



**PENGARUH FORTIFIKASI KACANG HIJAU (*Vigna radiata*)
DAN VITAMIN C PADA DAUN KETELA POHON (*Manihot
esculenta*) TERHADAP PERFORMANSI ULAT SUTRA ERI
(*Samia ricini*) SERTA PEMANFAATANNYA
SEBAGAI BOOK CHAPTER**

SKRIPSI

Oleh

**Ahmad Erza Abdillah
220210103124**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN BIOLOGI
JEMBER
2026**



**PENGARUH FORTIFIKASI KACANG HIJAU (*Vigna radiata*)
DAN VITAMIN C PADA DAUN KETELA POHON (*Manihot
esculenta*) TERHADAP PERFORMANSI ULAT SUTRA ERI
(*Samia ricini*) SERTA PEMANFAATANNYA
SEBAGAI BOOK CHAPTER**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada program
studi S1 Pendidikan Biologi*

SKRIPSI

Oleh

**Ahmad Erza Abdillah
220210103124**

Dosen Pembimbing Utama: Prof. Dr. Jekti Prihatin, M.Si.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN BIOLOGI
JEMBER
2026**

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim, Penulis mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tersayang, Ibu Erna Dwi Tanti dan Bapak Zaini.

Untuk bapak yang selalu menjadi panutan, terima kasih atas kerja keras, pengorbanan, dan keteguhan yang mengajarkan arti tanggung jawab serta ketegaran dalam menjalani kehidupan, khususnya selama masa perkuliahan. Untuk ibu yang penuh kasih, terima kasih atas doa yang tidak pernah berhenti untuk putra yang selalu kecil di matamu, perhatian, dukungan, dan kesabaran yang tidak ada batasnya. Terima kasih telah menjadi tempat terbaik untuk berbagi cerita, keluh kesah, dan harapan. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, perlindungan, dan kebahagiaan kepada kalian.

2. Guru & Dosen S1 Pendidikan Biologi

Terima kasih atas segala ilmu, bimbingan, arahan, motivasi, serta ketulusan yang telah diberikan selama proses pendidikan. Setiap ilmu dan pengalaman yang Bapak/Ibu berikan menjadi bekal yang sangat berharga dalam perjalanan akademik maupun kehidupan penulis. Semoga segala kebaikan Bapak/Ibu mendapatkan balasan yang berlimpah dari Allah SWT.

3. Almamater Pendidikan Biologi Universitas Jember.

Terima kasih atas kesempatan dan pengalaman berharga yang telah diberikan selama menempuh pendidikan. Lingkungan akademik yang kondusif, proses pembelajaran, serta berbagai pengalaman organisasi telah membentuk penulis menjadi pribadi yang lebih dewasa, kritis, dan bertanggung jawab. Semoga almamater terus berkembang dan mampu mencetak generasi yang unggul serta bermanfaat bagi masyarakat dan perkembangan ilmu pengetahuan.

MOTTO

“Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.”
(Terjemahan Q.S Al-Insyirah : 5)¹

"Wahai orang-orang yang beriman, mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan salat. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar."
(Terjemahan Q.S. Al-Baqarah: 153).²

Tugas manusia hanya berjuang, bukan memaksakan hasil. Kita punya kendala tapi Allah punya kendali. Yakinlah jika Allah sudah ikut andil, maka tidak ada kata mustahil.
(Ustadz Hanan Attaki)

¹ *Al-Qur'an dan Terjemahannya* (Jakarta: Kementerian Agama RI, edisi terbaru), Q.S. Al-Insyirah [94]: 5.

² *Al-Qur'an dan Terjemahannya* (Jakarta: Kementerian Agama RI, edisi terbaru), Q.S. Al-Baqarah [2]: 153.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Erza Abdillah

NIM : 220210103124

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “*Pengaruh Fortifikasi Kacang Hijau (Vigna radiata) dan Vitamin C pada Daun Ketela Pohon (Manihot esculenta) terhadap Performansi Ulat Sutra Eri (Samia ricini) serta Pemanfaatannya sebagai Book Chapter*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Juli 2026

Yang menyatakan,

Ahmad Erza Abdillah

NIM. 220210103124

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Fortifikasi Kacang Hijau (*Vigna radiata*) dan Vitamin C pada Daun Ketela Pohon (*Manihot Esculenta*) terhadap Performansi Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*) serta Pemanfaatannya sebagai *Book Chapter*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Jum’at

Tanggal : 17 Juli 2026

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Prof. Dr. Jekti Prihatin, M.Si.

NIP : 196510091991032001

(.....)

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Nadyatul Ilma Indah Savira, S.Si., M.Si.

NIP : 199407052019032022

(.....)

2. Penguji Anggota

Nama : Nurul Insani Shullia, S.Si., M.Si.

NIP : 199109082022032008

(.....)

