

Life Cycle of Wild Silkmoth *Attacus atlas* L. Fed on Mahogany Leaves and Soursop Leaves

Hani Rahmawati¹ & Juli Rochmijati Wuliandari^{1*}

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia;

Article History

Received : August 02th, 2023

Revised : August 23th, 2023

Accepted : September 01th, 2023

*Corresponding Author:

Juli Rochmijati Wuliandari,
Program Studi Pendidikan
Biologi Fakultas Keguruan dan
Ilmu Pendidikan Universitas
Muhammadiyah Purwokerto,
Purwokerto, Jawa Tengah,
Indonesia;

Email:

juliwuliandari@ump.ac.id

Abstract: The study aims to investigate the life cycle and success of the *Attacus atlas* L. larvae fed with mahoni leaves and sirsak leaves. Observations are done on the development of larvae from eggs until they reach the adult butterfly phase. The study was conducted between November 2022 and January 2023 using direct observation methods to look at the life cycle of *Attacus atlas* L. Observations were carried out in the morning and in the evening. Data on the success rate of life of larvae in each stage of development is also recorded. Research has shown that the life cycle of *A. atlas* L. larvae on mahoni leaf foods has a shorter phase period compared to sirsak leaf feed. The age of the *A. atlas* L. larvae tends to be higher when feeding the sirsak leaves, especially in the subsequent instar phase. However, further research is needed to gain a more comprehensive understanding of the other factors that affect the success of the life of *A. atlas* L. larvae on various types of feed. This research contributes to the biological understanding and management of *A. atlas* L. larva conservation, as well as providing important insights into the conservation efforts of this species as a wild silk insect that has significant economic value.

Keywords: *Attacus atlas* L., larvae, life cycle, mahoni leaves, sirsak leaves.

Pendahuluan

Lepidoptera merupakan ordo serangga yang mengalami metamorfosis sempurna mulai dari telur, larva, pupa dan imago (ngengat). Beberapa famili anggota ordo Lepidoptera membentuk kepompong dari jalinan serat sutra sebagai tempat perlindungan saat pupa bermetamorfosis menjadi ngengat. Kepompong dapat dipintal menjadi benang sutra yang bernilai komersial tinggi. Serangga yang mampu memproduksi serat sutra yang bernilai ekonomi tinggi sering disebut serangga serisigenous (Kalita & Dutta, 2014). Serat sutra yang dihasilkan serangga serisigenous digolongkan menjadi dua yaitu sutra murbei dan sutra non murbei (sutra liar) (Kalita & Dutta, 2014; Reddy & Yang, 2015). Sutra murbei diproduksi oleh ulat sutra murbei spesies *Bombyx mori* dari Famili Bombycidae yang sudah dibudidayakan sejak 5000 tahun yang lalu (Breslauer & Kaplan,

2012), sedangkan sebagian besar ulat sutra liar merupakan anggota Famili Saturniidae .

Produksi sutra liar komersial dunia didominasi oleh lima spesies yaitu *Antheraea pernyi* di Cina, *A. mylitta*, *A. assama*, dan *Samia cynthia ricini* di India, serta *A. yamami* di Jepang. Spesies ulat sutra liar yang banyak terdapat di Indonesia diantaranya yaitu *A. atlas* L., *Cricula trifenestrata* Helf (Wuliandari & Situmorang, 2002) dan *Samia cynthia ricini* (Nurkomar *et al.*, 2022). Ulat sutra *A. atlas* L. memiliki keunggulan dibandingkan dengan ulat sutra *Bombyx mori* karena mampu menghasilkan serat yang lebih panjang yang disebabkan oleh ukuran kepompongnya yang lebih besar. Selain itu, serat yang dihasilkan oleh *A. atlas* L. memiliki variasi warna alami, mulai dari coklat muda, coklat tua, coklat keemasan, hingga abu-abu (Endrawati & Fuah, 2012). Kepompong *A. atlas* L. juga dapat diolah menjadi *biocompatible film* untuk aplikasi medis (Nindhia *et al.*, 2017), dan biopolymer

yang memiliki banyak keunggulan dibanding *Bombyx mori* (Reddy *et al.*, 2013).

