	1,18
<i>P. passaloides</i>	2	3	5	40,00	1,50
<i>D. taurus</i>	7	13	20	35,00	1,86
Total	4.487	4.693	9.180	48,88	1,05

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1.c Perbandingan kumbang lucanid yang dijual dan yang ditemukan di alam

Total individu Lucanidae yang tercatat dari perangkap lampu buatan, lampu Unocal (dari alam) dan hasil pengumpulan pedagang untuk dijual adalah sebanyak 10.987 individu yang termasuk dalam 12 spesies. Spesies yang memiliki jumlah individu terbanyak adalah *H. buqueti* kemudian diikuti oleh *A. rosenbergi* dengan jumlah dan kelimpahan relatif masing-masing 2.810 individu (25,58%) dan 2.353 individu (21,42%). Sebaliknya *P. passaloides* dan *H. rhinoceros* dengan jumlah individu dan kelimpahan relatif masing-masing 27 individu (0,25%) dan 181 individu (1,65%) merupakan spesies dengan jumlah individu yang paling sedikit ditemukan (Tabel 5.2).

Kelimpahan *H. buqueti* tidak hanya tertinggi secara total tapi juga banyak ditemukan dengan perangkap lampu buatan (231 individu atau 2,10%), lampu Unocal (270 individu atau 2,46%) dan dijual oleh pedagang (2.309 individu atau 21,02%). *A. rosenbergi* hanya tertinggi ditemukan dari catatan penjualan pedagang (2.343 individu atau 21,33%), sedangkan dengan perangkap lampu buatan dan lampu Unocal jumlahnya sedikit yaitu masing-masing sebanyak 3 individu (0,03%) dan 7 individu (0,06%). Spesies lain yang kelimpahan relatifnya hanya tertinggi dari catatan penjualan pedagang dan sedikit ditemukan dengan perangkap lampu buatan dan lampu Unocal adalah *D. bucephalus*, *P. decipien*, *D. parry*, dan *P. zebra*. Spesies *C. canaliculatus* sedikit dijual oleh pedagang (140 individu atau 1,27%), namun jumlahnya tidak jauh berbeda dengan perangkap lampu buatan (158 individu atau 1,44%) dan lampu Unocal (164 individu atau 1,49%) (Tabel 5.2).

Berdasarkan teknik pengambilan sampel yang digunakan, maka jumlah individu dan spesies terbanyak berasal dari hasil buruan yang akan dijual oleh pedagang yaitu 9.180 individu (83,55%) yang terdiri atas 12 spesies. Kemudian diikuti oleh hasil penangkapan lampu Unocal (dari lima lokasi selama satu tahun) yaitu 1.143 individu (10,31%) terdiri dari 12 spesies. Jumlah individu dan spesies dari hasil perangkap lampu buatan diperoleh kumbang Lucanidae paling sedikit yaitu hanya 674 individu (6,14%) termasuk dalam 11 spesies yang berbeda. Spesies yang tidak ditemukan dalam perangkap buatan adalah *D. parry*. Keterdapatannya *D. parry* ini tidak terlalu tinggi juga jumlahnya berdasarkan hasil

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

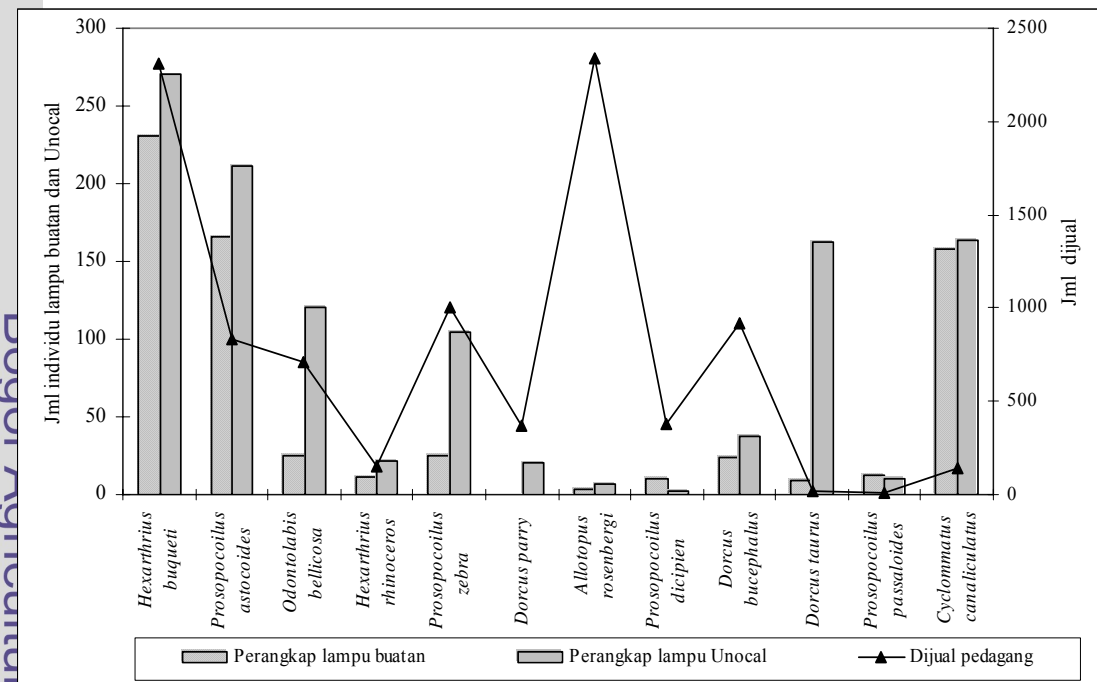
2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

perangkap lampu Unocal dan dari hasil penjualan oleh pedagang kumbang lucanid yaitu masing-masing hanya sebanyak 21 individu (0,19%) dan 368 individu (3,35%) (Tabel 5.2 & Gambar 5.3).

Tabel 5.2 Kelimpahan spesies kumbang lucanid yang ditemukan dengan tiga teknik pengambilan sampel (perangkap lampu buatan, perangkap lampu Unocal dan dijual pedagang) selama satu tahun di hutan Gunung Salak

No	Spesies	Perangkap lampu				Dijual		Total	%		
		buatan		Unocal		pedagang					
		Jml	%	Jml	%	Jml	%				
1	<i>Hexarthrius buqueti</i> **	231	2,10	270	2,46	501	4,56	2.309	21,02	2.810	25,58
2	<i>Prosopocoilus astocoides</i>	166	1,51	211	1,92	377	3,43	831	7,56	1.208	10,99
3	<i>Odontolabis bellicosa</i>	25	0,23	120	1,09	145	1,32	714	6,50	859	7,82
4	<i>Hexarthrius rhinoceros</i>	11	0,10	22	0,20	33	0,30	148	1,35	181	1,65
5	<i>Prosopocoilus zebra</i>	25	0,23	105	0,96	140	1,18	1.006	9,16	1.146	10,34
6	<i>Dorcus parry</i>	0	0,00	21	0,19	21	0,19	368	3,35	389	3,54
7	<i>Allotopus rosenbergi</i>	3	0,03	7	0,06	10	0,09	2.343	21,33	2.353	21,42
8	<i>Prosopocoilus decipien</i>	10	0,09	2	0,02	12	0,11	376	3,42	388	3,53
9	<i>Dorcus bucephalus</i>	24	0,22	38	0,35	62	0,56	920	8,37	982	8,94
10	<i>Dorcus taurus</i>	9	0,08	163	1,48	172	1,57	20	0,18	192	1,75
11	<i>Prosopocoilus passaloides</i> *	12	0,11	10	0,09	22	0,20	5	0,05	27	0,25
12	<i>Cyclommatus canaliculatus</i>	158	1,44	164	1,49	322	2,93	140	1,27	462	4,20
Total		674	6,14	1.133	10,31	1.807	16,45	9.180	83,55	10.987	100,00
Kelimpahan relatif (%)		6,14	0,06	10,31	0,09	16,45	0,15	83,55	0,76	100,00	
Jumlah spesies		11		12		12		12		12	