ABSTRACT

The eri silkworm (Samia ricini) is a silk-producing insect with considerable potential for cultivation. However, the use of cassava leaves (Manihot esculenta) as an alternative feed requires nutritional enhancement to optimize silkworm growth, development, and reproduction. This study aimed to determine the effect of fortifying cassava leaves with mung bean (Vigna radiata) powder and vitamin C on the performance of eri silkworms. The study employed a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatments: control (P0), 1% mung bean powder + 0.25% vitamin C (P1), 2% mung bean powder + 0.50% vitamin C (P2), and 3% mung bean powder + 0.75% vitamin C (P3). A total of 120 larvae were used as research samples. Data were analyzed using one-way ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 5% significance level, while non-parametric data were analyzed using the Kruskal–Wallis test followed by pairwise comparisons. The observed parameters included cocoon weight, cocoon shell weight, shell ratio, wingspan, developmental period, adult longevity, larval mortality, fecundity, and egg hatchability. The results showed that feed fortification affected the performance of eri silkworms. The best treatment was P3, which produced a cocoon weight of $1,779 \pm 0,295$ g, shell ratio of $14,95 \pm 3,934\%$, 0% larval mortality, fecundity of $315,00 \pm 19,49$ eggs, and egg hatchability of $91.21 \pm 5,19\%$. Therefore, fortification with 3% mung bean and 0.75% vitamin C was the most effective treatment for improving the growth, development, and reproductive performance of eri silkworms.

Keywords: *Samia ricini, cassava leaves, feed fortification, mung bean, vitamin C.*

RINGKASAN

Pengaruh Fortifikasi Kacang Hijau (*Vigna radiata*) dan Vitamin C pada Daun Ketela Pohon (*Manihot esculenta*) terhadap Performansi Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*) serta Pemanfaatannya sebagai *Book Chapter*; Ahmad Erza Abdillah; 220210103124; 2026; 50 Halaman; Program Studi S1 Pendidikan Biologi; Jurusan pendidikan MIPA; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Ulat sutra eri (*Samia ricini*) merupakan salah satu serangga penghasil serat sutra yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta berpotensi untuk dikembangkan sebagai komoditas budidaya. Keberhasilan budidaya ulat sutra eri sangat dipengaruhi oleh kualitas pakan yang diberikan. Daun jarak kepyar (*Ricinus communis*) merupakan pakan utama ulat sutra eri, namun ketersediaannya sering terbatas sehingga diperlukan pakan alternatif, salah satunya daun ketela pohon (*Manihot esculenta*). Meskipun mudah diperoleh, daun ketela pohon memiliki kandungan nutrisi yang lebih rendah dibandingkan daun jarak kepyar sehingga diperlukan upaya peningkatan kualitas nutrisi melalui fortifikasi.

Fortifikasi merupakan metode penambahan zat gizi tertentu ke dalam bahan pakan untuk meningkatkan kualitas nutrisi. Pada penelitian ini, fortifikasi dilakukan menggunakan kacang hijau (*Vigna radiata*) sebagai sumber protein nabati dan vitamin C sebagai antioksidan yang berperan dalam mendukung proses metabolisme, pertumbuhan, serta perkembangan ulat sutra eri. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C terhadap performansi ulat sutra eri yang meliputi pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi.

Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan, yaitu kontrol (P0), fortifikasi kacang hijau 1% dan vitamin C 0,25 g (P1), fortifikasi kacang hijau 2% dan vitamin C 0,5 g (P2), serta fortifikasi kacang hijau 3% dan vitamin C 0,75 g (P3). Sebanyak 120 larva ulat sutra eri digunakan sebagai sampel penelitian dan 30 larva untuk setiap perlakuan. Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi berat kokon, berat kulit kokon, *shell ratio*, lebar bentangan sayap. Parameter perkembangan meliputi lama

perkembangan telur hingga imago, lama hidup imago, mortalitas larva, fekunditas, dan daya tetas telur. Data dianalisis menggunakan uji ANOVA Univariate yang dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf signifikansi 5%, sedangkan data yang tidak memenuhi asumsi parametrik dianalisis menggunakan uji Kruskal–Wallis yang dilanjutkan dengan pairwise comparisons.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C memberikan pengaruh terhadap performansi ulat sutra eri ($p < 0,05$), kecuali pada parameter *shell ratio* tidak memiliki pengaruh yang signifikan ($p > 0,05$). Perlakuan fortifikasi dengan konsentrasi kacang hijau 3% dan vitamin C 0,75 g (P3) merupakan perlakuan terbaik karena menghasilkan performansi tertinggi pada berbagai parameter yang diamati. Perlakuan tersebut menghasilkan rerata berat kokon sebesar $1,813 \pm 0,075$ g, berat kulit kokon $0,346 \pm 0,039$ g, *shell ratio* sebesar $19,04 \pm 1,66\%$, lebar bentangan sayap $12,08 \pm 0,50$ cm, lama perkembangan telur hingga imago selama $46,60 \pm 0,62$ hari, lama hidup imago $5,00 \pm 0,00$ hari, mortalitas larva sebesar 0%, fekunditas sebesar $330,00 \pm 28,75$ butir, serta daya tetas mencapai $91,27 \pm 6,98\%$.