A. atlas salah satu ngengat yang berukuran terbesar di dunia, tersebar dari Himalaya Selatan sampai Sri Lanka, Cina Selatan, Filipina, Asia Selatan, seluruh Indonesia dan Australia Utara (Peigler, 1989). Di Indonesia populasi *A. atlas* L. terutama tersebar di Pulau Jawa, Bali, Sumatera, Kalimantan, dan Halmahera (Peigler, 1989). *A. atlas* L. bersifat polivoltin dan polifagus. Di daerah tropis yang keanekaragaman tanamannya sangat tinggi, ngengat betina mempunyai banyak tanaman alternatif untuk meletakkan telurnya. Larva *A. atlas* L. mengkonsumsi paling tidak 90 genus tanaman dari 48 famili (Peigler, 1989). Di Pulau Jawa *A. atlas* L. dapat dijumpai pada tanaman sirsak (*Annona muricata* L.), skrikaya (*Annona squamosa*) teh (*Camellia sinensis*), kina (*Cinchona*), dadap (*Erythrina variegata*), mangga (*Mangifera indica* L.), jeruk (*Citrus* sp.), alpukat (*Persea americana*), lada (*Piper nigrum*), kayumanis (*Cinnamomum verum*), kenari (*Canarium indicum*), keben (*Barringtonia asiatica*), cengkih (*Syzygium aromaticum*) (Solihin & Fuah, 2010).

Industri sutra liar *A. atlas* L. mempunyai potensi besar namun terdapat kelangkaan bahan baku karena perajin tenun sutra liar masih mengambil bahan baku kepompong dari alam (Fijri, 2021). Pada kondisi alami, larva yang berhasil menjadi kokon hanya sekitar 10% karena tingginya serangan parasitoid dan predator (Ekastuti, 2012). Budidaya ulat sutra liar *A. atlas* L. sangat berpotensi untuk dikembangkan karena membutuhkan investasi yang relatif rendah, teknologi yang sederhana, dan bersifat padat karya sehingga dapat menjadi alternatif pendapatan tambahan bagi masyarakat pedesaan.

Pengembangan potensi *A. atlas* L. di Indonesia sudah dimulai sejak tahun 2000-an. Salah satu aspek yang harus diperhatikan yaitu teknik pemeliharaan (Endrawati & Fuah, 2012; Wuliandari & Situmorang, 2002). Rintisan pengembangan *A. atlas* L. di Kabupaten Banyumas dimulai sejak 2000an (Aprikhani, 2010; Praptiningsih, 2006). Baru-baru ini kegiatan pengembangan *A. atlas* L. dimulai kembali, diantaranya untuk mendukung kelompok pengrajin sutra attakas yang selama ini masih bergantung alam untuk pasokan kempomponngnya (Imanulhaq, 2022; KSM,

2023). Berdasarkan hasil pengamatan, *A. atlas* L. banyak dijumpai di pohon mahoni dan pohon sirsak, sehingga penting untuk mempelajari aspek biologi *A. atlas* L. pada tanaman inang tersebut untuk mendukung aplikasi budidaya atau semibudidaya *A. atlas* L. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui siklus hidup *A. atlas* L. yang diberi pakan daun mahoni dan daun sirsak. Penelitian ini juga bertujuan mendorong supaya pemeliharaan *A. atlas* L. diperoleh manfaat yang lebih besar dalam bidang ekonomi dan dalam pengembangan ilmu-ilmu yang mendukung terwujudnya budidaya *A. atlas* L.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian dilangsungkan pada bulan November 2022 – Januari 2023 di laboratorium lapangan pemeliharaan *A. atlas* L. Program Matching Fund 2022 Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Alat dan bahan penelitian

Bahan penelitian yaitu kokon *A. atlas* L. yang dikoleksi dari tanaman mahoni peneduh tepi jalan di dekat Desa Pliken, di Kecamatan Kembaran, Banyumas. Bahan-bahan lain: daun tanaman sirsak dan daun tanaman mahoni untuk pakan larva, natrium hipoklorit 1% untuk sterilisasi ruangan dan telur, dan bahan-bahan lain yang diperlukan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sangkar ukuran 40x30x50 untuk tempat pemeliharaan kokon dan ngengat, cawan petri dialasi kertas saring inkubasi dan penetasan telur, botol kaca ukuran 500 ml, grow boom, mikroskop, timbangan, penggaris, jangka sorong, dan peralatan lain yang diperlukan.