Ket : ** jumlah terbanyak ditemukan; * jumlah paling sedikit ditemukan



Gambar 5.3 Kelimpahan spesies kumbang lucanid yang ditemukan berdasarkan tiga teknik pengambilan sampel selama satu tahun di hutan Gunung Salak

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

University

2. Biologi dan neraca kehidupan kumbang lucanid
2.1. Biologi

a. Telur

Telur diletakkan dalam substrat kayu lapuk dengan jumlah bervariasi setiap individu yaitu antara 14 – 35 butir ($\bar{x} = 24,20$ butir \pm SD = 7,73). Telur yang baru keluar berwarna putih kekuning-kuningan. Bentuk telur agak bulat dengan diameter antara 2 – 3 mm ($\bar{x} = 2,4 \pm 0,516$) dan berat antara 0,011 – 0,060 ($\bar{x} = 0,023 \pm 0,014$) (Gambar 5.4) dan (Tabel 5.3).



Gambar 5.4 Telur yang dihasilkan oleh *O.bellicosa* hasil pemeliharaan di laboratorium (ukuran 2 – 3 mm).

b. Larva

Tubuh larva terbentuk dalam telur, telur menetas menjadi larva antara 4-7 hari ($\bar{x} = 5,80 \pm 1,30$). Larva yang baru keluar dari telur berwarna putih kekuning-kuningan, dengan kepala kuning. Lebar kepala larva (diukur dari antena ke antena) yang baru keluar dari telur (L1) berkisar antara 2-4 mm ($\bar{x} = 3 \pm 0,816$) dengan berat antara 0,031 gr – 0,126 gr ($\bar{x} = 0,062 \pm 0,031$) (Gambar 5.5a). Larva mengalami pergantian kulit sebanyak tiga kali. Larva instar 1 (L1) mengalami pergantian kulit antara 1- 2 bulan ($37,80 \pm 11,80$ hari). Setelah terjadi pergantian kulit 1 (Larva instar 2) tubuh berwarna putih kekuning-kuningan, sedangkan bagian ujung individu berwarna gelap karena ada penumpukan feses. Kepala berwarna kuning dengan lebar kepala berkisar antara 4 – 7 mm ($\bar{x} = 5,9 \pm 1,101$). Berat larva instar 2 (L2) berkisar antara 0,50 – 3,60gr ($\bar{x} = 1,670 \pm 0,965$) (Gambar 5.5b) dan (Tabel 5.3).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

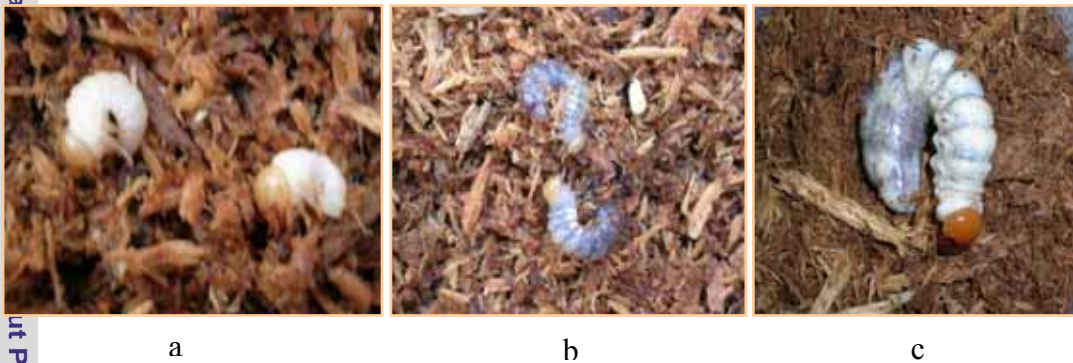
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Setelah 1-2 bulan ($32 \pm 4,12$ hari) berikutnya larva instar 2 mengalami pergantian kulit menjadi larva instar 3, tubuh berwarna putih kekuning-kuningan dan bagian ujung individu berwarna gelap. Kepala berwarna kuning kecoklatan dengan lebar kepala antara 6-14 mm ($\bar{x} = 11,80 \pm 2,96$). Berat larva berkisar antara 4,1-23,4 gr ($\bar{x} = 11,92 \pm 5,39$) (Gambar 5.5 c). Larva instar 3 mengalami pergantian kulit ke tiga dan berubah menjadi kepompong antara 10 – 17 bulan ($51,60 \pm 44,21$ hari).



Gambar 5.5 Tahap perkembangan dari larva *O. bellicosa* (a: larva instar 1; b: larva instar 2; dan c: larva instar 3).

Tabel 5.3 Ukuran dan berat *O. bellicosa* yang dipelihara dilaboratorium pada berbagai tahap perkembangan .

Tahap Perkembangan	Waktu Pengamatan	Ukuran (mm) ($\bar{X} \pm SD$)	Berat (gram) ($\bar{X} \pm SD$)
Telur	Setelah bertelur	$2,40 \pm 0,516$	$0,023 \pm 0,014$
Larva 1	Bulan ke - 2	$3,0 \pm 0,816^*$	$0,062 \pm 0,031$
Larva 2	Bulan ke - 3	$5,90 \pm 1,101^*$	$1,670 \pm 0,965$
Larva 3	Bulan ke- 12	$11,80 \pm 2,966^*$	$11,922 \pm 5,397$

* Diukur lebar kepala larva dari antena ke antena

Kepompong

Kepompong yang baru terbentuk berwarna putih kekuning-kuningan kemudian berubah menjadi kuning kecoklatan dan tidak terbungkus oleh kokon atau substrat. Kepompong *O. bellicosa* bentuknya sangat mirip mumi kumbang dewasa (Gambar 5.6). Lama fase kepompong *O. bellicosa* antara 1-2 bulan (41,80 – 16,24 hari).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 5.6 Kepompong *O. bellicosa* hasil pemeliharaan di laboratorium

Imago

Imago muncul dari kepompong sekitar 1 - 2 bulan ($41,80 \pm 16,24$ hari). Tahap awal keluarnya imago dimulai dari robeknya kulit kepompong dan muncul kepala kemudian disusul kaki depan dan kaki tengahnya. Kumbang yang baru muncul dari kepompong menumbuhkan sayap belakangnya, setelah kering sayap belakang ini dilipat dan disembunyikan di bawah sayap depannya (elitra). Sementara itu, sayap depannya (elitra) yang semula berwarna putih mulai mengeras dan berubah menjadi warna coklat kehitaman. Imago jantan dan betina dapat dibedakan dari ukuran tubuhnya. Ukuran tubuh kumbang lucanid dewasa jantan umumnya lebih panjang dari betina (Gambar 5.7).