Pelaksanaan penelitian

Desinfeksi ruangan dan peralatan

Peralatan untuk pemeliharaan dicuci bersih dan dikeringkan. Ruangan laboratorium dibersihkan. Peralatan dan ruangan didesinfeksi dengan larutan natrium hipoklorit 1%.

Pembuatan stok kultur

Kokon yang dikoleksi dari lapangan diseleksi untuk mendapatkan kualitas kokon yang baik yaitu: tidak cacat, pupanya kompak, bersih, kulit kokon keras, tidak busuk dan berbau.

Kokon dipelihara dalam sangkar bambu sampai muncul imago jantan dan betina kemudian dipasangkan supaya terjadi kopulasi. Setelah dekopulasi, imago betina akan meletakkan telur secara berkelompok pada dinding sangkar. Telur dikumpulkan setiap hari dalam cawan petri. Imago yang kopulasi berjumlah 3 pasang. Kopulasi biasanya berlangsung selama kurang lebih 24 jam.

Desinfeksi dan penetasan telur

Telur dari stok didesinfeksi dalam larutan natrium hipoklorit 0,05% selama 1 menit, dicuci dengan air mengalir, dikering anginkan di atas kertas handuk dan kemudian ditaruh dalam cawan petri untuk penetasan. Diamati fekunditas, yaitu jumlah telur yang menetas sejak hari pertama sampai hari terakhir, masa inkubasi telur, dan viabilitas.

Penyediaan pakan

Pakan daun yang diberikan untuk pemeliharaan ulat sutra berasal dari kebun pakan *A. atlas* L. UMP. Tanaman di kebun dirawat agar terhindar dari penyakit dan hama sehingga pakan daun yang diberikan memiliki kualitas daun yang bagus.

Pemeliharaan larva

Pemeliharaan larva di dalam ruangan dengan pakan daun segar, larva ditaruh pada setangkai tanaman pakan yang diletakkan dalam botol kaca 500 ml berisi air supaya daun pakan tetap segar. Setiap hari, pakan daun segar diganti atau ditambah dengan daun baru yang telah dibersihkan sebelumnya. Larva instar I-III diberi daun muda (daun pucuk yaitu daun ke 1-6), sedangkan larva instar IV-VI diberi daun tua. Pemeliharaan dilakukan pada suhu dan kelembapan ruang.

Pengamatan

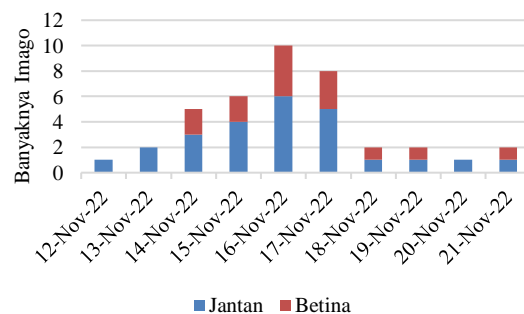
Pengamatan dilakukan terhadap: sex ratio imago, produktivitas telur, dan siklus hidup. Siklus hidup diamati dengan mencatat waktu yang dibutuhkan inkubasi telur, durasi masing-masing instar larva, pupa dan imago (ngengat). Dicatat berat rata-rata larva instar IV,

V dan VI, panjang larva tiap instar, serta suhu dan kelembapan ruang perawatan.

Hasil dan Pembahasan

Sex Rasio

Imago yang muncul dari kokon koleksi lapangan dipilah jenis kelamin. Imago jantan lebih banyak muncul pada awal sehingga imago jantan tidak dapat dipasangkan, mulai hari ketiga pengamatan, imago jantan dan imago betina muncul pada hari yang sama sehingga dapat dipasangkan. Secara keseluruhan jumlah imago jantan yang muncul yaitu 25, sedangkan jumlah imago betina yang muncul yaitu 14, sehingga sex rasionya adalah 1:0,56 (jantan:betina) (Tabel 1). Ratio ini berbeda dengan sex ratio *A atlas* L. dari perkebunan teh di Purwarkarta yaitu 1:1,67 (jantan:betina) (Setiorini, 2009) tetapi mirip dengan sex ratio *A. atlas* L. yang dipelihara pada tanaman pakan *Ficus carica* di India yaitu (1:0,75) (jantan:betina) (Kavane & Sathe, 2014). Hal ini kemungkinan karena kokon dikoleksi dari tanaman yang berbeda dan lokasi berbeda (Setiorini, 2009).



Gambar 1. Grafik sex ratio

Produktivitas telur

Telur diletakkan oleh imago betina kurang lebih 24 jam setelah dekopulasi sampai hari keenam. Jumlah total telur yang diletakkan yaitu 407 butir (Tabel 2). Masa inkubasi telur yaitu 6-10 hari total telur yang menetas yaitu 368. Viabilitas telur ini hampir sama dengan viabilitas telur *A. atlas* L. yang dipelihara dari perkebunan teh Purwakarta yaitu 351 butir (Rianto, 2009).

Tabel 1. Produktivitas telur

Fekunditas		Viabilitas	
Tgl	Jumlah telur yang diletakkan	Tgl	Jumlah telur yang menetas
15 Nov 2022	36	24 Nov 2022	31
16 Nov 2022	9	25 Nov 2022	7
17 Nov 2022	210	26 Nov 2022	185
18 Nov 2022	19	27 Nov 2022	18
20 Nov 2022	106	28 Nov 2022	104
23 Nov 2022	27	29 Nov 2022	23
Total	407	Total	368

Siklus hidup

Seperti serangga ordo Lepidoptera pada umumnya, *A. atlas* L. mengalami metamorfosis sempurna mulai dari telur, larva, pupa dan imago (ngengat). Hasil pengamatan mengenai kisaran siklus hidup larva *A. atlas* L. pada pakan daun mahoni dan daun sirsak untuk setiap tahap perkembangan dalam siklus hidupnya dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 berturut-turut.

Tabel 2. Kisaran siklus hidup larva *A.atlas* L. pakan daun mahoni

Stadia	Min	Max	Mean	SD	SEM
Telur	8	10	9	1,41	1
Instar I	4	5	4,5	0,71	0,5
Instar II	4	5	4,5	0,71	0,5
Instar III	4	5	4,5	0,71	0,5
Instar IV	4	6	5	1,41	1
Instar V	6	8	7	1,41	1
Instar VI	9	12	10,5	2,12	1,5
Pupa	29	30	29,5	0,71	0,5
Female	10	12	11	1,41	1
Male	8	10	9	1,41	1

Masa inkubasi telur *A. atlas* L. yang diberi pakan daun mahoni berkisar 8 – 10 hari (Tabel 2). Masa instar I, instar II, dan Instar III memiliki kesamaan durasi yaitu 4-5 hari dengan rata-rata 4,5. Masa instar IV berkisar 4-6 hari dengan rata-rata 5, instar V berkisar 6-8 hari dengan rata-rata 7, instar VI berkisar 9-12 hari. Kisaran durasi larva ini tidak jauh berbeda dengan durasi larva yang diberi pakan daun jarak pagar (Desianda, 2011). *A. atlas* L. yang dipelihara dalam ruangan umumnya mempunyai masa inkubasi telur 10 hari, masa durasi larva 28 hari, masa pupa 10 hari sampai 28 hari (Desianda, 2011; Ravi Kumara & Kumar, 2022; Wuliandari & Situmorang, 2002).

Instar VI memiliki waktu yang lebih lama dibandingkan tahap instar I – instar V yaitu yaitu

9-12 hari dengan rata-rata 10,5. Larva instar terakhir tumbuh dengan cepat dari hari kesatu hingga ke lima. Selanjtnya larva memulai tahap makan yang rakus dan mensintesis sutra dalam kelenjar sutranya yang menunjukkan pematangan. Larva mulai memintal benang sutra pada akhir tahap instar VI. Setelah selesai memintal benang larva masuk tahap metamorfosis larva-pupa (Xu *et al.*, 2019) Lama pupa berkisar 29-30 hari. Lama ngengat betina dan jantan memiliki perbedaan, ngengat betina lebih lama dibandingkan ngengat jantan.