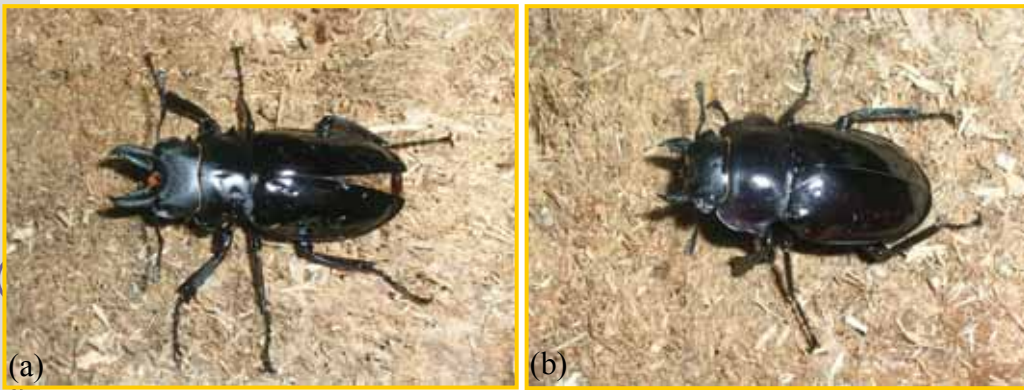
Berdasarkan data yang diperoleh selama penelitian maka siklus hidup *O. bellicosa* mengalami 4 tahap perkembangan (telur, larva, pupa dan dewasa). Larva kumbang lucanid menjalani tiga kali pergantian kulit yaitu larva instar 1; 2; dan 3. Waktu yang dibutuhkan setiap fase perkembangan bervariasi dan waktu yang paling lama terjadi pada tahap perkembangan larva menjadi pupa, yaitu antara 14 - 21 bulan ($421,4 \pm 44,71$ hari) (Gambar 5.8). Total waktu yang dibutuhkan oleh *O. bellicosa* mulai dari meletakkan telur sampai dewasa antara 13 - 23 bulan ($463,20 \pm 36,57$ hari).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

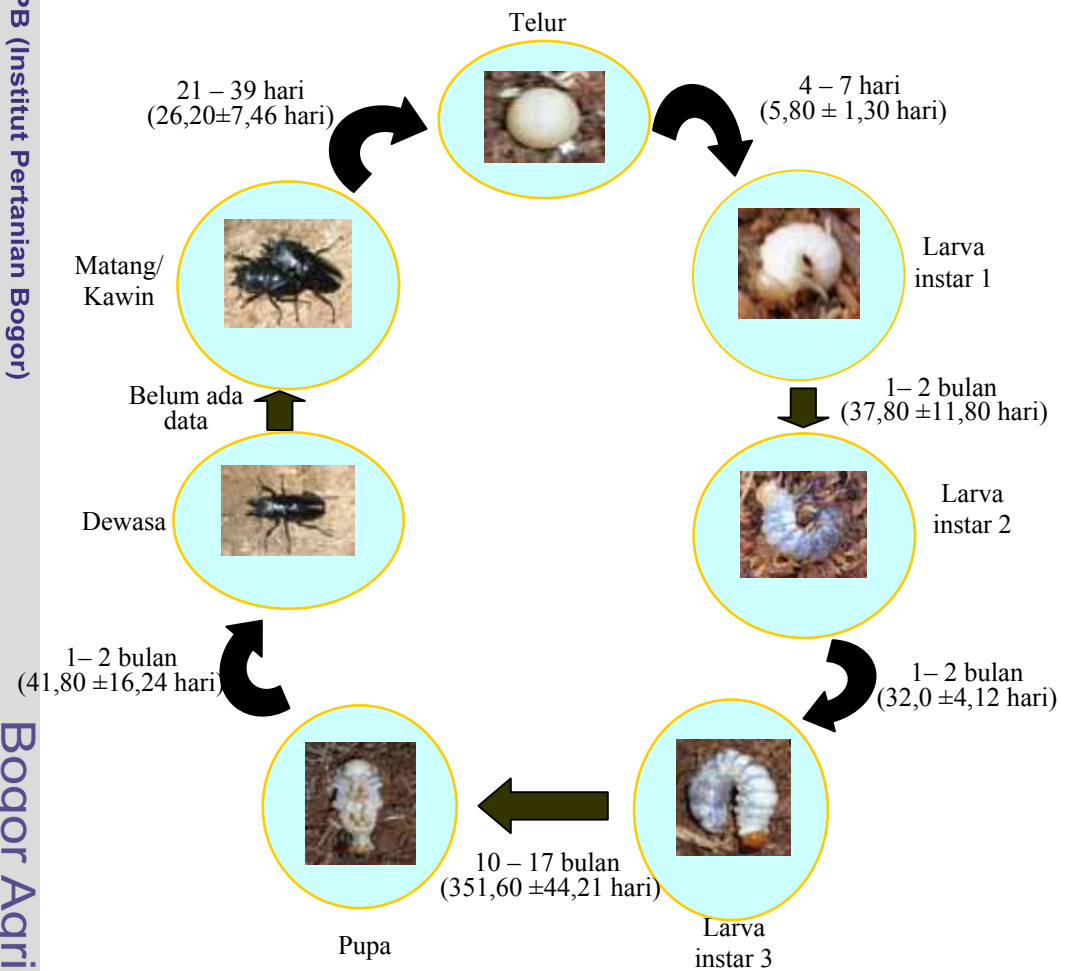
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 5.7 Kumbang *O. bellicosa* dewasa hasil pemeliharaan di laboratorium (a) jantan (panjang 5,3 cm) dan (b) betina (panjang 4,5 cm)



Gambar 5.8 Siklus hidup *O. bellicosa* yang dipelihara laboratorium (rata-rata ± sd)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

e. Keperidian dan kesintasan *O. bellicosa*

Keperidian dihitung berdasarkan banyaknya larva yang keluar dari telur ditambahkan dengan larva yang tidak keluar yang dihasilkan individu imago betina. Jumlah telur yang diletakkan oleh satu individu betina *O. bellicosa* bervariasi antara 14 – 35 butir ($\bar{x} = 24,20 \pm 7,73$). Total telur yang dihasilkan oleh 5 pasang *O. bellicosa* sebanyak 121 butir. Dari 121 butir telur yang berhasil menjadi larva sebanyak 104 larva (86 %). Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa *O. bellicosa* jantan mati antara 6 – 39 hari setelah kawin ($\bar{x} = 21,40 \text{ hari} \pm \text{SD} = 11,80$), sedangkan yang betina mati setelah 3 – 27 hari meletakkan telur ($\bar{x} = 13,80 \text{ hari} \pm \text{SD} = 8,93$) (Tabel 5.4).