Tabel 3. Kisaran siklus hidup larva *A.atlas* L. pakan daun sirsak

Stadia	Min	Max	Mean	SD	SEM
Telur	8	10	9	1,41	1
Instar I	5	6	5,5	0,71	0,5
Instar II	5	6	5,5	0,71	0,5
Instar III	4	5	4,5	0,71	0,5
Instar IV	4	5	4,5	0,71	0,5
Instar V	5	7	6	1,41	1
Instar VI	10	12	11	1,41	1
Pupa	30	33	31,5	2,12	1,5
Female	10	14	12	2,83	2
Male	8	10	9	1,41	1

Masa inkubasi telur *A. atlas* L. yang diberi pakan daun sirsak berkisar 8- 10 hari (Tabel 3). Lama masa instar I dan instar II memiliki kesamaan 5-6 hari dengan rata-rata 5,5. Lama instar III dan instar IV memiliki kesamaan yaitu 4-5 hari dengan rata-rata 4,5. Lama instar V 5-7 hari dengan rata-rata 6. Masa instar VI memiliki

waktu yang lebih lama dibandingkan instar I – instar V.

Morfologi Larva

Telur

Panjang telur berkisar antara 2,7 mm sampai 3,0 mm dengan ukuran rata-rata 2,8 mm sedangkan lebarnya berkisar antara 2,1 hingga 2,7 mm dengan rata-rata 2,5 mm. Telur berbentuk lonjong, pipih dorsoventral dan berwarna putih kusam. Masa inkubasi telur berkisar dari 8 sampai 10 hari.

Instar I

Kepala hitam, prothorax memiliki area hitam di antara sisi punggung setiap skolus. Bercak coklat muda pada proleg anus dengan tepian yang lebih gelap membentuk cincin. Spirakel berwarna kuning.

Instar II

Kepala berwarna coklat tua, kaki hitam, badan tertutup bedak putih ada tambalan oranye dalam lateral pada metathorax dan segmen 8-10. Ini bertahan di instar ketiga dan keempat juga. Rata-rata panjang tubuh instar kedua adalah 25,8 mm dan durasi berkisar antara 3 sampai 6 hari.

Instar III

Semua tuberkel lebih pendek dan ramping; scoli subventral berwarna hitam (Peigler, 1989). Rata-rata panjang kapsul kepala adalah 2,5 mm (Veenakumari, 1992).

Instar IV

Kepala kuning kehijauan muda; proleg abu-abu; tuberkel lebih pendek dan lebih tipis. Panjang dari instar keempat berkisar antara 79 mm hingga 82 mm.

Instar V

Rahang hitam; labrum, clypeus dan cahaya palpi maksila kehijauan; kaki toraks biru muda kehijauan, cahaya integumen hijau kekuningan, bagian punggung putih, bagian perut lebih kuning; punggung dan skoli subdorsal rata dan concolourous dengan integumen. Kepala halus, mengkilap, warna hijau. Larva berwarna hijau pucat warna dengan bercak kecoklatan.

Instar VI

Larva berumur 6 tahun dicirikan, pada awal umur, tubuhnya berwarna hijau cerah, dengan bintik-bintik hitam di dada, punggung, dan sekitar anus, gerakan lambat, tubuh kuat, dan aktivitas makan tinggi karena tahap ini. Larva mengumpulkan makanan sebanyak mungkin

sebelum membentuk kepompong dan menjadi kepompong. Menjelang akhir tahun keenam, tubuh yang dominan berwarna putih pada sisi dorsal dan kuning kehijauan pada bagian ventral dan lateral (Peigler, 1989).

Pupa

Pupa *A. atlas* L. biasanya bertipe obtect lepidopteran. Kepompong berwarna kuning kecoklatan sampai coklat tua. Dimorfik seks kepompong karakter yang diamati adalah pupa betina yang lebih besar dan lebih berat dari pupa jantan. Berat rata-rata pupa betina adalah 5,34 g dan 4,20 g pada pupa jantan. Penutup antena lebih lebar pada pria daripada betina. Pada pupa betina terdapat dua bukaan pada bagian ventral posterior pupa.

Ngengat

Antena bipektinat pada kedua jenis kelamin. Kaki pendek, berbulu tanpa taji. Kepala, dada, dan perut berwarna merah kecoklatan. Segmen basal dan perut berwarna pucat dan setiap segmen dengan pinggiran pucat. Betina biasanya lebih besar dari jantan. Panjang tubuh betina berkisar antara 39 mm sampai 40 mm dengan rata-rata 39,4 mm. Hamparan sayap betina berkisar dari 240 mm sampai 250 mm dengan rata-rata 246 mm sedangkan pada jantan panjang tubuh berkisar antara 30 mm sampai 36 mm dengan rata-rata 35 mm. Bentangan sayap pada jantan berkisar antara 210 hingga 230 mm dengan rata-rata 217 mm.

Pengamatan Perilaku Larva

Pengamatan perilaku dilakukan terhadap larva dengan pakan daun mahoni dan daun sirsak diharapkan tidak jauh berbeda. Telur menetas pada pagi hari. Setelah keluar dari telur, larva instar I ini memakan kulit telur kemudian istirahat. Larva mulai makan sekitar 5-6 jam setelahnya.

Larva mulai berhenti makan, dalam posisi istirahat, larva mengelupaskan kulitnya, posisi larva istirahat, larva makan kulit yang dikelupaskan sampai kembali aktif makan daun bervariasi sesuai stadium larva. Pada ekdisis I dan ekdisis II yaitu sekitar 16-17 jam, yang terlama pada ekdisis V yaitu sekitar 8 – 10 menit.

Waktu yang dibutuhkan dari akhir pengelupasan kulit sampai mulai makan kulit yang dikelupaskan juga bervariasi yaitu satu jam

setelah ekdisis I sampai sekitar dua jam setelah ekdisis V.

Berdasarkan pengamatan, aktivitas makan meningkat sesuai stadium larva. Larva instar I sampai instar III belum aktif makan, masa istirahat masih lebih lama. Aktivitas makan larva instar IV sudah lebih tinggi daripada masa istirahatnya. Larva instar V dan VI paling aktif makan, masa istirahat hanya sebentar. Larva mulai mengerutkan tubuhnya sehari sebelum memintal kokon, pada siang harinya mulai mengeluarkan feses yang lunak dan agak berair. Setelah ekskresi feses lunak, ekskret berupa cairan kental mulai dikeluarkan, mula-mula berwarna coklat, akhirnya menjadi bening.

Larva mulai memintal serat kokon 8-13 jam sesudah ekskret terakhir. Larva memintal kokon selama dua sampai tiga hari. Panjang stadium pupa bervariasi. Untuk pengamatan aktivitas perkawinan ngengat betina yang muncul dari kokon ditaruh luar ruangan. Biasanya pada malam hari atau keesokan harinya sudah ada ngengat jantan yang mendarat. Ngengat mulai berkopulasi pada sore atau malam hari dan berlangsung sampai sore atau malam hari berikutnya. Satu sampai dua jam setelah dekopulasi, ngengat betina mulai meletakkan telurnya. Telur diletakkan berkelompok-kelompok. Peletakan telur terbanyak terjadi pada malam hari. Peletakan telur berlangsung tiga sampai empat hari, setelah itu ngengat betina mati. Telur akan menetas setelah 5-11 hari.

Suhu dan kelembapan ruang pemeliharaan

Suhu pagi hari rata-rata sekitar 25°C; kelembapan 77%. Suhu siang hari rata-rata sekitar 31°C; kelembapan 81%. Suhu sore hari rata-rata sekitar 29°C; kelembapan 68%.

Kesimpulan

Siklus hidup larva *A.atlas* L. memiliki perbedaan dalam hal total waktu stadium tergantung pada jenis pakan yang diberikan, yaitu daun mahoni dan daun sirsak. Rentang waktu stadium larva *A.atlas* L. pada daun mahoni lebih singkat dibandingkan dengan daun sirsak, namun rentang waktu ini bersifat perkiraan dan dapat bervariasi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pendaanaan Program Matching Fund 2022 dengan tema “Strategi Pengembangan Agrobisnis dan Produksi Kain Tenun Berbahan Sutra *Attacus atlas* L.) di Kabupaten Banyumas” dan pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian yang telah dilakukan.