Tabel 5.4 Rata-rata dan standar deviasi dari parameter *O. bellicosa*

Ulangan	Panjang (cm)		Lama ber-telur (hari)	Jumlah telur	Waktu dari telur ke larva	Lama hdp stl kawin	
	Jantan	Betina				Jantan	Betina
G1	6,5	5,5	39	14	6	39	27
G2	7,8	6	21	27	4	19	10
G3	6,5	5	21	24	5	6	3
G4	6,6	5	24	21	7	20	12
G5	7,5	5,6	26	35	7	23	17
Rerata	6,98	5,42	26,20	24,20	5,80	21,40	13,80
Sd	0,62	0,43	7,46	7,73	1,30	11,80	8,93

Kesintasan *O. bellicosa* diperoleh dari pengamatan bulanan sebanyak 121 telur yang berasal dari 5 pasang *O. bellicosa* sampai menjadi dewasa yang disusun dalam tabel kehidupan (Lampiran 19-24). Pengamatan menghasilkan data kesintasan *O. bellicosa* pada berbagai umur (l_x). Berdasarkan nilai rata-rata dari kelima ulangan (Gambar 5.9f) terlihat pada awal pengamatan (bulan pertama) terjadi penurunan yang sangat tajam sampai bulan ke-7. Pada bulan pertama mortalitas sebesar 15,70%, kemudian meningkat sampai 76,81% pada bulan ke-6. Mortalitas pada bulan berikutnya relatif lebih stabil dan tidak menunjukkan peningkatan yang terlalu tajam. Keturunan betina (m_x) *O. bellicosa* mulai muncul pada kelas umur 17 dengan jumlah 1 (satu) (Gambar 5.9f).

2.2 Neraca Kehidupan

Parameter neraca kehidupan *O. bellicosa* yang meliputi laju reproduksi kotor (GRR), laju reproduksi bersih (R_0), laju pertumbuhan intrinsik (r), dan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

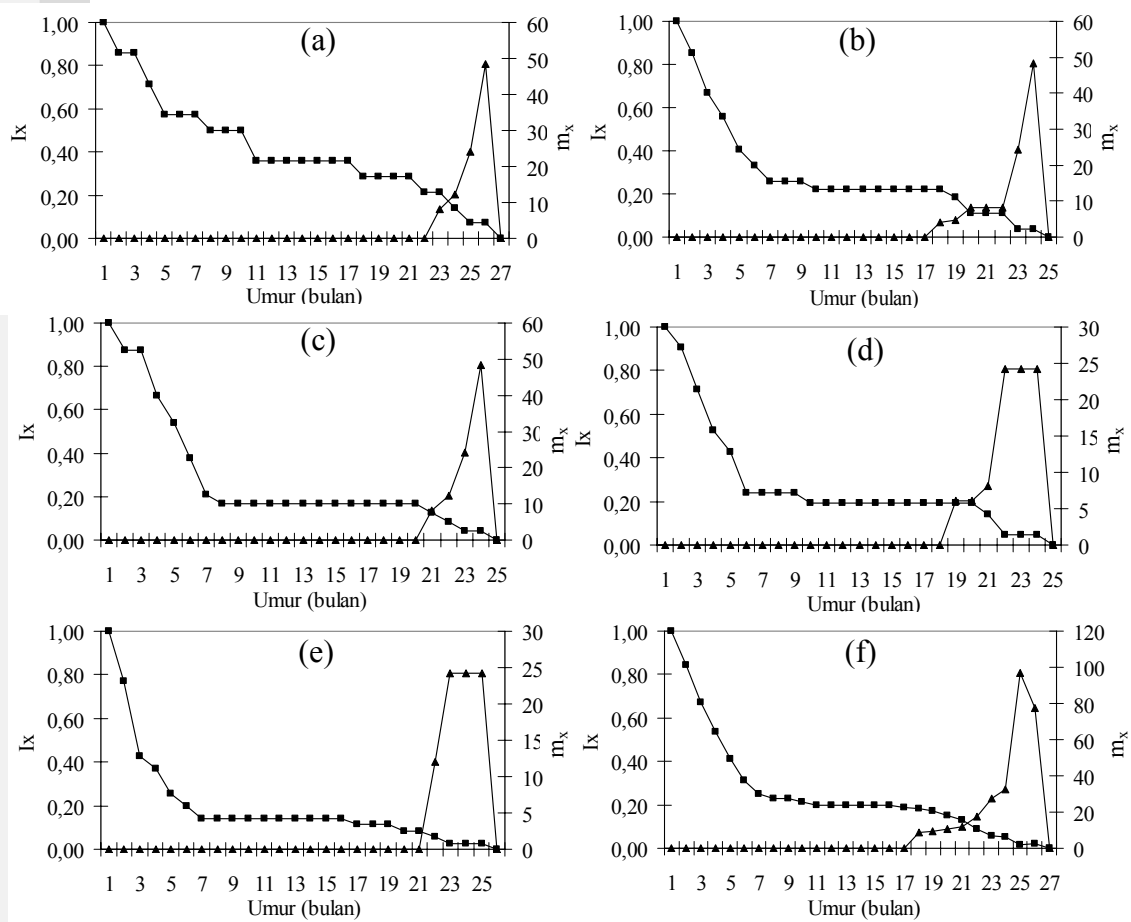
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

waktu satu generasi (T), dihitung berdasarkan data I_x dan m_x (Lampiran 19-24). Nilai parameter-parameter tersebut disajikan tabel 5.5.



Ket: I_x : Proporsi individu yang bertahan hidup, m_x : keturunan betina/bulan, (a – e) = ulangan 1 sampai 5 dan (f) = rata-rata dari kelima ulangan

Gambar 5.9 Kurva bertahan hidup *O. bellicosus* diperoleh dari pengamatan di laboratorium (Data pada lampiran 19-24)

Tabel 5.5 Parameter populasi *O. bellicosus* yang dipelihara di laboratorium

Parameter populasi	Ulangan					Rerata ± Sd	Satuan
	G1	G2	G3	G4	G5		
GRR	92,770	105,673	92,766	92,767	74,530	91,701 ± 11,107	Individu/induk/generasi
R_0	8,640	7,170	5,042	6,107	6,914	6,775 ± 1,333	Individu/induk/generasi
r	0,090	0,097	0,074	0,089	0,094	0,089 ± 0,009	Individu/induk/generasi
T	23,782	20,373	21,782	20,434	20,500	21,374 ± 1,467	Bulan
♂	2	2	1	1	2	1,600 ± 0,548	Individu
♀	2	2	2	1	1	1,600 ± 0,548	Individu
♂/♀	1	1	0,5	1	2	1,100 ± 0,548	Jantan/betina