Referensi

- Aprikhani, F. D. (2010). *Karakter kokon Attacus atlas (L) pada pohon mahoni (Sweietenia ahagoni Jacq) di Desa Mangunnegara Kecamatan Mrebet Kabupaten Purbalingga* Universitas Muhammadiyah Purwokerto]. Purwokerto. URL: <https://repository.ump.ac.id:80/id/eprint/5867>
- Breslauer, D., & Kaplan, D. (2012). 9.04-Silks. *Polymer Science: A Comprehensive Reference*. Amsterdam: Elsevier, 57-69.
- Desianda, R. (2011). *Domestikasi ulat sutera liar (Attacus atlas L.) dengan pakan daun jarak pagar (Jatropha curcas L.) dan sirsak (Annona muricata L.)* IPB]. Bogor.
- Ekastuti, D. R. (2012). Tinjauan fisiologis domestikasi ulat sutera liar *Attacus atlas* (Lepidoptera: Saturniidae). *Berita Biologi*, 11(2), 139 -147.
- Endrawati, Y. C., & Fuah, A. M. (2012). Morfometri kokon *Attacus atlas* hasil pemeliharaan di laboratorium. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 14(1), 337-342. DOI: <https://doi.org/10.25077/jpi.14.1.337-342.2012>
- Fijri. (2021). Potensi besar, bahan baku sangat langka, pemintalan benang kepompong ulat mahoni di Somagede. *Radar Banyumas*.
- Imanulhaq, A. (2022). *Dosen UMP kembangkan produksi kain tenun sutera*. *Tribun Jateng*.
- Kalita, T., & Dutta, K. (2014). Biodiversity of sericigenous insects in Assam and their role in employment generation. *Journal of entomology and zoology studies*, 2(5), 119-125.
- Kavane, R., & Sathe, T. (2014). Preliminary rearing technique for *Attacus atlas*

- (Lepidoptera: Saturniidae). A wild silkworm of India. *Biolife*, 3(1), 1-6. URL: http://biolifejournals.com/pdf/files/cimg055634_516_PROFTVSATHE%201-6.pdf
- KSM. (2023). Peneliti dari UMP ubah hama ulat jadi bahan bernilai ekonomi tinggi.
- Nindhia, T. S., Nindhia, T. G. T., Surata, I. W., Knejzlik, Z., & Ruml, T. (2017). Preparing silk biomaterial from cocoon of wild silkworm *Attacus atlas*. *Int J Pharma Med Biol Sci*, 6(2), 32-36.
- Nurkomar, I., Trisnawati, D. W., & Arrasyid, F. (2022). Life cycle and survivorship of eri silkworm, *Samia cynthia ricini* Biosduval (Lepidoptera: Saturniidae) on three different cassava leaves diet. *Serangga*, 27(1), 94-105. URL: <https://ejournal.ukm.my/serangga/issue/view/1475/showToc>
- Peigler, R. S. (1989). *A Revision of the Indo-Australian Genus Attacus*. Lepidoptera Research Foundation. <https://books.google.co.id/books?id=69IMAAAAYAAJ>
- Praptiningsih, Y. (2006). *Efisiensi pakan dan pertumbuhan larva Cricula trifenestrata Helf yang diberi pakan daun jambu mete (Anacardium occidentale)* Universitas Muhammadiyah Purwokerto]. Purwokerto.
- Ravi Kumara, R., & Kumar, H. (2022). The Fagara Silkworm (*Attacus atlas* L.): An underutilized Vanya Silkworm of India. *Journal of Biodiversity*, 8(5).
- Reddy, N., & Yang, Y. (2015). Non-mulberry Silk Fibers. In *Innovative Biofibers from Renewable Resources* (pp. 165-174). Springer Berlin Heidelberg. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-45136-6_36
- Reddy, N., Zhao, Y., & Yang, Y. (2013). Structure and Properties of Cocoons and Silk Fibers Produced by *Attacus atlas*. *Journal of Polymers and the Environment*, 21(1), 16-23. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10924-012-0549-8>
- Setiorini, N. (2009). *Characteristics of Wild Silkworm Cocoon (Attacus atlas) Yielded at The Field Laboratory Faculty of Animal Science, of IPB IPB*. Bogor. URL: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/59905>
- Solihin, D. D., & Fuah, A. M. (2010). *Budidaya ulat sutera alam Attacus atlas*. PT Penebar Swadaya.
- Wuliandari, J. R., & Situmorang, J. (2002). Pengaruh Pakan Dan Tempat Pemeliharaan Yang Berbeda Terhadap Masa Perkembangan Larva *Attacus atlas* (L.) (Lepidoptera: Saturniidae). *Teknosains*, 15(2002).
- Xu, P., Zhang, M., Qian, P., Li, J., Wang, X., & Wu, Y. (2019). iTRAQ-Based Quantitative Proteomic Analysis of Digestive Juice across the First 48 Hours of the Fifth Instar in Silkworm Larvae. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(24), 6113. URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/20/24/6113>