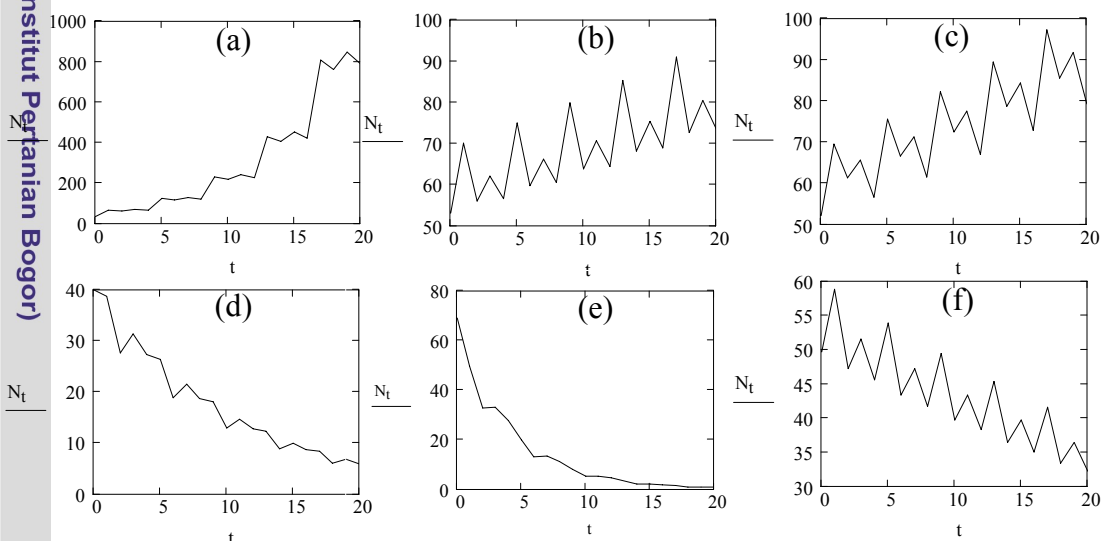
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

3. Model pertumbuhan populasi kumbang lucanid

Hasil pendugaan pertumbuhan populasi kumbang lucanid di laboratorium dengan matriks Leslie disajikan pada gambar 5.10. Data prediksi pertumbuhan populasi *O. bellicosa* dikelompokkan pada empat kelas umur yaitu telur, larva, pupa dan imago (Lampiran 25-30). Berdasarkan gambar 5.10a-c terlihat pertumbuhan populasi dengan jangka waktu 20 generasi pada ulangan 1 sampai 3 mengalami peningkatan, sedangkan gambar 5.10d dan e mengalami penurunan. Gambar 5.10f merupakan nilai rata-rata dari lima ulangan dan prediksi pertumbuhannya untuk 20 generasi mendatang mengalami penurunan. Tampak bahwa pada langkah pertama populasi bertambah dari 49,60 mencapai 58,76 individu, kemudian menurun dan selanjutnya terus berfluktuasi dan akhirnya menurun sampai pada generasi ke 20 dengan jumlah 32,12 individu.



Ket : N_t = Populasi akhir; t = Langkah waktu (generasi), F_x = keperidian spesifik (m_x),
 p = peluang hidup pada masing-masing kelas umur
 (a) = ulangan 1 : Vektor awal (N_0) [14 12 4 4]; $F_0 = F_1 = F_2 = 0$; $F_3 = 12,1$;
 $p_0 = 0,62$; $p_1 = 0,50$; $p_2 = 0,50$, langkah waktu (t) = 020
 (b) = ulangan 2 : Vektor awal (N_0) [27 18 4 4]; $F_0 = F_1 = F_2 = 0$; $F_3 = 12,1$;
 $p_0 = 0,49$; $p_1 = 0,36$; $p_2 = 0,50$, langkah waktu (t) = 020
 (c) = ulangan 3 : Vektor awal (N_0) [24 21 4 3]; $F_0 = F_1 = F_2 = 0$; $F_3 = 16,13$;
 $p_0 = 0,55$; $p_1 = 0,28$; $p_2 = 0,43$, langkah waktu (t) = 020
 (d) = ulangan 4 : Vektor awal (N_0) [21 15 2 2]; $F_0 = F_1 = F_2 = 0$; $F_3 = 12,19$;
 $p_0 = 0,47$; $p_1 = 0,24$; $p_2 = 0,50$; langkah waktu (t) = 020
 (e) = ulangan 5 : Vektor awal (N_0) [35 27 4 3]; $F_0 = F_1 = F_2 = 0$; $F_3 = 8,07$;
 $p_0 = 0,50$; $p_1 = 0,23$; $p_2 = 0,43$, langkah waktu (t) = 020
 (f) = rata-rata: Vektor awal (N_0) [24,2 18,6 3,6 3,2]; $F_0 = F_1 = F_2 = 0$; $F_3 = 12,1$;
 $p_0 = 0,52$; $p_1 = 0,31$; $p_2 = 0,47$; langkah waktu (t) = 020

Gambar 5.10 Kurva prediksi pertumbuhan *O. bellicosa* (Coleoptera: Lucanidae) yang memiliki empat kategori umur (telur, larva, pupa dan dewasa) yang dipelihara di laboratorium (Lampiran 25-30).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

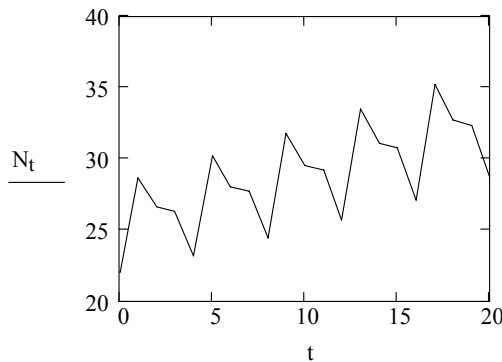
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hasil prediksi pertumbuhan populasi kumbang lucanid (*Allotopus rosenbergi*) di lapang dengan menggunakan neraca kehidupan statis disajikan pada tabel 5.6 dan gambar 5.11. Berdasarkan gambar 5.11 terlihat bahwa pertumbuhan populasi berosilasi dan cenderung mengalami kenaikan. Populasi awal *Allotopus rosenbergi* sebanyak 22 individu kemudian pada tahun pertama naik menjadi 28,65 individu, selanjutnya mengalami osilasi dan pada generasi ke-20 populasi menjadi 28,48 individu (Tabel 5.6 dan Gambar 5.11).

Tabel 5.6 Neraca kehidupan statis *Allotopus rosenbergi* (Coleoptera: Lucanidae) yang berasal dari pengamatan di lapang berdasarkan empat kategori umur (telur, larva, pupa dan dewasa)

x	a_x	I_x	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x	Y_x	m_x	$l_x m_x$	$x l_x m_x$	P_x
0	9	1,00	1,00	0,11	0,94	1,94	1,94	0	0	0	0	0,65
1	8	0,89	5,00	0,63	0,61	1,00	1,12	0	0	0	0	0,45
2	3	0,33	1,00	0,33	0,28	0,39	1,17	0	0	0	0	0,40
3	2*	0,22	2,00	1,00	0,11	0,11	0,50	18,00	9,00	2,00	6,00	0
					1,94	3,44	4,73	18,00	9,00	2,00	6,00	1,50

Peterangan: * = 2 betina (rata-rata jumlah telur yang dihasilkan oleh seekor betina sebanyak 9 butir)



Ket : N_t = Populasi akhir; t = Langkah waktu (generasi)
 Vektor awal (N_0) [9 8 3 2]; $F_0 = F_1 = F_2 = 0$; $F_3 = 18$;
 $p_0 = 0,65$; $p_1 = 0,45$; $p_2 = 0,40$; langkah waktu (t) = 020

Gambar 5.11 Kurva prediksi pertumbuhan *A. rosenbergi* (Coleoptra: Lucanidae) yang memiliki empat kategori umur (telur, larva, pupa dan dewasa) yang diamati di lapang.

4. Simulasi model dinamika populasi kumbang lucanid

Model dinamika populasi kumbang lucanid yang dibahas adalah dinamika populasi spesies *Odontolabis bellicosa*. Model populasi menggambarkan dinamika jumlah *O. bellicosa* yang ada di hutan Gunung Salak yang berasal dari hasil penelitian (lihat Bab III) dengan jumlah populasi sebanyak 859 individu (25 individu dari perangkap lampu buatan, 120 individu dari lampu Unocal dan 714 dari hasil penjualan). Jumlah populasi betina *O. bellicosa* yang ditemukan sebanyak 452 individu. Perkembangan jumlah populasi *O. bellicosa* di hutan Gunung Salak secara alami dipengaruhi oleh angka kelahiran dan kematian. Angka kelahiran *O. bellicosa* setiap tahunnya dipengaruhi oleh variabel jumlah betina dan keperidiannya. Kematian *O. bellicosa* di hutan Gunung Salak disebabkan oleh dua penyebab utama yaitu kematian yang disebabkan oleh perburuan dan adanya kematian alami. Simulasi yang digunakan dalam model dinamika populasi kumbang lucanid adalah laju kematian yang disebabkan oleh perburuan sebesar 50% dan mati alami 4% (Gambar 5.12). Formulasi model populasi *O. bellicosa* dengan adanya perburuan adalah sebagai berikut:

```

init Populasi_ O. bellicosa = 859
flow Populasi_ O. bellicosa = -dt*Laju_kematian+dt*Laju_kelahiran
aux Laju_kelahiran = Kelangsungan_hidup*Populasi_ O. bellicosa_betina*Keperidian
doc Laju_kelahiran = laju kelahiran = jumlah O. bellicosa yang lahir rata-rata per tahun
aux Laju_kematian = Populasi_ O. bellicosa*hasil_buruan_dan_mati_alami
doc Laju_kematian = laju kematian = jumlah O. bellicosa yang mati per tahun + mati alami
aux Kelangsungan_hidup = GRAPH(Kepadatan_ O. bellicosa, 0,0.0025, 1.0,0.96,0.90,0.80,0.7,0.60,0.40,0.2,0.14,0.1"Min:0;Max:1")
aux Kepadatan_ O. bellicosa = Populasi_ O. bellicosa/Luas_lahan
doc Kepadatan_ O. bellicosa = Populasi_ O. bellicosa/Luas_lahan
aux Laju_pertumbuhan_populasi = Laju_kelahiran-Laju_kematian
doc Laju_pertumbuhan_populasi = Laju_kelahiran-Laju_kematian
aux Populasi_ O. bellicosa_betina = Populasi_ O. bellicosa*Rasio_jenis_kelamin
  
```

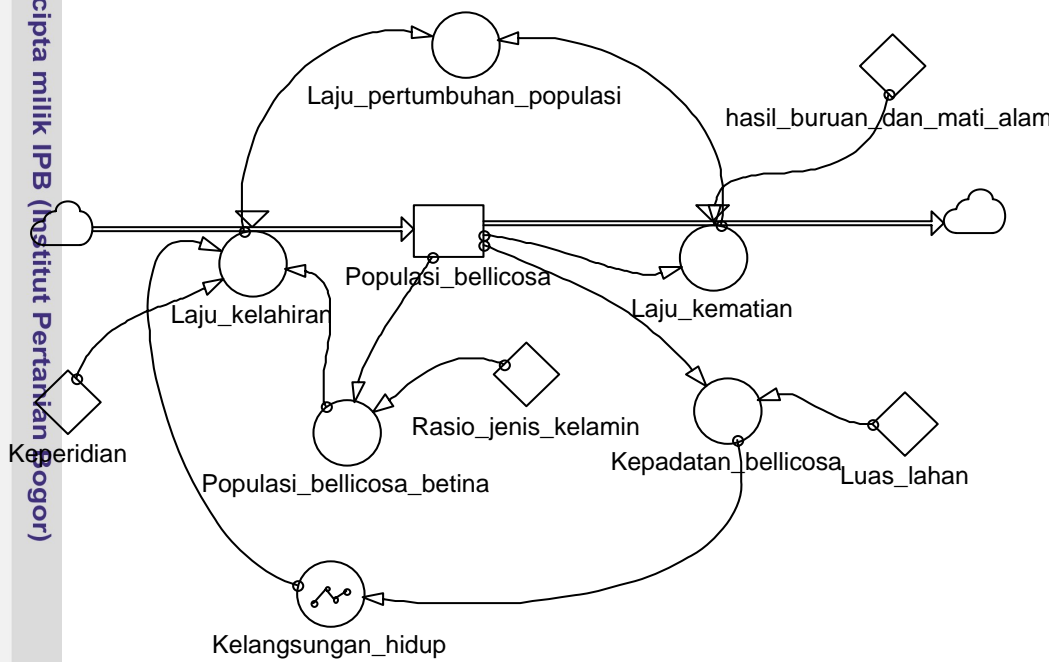
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bogor Agricultural University

```

const hasil_buruan_dan_mati_alami = 0,54
doc hasil_buruan_dan_mati_alami = Hasil penangkapan = jumlah O. bellicosa
yang tertangkap rata-rata per tahun
const Keperidian = 0,86
doc Keperidian = keperidian = persen telur O. bellicosa yang menetas
const Luas_lahan = 31.237
doc Luas_lahan = luas lahan=31.237 Ha
const Rasio_jenis_kelamin = 0,53
  
```



Gambar 5.12 Model pertumbuhan populasi *O. bellicosa*

Hasil simulasi populasi *O. bellicosa* dengan adanya perburuan sebesar 50% selama 20 tahun menunjukkan terjadinya penurunan jumlah populasi. Penurunan populasi yang cukup tajam (49,44%) terjadi pada tahun 2005 (859 individu) menjadi 434,29 individu pada tahun 2006. Pada tahun 2013 sampai pada tahun 2025 penurunan populasi cukup stabil dan penurunannya tidak melebihi 10%. Pada tahun 2025 populasi *O. bellicosa* di hutan Gunung Salak yang tersisa sebanyak 46,99 individu dan berdasarkan kurva diprediksi pada tahun-tahun berikutnya populasi akan cenderung menurun (Gambar 5.13).

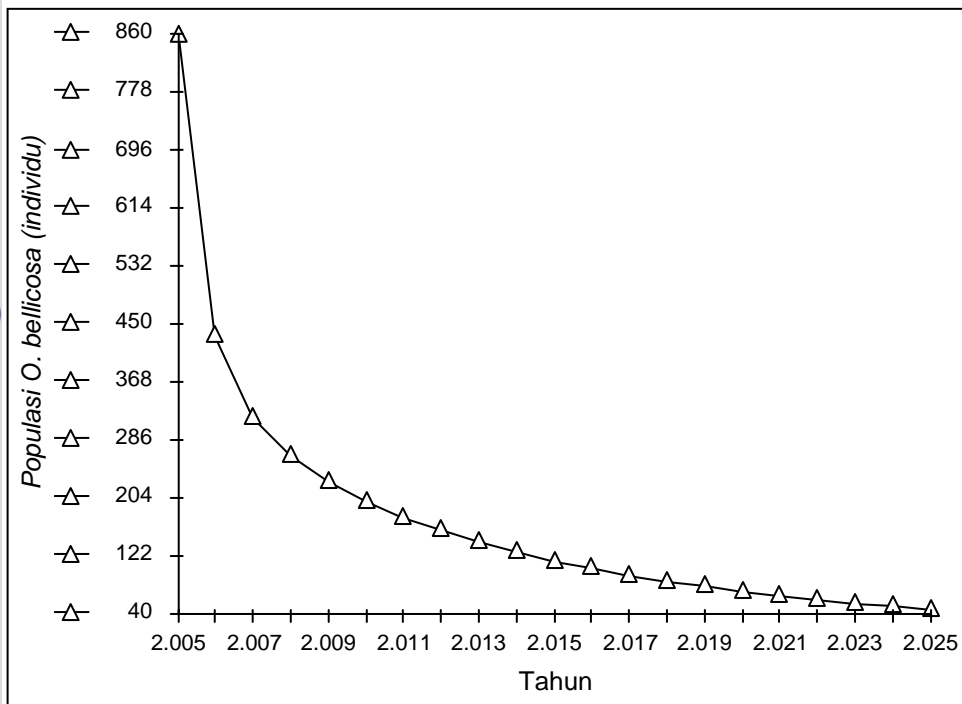
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



Gambar 5.13 Simulasi model pertumbuhan populasi *O. bellicosus*

Pembahasan

Berdasarkan data perdagangan populasi kumbang lucanid tampak bahwa spesies yang bernilai ekonomis (harga jual tinggi) seperti *A. rosenbergi* lebih banyak dijual dibandingkan dengan spesies lainnya. *A. rosenbergi* yang dijual oleh masyarakat sebagian besar berasal dari hasil pemeliharaan larva. Larva diambil dari dalam kayu lapuk di hutan Gunung Salak kemudian dibawa ke rumah dan dimasukkan kembali ke dalam kayu lapuk yang telah disiapkan. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Bab III) jumlah spesies *A. rosenbergi* yang dapat ditangkap dengan perangkap lampu hanya 10 individu, sedangkan yang dijual sebanyak 2.343 individu selama satu tahun. Hal ini menunjukkan bahwa spesies yang bernilai ekonomis keberadaannya di alam sudah mulai jarang dan sulit didapatkan dengan perangkap lampu. Apabila pencarian larva dan perdagangan kumbang lucanid ini dibiarkan berlangsung terus menerus, maka keberadaan spesies kumbang lucanid di hutan Gunung Salak akan punah.

Jika imago *A. rosenbergi* yang dijual ini seluruhnya berasal dari pemeliharaan larva, maka rata-rata larva yang diambil di alam sebanyak 6,42 larva

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

per hari. Jika dibandingkan dengan hasil pencarian langsung di lapangan selama tiga hari diperoleh larva *A. rosenbergi* 8 larva (2,67 larva per hari). Prediksi dengan matriks Leslie menunjukkan bahwa dengan jumlah larva sebanyak 8, maka untuk 20 generasi mendatang populasi ini akan bertambah menjadi 28, 48 individu. Apabila terjadi pengambilan larva *A. rosenbergi* dari alam, tentu pertumbuhan populasinya akan turun atau mengalami kepunahan.

Nisbah kelamin kumbang lucanid yang diperdagangkan lebih banyak jantannya, namun jumlahnya tidak terlalu jauh berbeda. Hal ini disebabkan permintaan dari negara pengimpor yang lebih suka membeli kumbang lucanid perpasang, walaupun jantannya lebih mahal. Spesies yang sangat digemari dan diperjual belikan adalah *A. rosenbergi* dan *D. bucephalus* lebih banyak dijual jantannya. Akan tetapi di alam (hasil perangkap lampu buatan dan Unocal) kedua spesies ini lebih banyak ditemukan betina (lihat Bab III). Hal ini menunjukkan bahwa pengambilan kumbang lucanid jantan untuk diperdagangkan akan mengurangi jumlah jantan di alam.

Data pemeliharaan kumbang lucanid dari spesies *O. bellicosa* di laboratorium menunjukkan bahwa total waktu yang dibutuhkan mulai dari meletakkan telur sampai dewasa sangat lama sekali yaitu antara 13 – 23 bulan, dengan jumlah telur yang dihasilkan sebanyak 24,20 perbetina. Hasil pemeliharaan yang dilakukan oleh Endo (1998) terhadap *Prosopocoilus inclinatus* (Coleoptera: Lucanidae) dengan ukuran tubuh jantan 26,5-74,7 mm dan betina 25,0-37,6 mm, menghasilkan telur sebanyak 20 – 30 butir perpasang. Sedangkan *O. gasella* dengan ukuran jantan 65 mm dan betina 40 mm menghasilkan larva sebanyak 150 (37,5 butir/betina) dari hasil perkawinan 2 individu jantan dan 4 individu betina (Benjamin 2002). *Working Group on Iberian Lucanidae* (2005) mencatat jumlah telur yang diletakkan oleh seekor kumbang lucanid betina sekitar 20 butir dengan ukuran telur 3 mm. Sedangkan menurut Sprecher (1999) kumbang lucanid betina meletakkan telur dalam kayu lapuk antara 12 – 24 butir dengan ukuran telur dari 1,5 mm-3 mm.

Telur *O. bellicosa* menetas menjadi larva 5,80 hari, waktu ini lebih cepat jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian pada spesies kumbang lucanid lain. *Working Group on Iberian Lucanidae* (2005) mencatat bahwa telur

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

kumbang lucanid menetas menjadi larva antara 2 sampai 4 minggu. Hal sama juga dilaporkan oleh Endo (1998) bahwa telur *Prosopocoilus inclinatus* (Coleoptera: Lucanidae) menetas antara 2 minggu sampai satu bulan. Waktu yang dibutuhkan oleh *O. bellicosa* mulai dari larva sampai menjadi kepompong antara 10-17 bulan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa larva dan kepompong spesies kumbang lucanid memiliki waktu yang berbeda dalam perkembangannya (Lampiran 32).

Tahap perkembangan dari larva *O. bellicosa* dalam penelitian ini lebih lama dibandingkan dengan spesies kumbang lucanid lainnya (Lampiran 32). Menurut *Working Group on Iberian Lucanidae* (2005) lama hidup larva kumbang lucanid bervariasi antara satu sampai lima tahun. Perkembangan larva yang lambat sangat dipengaruhi oleh rendahnya makanan dalam kayu lapuk (misalnya rendahnya kandungan Nitrogen) dan ukuran besar yang harus dicapai oleh kumbang lucanid sampai menjadi dewasa.

Kurva kesintasan *O. bellicosa* sesuai dengan kurva kesintasan tipe III berdasarkan hubungan antara umur dengan peluang hidup, yaitu tingkat kematian tinggi terjadi pada umur muda. Kurva kemampuan bertahan hidup tipe III ini menjelaskan bahwa *O. bellicosa* adalah serangga tipe r. Tipe r mempunyai sifat dapat menemukan habitatnya dengan cepat, berkembangbiak dengan cepat untuk memanfaatkan sumberdaya yang ada, bila kondisi tidak menguntungkan, mereka menyebar untuk mencari habitat baru agar tetap bertahan hidup karena habitatnya tidak stabil (berubah-ubah) (Schowalter 2000; Wilson dan Bossert 1971).

Nilai laju reproduksi kotor (GRR) *O. bellicosa* dari hasil penelitian ini sebesar 91,70 individu/induk/generasi. GRR dihitung dengan menggunakan persamaan $GRR = \sum m_x$ (Yu *et al.* 2005). Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata jumlah keturunan per induk yang dihasilkan oleh individu *O. bellicosa* yang hidupnya mencapai umur maksimum sebesar 91,70 individu per induk per generasi.

Laju pertumbuhan bersih (R_0) adalah rata-rata jumlah keturunan yang dihasilkan oleh seekor betina induknya atau kelipatan *O. bellicosa* adalah sebesar R_0 kali pada generasi berikutnya (Begon *et al.* 1996). Nilai R_0 dari hasil

perhitungan didapat sebesar 6,78 individu/induk/generasi. Hal ini berarti seekor *O. bellicosa* akan berlipat ganda sebesar 6,78 kali pada generasi berikutnya.

Laju pertumbuhan intrinsik (r) menggambarkan laju pertumbuhan dari suatu populasi pada keadaan lingkungan yang konstan, sumberdaya tak terbatas serta kematian hanya terjadi oleh faktor fisiologis (Birch 1948 dalam Puspitarini 2005). Nilai r dapat juga digunakan untuk membandingkan laju pertumbuhan populasi dari spesies berbeda atau laju pertumbuhan populasi dari spesies yang sama tetapi dengan kondisi lingkungan berbeda. Menurut Begon *et al.* (1996) jika nilai $r > 0$, maka populasi akan meningkat, sebaliknya nilai $r < 0$ populasi menurun. Dari hasil penelitian tampak bahwa Laju pertumbuhan intrinsik dari *O. bellicosa* sebesar 0,09 individu/induk/generasi. Hal ini berarti bahwa pertumbuhan populasi *O. bellicosa* mengalami peningkatan. Nilai r sangat dipengaruhi oleh rendahnya keperidian, tingginya mortalitas pradewasa dan lamanya masa pradewasa. Makin tinggi persentase telur diletakkan pada kelompok umur muda, makin besar nilai laju pertumbuhan intrinsik dari suatu organisme.

Waktu satu generasi menunjukkan rata-rata waktu yang dibutuhkan sejak telur diletakkan sampai saat imago betina yang berasal dari telur tersebut siap bertelur lagi. Rata-rata lama generasi (T) *O. bellicosa* 21,37 bulan, yang didapat melalui perhitungan $T = \ln R_0/r$. Hal ini berarti dalam waktu 21,37 bulan, telur betina *O. bellicosa* menghasilkan keturunan lagi.

Apabila dihubungkan antara laju reproduksi bersih (R_0) dengan waktu satu generasi (T) *O. bellicosa*, terlihat bahwa nilai R_0 lebih rendah dan T lebih panjang. Hal ini akan menyebabkan perkembangan populasi lebih sedikit dan lama. R_0 dan T penting artinya dalam membandingkan r dari dua spesies populasi. Misalnya dua spesies yang berbeda dalam satu populasi dan memiliki nilai R_0 yang sama, tetapi spesies satu nilai T nya pendek, sedangkan yang kedua T nya panjang. Hal ini akan menyebabkan laju pertumbuhan intrinsik kedua spesies tersebut berbeda. Spesies yang mempunyai nilai T lebih pendek akan tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan spesies yang mempunyai T lebih panjang (Oka 1998).

Kurva prediksi pertumbuhan populasi *O. bellicosa* dengan matriks Leslie menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi sangat dipengaruhi oleh peluang kehidupan (p_x). Hal ini tampak dari kurva bahwa jika peluang hidupnya tinggi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

maka kurva mengalami peningkatan pertumbuhan, sebaliknya jika peluang hidupnya rendah maka kurva mengalami penurunan. Peluang hidup yang sangat mempengaruhi pertumbuhan populasi kumbang lucanid adalah kombinasi antara peluang hidup dari telur ke larva (P_0) dan larva ke pupa (P_1). Berdasarkan prediksi *A. rosenbergi* tampak bahwa walaupun jumlah larvanya rendah, namun populasi masih bisa bertahan, asal pengambilan larvanya di alam tidak dilakukan. Dengan demikian untuk mempertahankan keberadaan kumbang lucanid di alam harus menjaga kelangsungan hidup dari kumbang tersebut, terutama kelangsungan hidup dari telur ke larva dan dari larva ke pupa. Informasi ini jelas sangat kontras dengan hasil pengamatan di lapangan (perdagangan) yang mana *A. rosenbergi*, justru banyak diambil larvanya di lapangan.

Berdasarkan simulasi terlihat bahwa apabila terjadi perburuan terhadap *O. bellicosa* sebesar 50% dari populasi yang ada di hutan Gunung Salak maka prediksi 20 tahun yang akan datang populasi kumbang lucanid yang tersisa sebanyak 46,99 individu. Apabila hal ini dibiarkan terus berlangsung maka populasi kumbang lucanid di hutan Gunung Salak akan mengalami kepunahan, untuk itu diperlukan upaya-upaya konservasi dalam usaha menaikkan jumlah populasi kumbang ini.

Kesimpulan

- Jumlah kumbang lucanid yang dijual sebanyak 9.180 individu yang meliputi 12 spesies. Spesies yang paling banyak dijual adalah *Allotopus rosenbergi*.
- Perdagangan kumbang lucanid mengakibatkan penurunan yang drastis bagi beberapa spesies kumbang lucanid terutama pada jenis-jenis yang digemari dan bernilai ekonomis tinggi.

Hasil pemeliharaan kumbang lucanid dari spesies *O. bellicosa* memerlukan waktu 26,20 hari dari pertemuan jantan dan betina sampai menghasilkan telur dengan keperidian 24,20 butir perbetina.

Telur *O. bellicosa* berwarna putih kekuning-kuningan dengan bentuk agak bulat dan rata-rata berdiameter 2,4 mm serta berat 0,023 gr. Telur menetas menjadi larva 5,80 hari dan larva berkembang menjadi kepompong antara 14-21 bulan.



- e. Kepompong *O. bellicosa* berkembang menjadi imago antara 1-2 bulan dan total waktu yang dibutuhkan mulai dari larva sampai dewasa antara 13-23 bulan.
 - f. Kurva kesintasan *O. bellicosa* termasuk tipe III, yaitu kematian tinggi terjadi pada umur muda.
 - g. Rata-rata laju reproduksi kotor (GRR) sebesar 91,70 individu/induk/generasi, laju pertumbuhan bersih (R_0): 6,78 individu/induk /generasi, laju pertumbuhan intrinsik (r): 0,09 individu/induk/generasi dan waktu generasi (T): 21,37 bulan.
- Hasil simulasi menunjukkan bahwa dari data neraca kehidupan dan pemanenan sebesar 50% dari populasi *O. bellicosa* yang ada di alam, maka diprediksi 20 tahun yang akan datang populasi yang tersisa sebesar 46,99 individu dan pada tahun-tahun berikutnya akan mengalami kepunahan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.