Peningkatan performansi tersebut diduga berkaitan dengan tingginya kandungan protein, asam amino esensial, vitamin, dan mineral pada kacang hijau yang mampu memenuhi kebutuhan nutrisi ulat sutra eri selama fase pertumbuhan. Penambahan vitamin C turut berperan dalam meningkatkan efisiensi metabolisme dan membantu menjaga kondisi fisiologis larva sehingga proses pertumbuhan, pembentukan kokon, serta kemampuan reproduksi berlangsung lebih optimal.

Penambahan fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C mampu meningkatkan performansi ulat sutra eri, terutama pada konsentrasi kacang hijau 3% dan vitamin C 0,75 g. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif dalam budidaya ulat sutra eri, khususnya pada kondisi terbatasnya ketersediaan daun jarak kepyar sebagai pakan utama. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai pengembangan fortifikasi pakan untuk meningkatkan produktivitas ulat sutra eri.

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pengaruh Fortifikasi Kacang Hijau (*Vigna radiata*) dan Vitamin C pada Daun Ketela Pohon (*Manihot esculenta*) terhadap Performansi Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*) serta Pemanfaatannya sebagai *Book Chapter*” dengan baik. Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Dr. Mohamad Na'im, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
2. Dr. Erfan Yudianto, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Jurusan MIPA Universitas Jember
3. Prof. Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember.
4. Prof. Dr. Jekti Prihatin, M.Si. yang telah menjadi dosen pembimbing utama dengan penuh dedikasi dalam memberikan arahan, motivasi, serta bimbingan selama proses penyusunan skripsi ini hingga mencapai tahap penyelesaian.
5. Nadyatul Ilma Indah Savira, S.Si., M.Si. sebagai dosen penguji 1 yang telah memberikan berbagai masukan, kritik, dan saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat disempurnakan.
6. Nurul Insani Shullia, S.Si., M.Si. sebagai dosen penguji 2 yang telah berkontribusi melalui saran, evaluasi, dan masukan yang sangat berarti dalam meningkatkan kualitas skripsi ini.
7. Hajar Syifa Fiarani, S.Si., M.Si. sebagai validator ahli materi, Hikmah Buroidah, S.Pd., M.Pd. sebagai validator ahli media, dan Desy Permatasi, S.Pd. sebagai validator pengguna.
8. Kepada teman-teman Pendidikan Biologi Angkatan 2022.

9. Kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta kontribusi dalam berbagai bentuk, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang yang berkaitan dengan penelitian ini, serta menjadi sumber informasi dan referensi yang bermanfaat bagi berbagai pihak. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan evaluasi dan penyempurnaan penelitian pada masa yang akan datang.

Jember, 17 Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
DAFTAR ISI.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN TEORI.....	5
2.1 Ulat Sutra Eri (<i>Samia ricini</i>)	5
2.1.1 Klasifikasi.....	5
2.1.2.Karakteristik	5
2.1.3 Performansi.....	6
2.1.4 Pembentukan Kokon dan Kelenjar Sutra.....	11
2.1.5 Kandungan Nutrisi Daun Pakan Ulat Sutra Eri.....	12
2.2 Fortifikasi Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i>) dan Vitamin C.....	13
2.2.1.Kacang hijau (<i>Vigna radiata</i>).....	13
2.3 Ketela Pohon (<i>Manihot esculenta</i>).....	15
2.3.1.Karakteristik Ketela Pohon.....	15
2.4 <i>Book Chapter</i>	15
2.5 Kerangka Konseptual	17
2.6 Pengembangan Hipotesis	18
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Populasi dan Sampel/ Obyek Penelitian.....	19
3.3Desain Penelitian	19
3.4Prosedur Penelitian	20

3.4.1. Persiapan ruangan ulat Sutra eri.....	20
3.4.2. Persiapan rak tempat ulat Sutra eri	21
3.4.3. Persiapan larutan kacang hijau (<i>Vigna radiata</i>).....	21
3.4.4. Persiapan pakan	22
3.4.5. Pemeliharaan Ulat	22
3.4.6. Parameter Pengamatan	22
3.5 Alat/Instrumen Penelitian	23
3.5.1. Alat.....	23
3.5.2. Bahan	24
3.6 Penyusunan Book Chapter.....	25
3.7 Metode Analisis.....	25
3.7.1. Analisis Data Penelitian	25
3.7.2. Analisis Hasil Validasi <i>Book Chapter</i>	25
3.8 Skema Alur Penelitian.....	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Penelitian.....	28
4.1.1. Hasil dan Analisis Data Fortifikasi Daun Ketela Pohon menggunakan Biji Kacang Hijau dan Vitamin C terhadap Pertumbuhan Ulat Sutra Eri (<i>Samia ricini</i>)	28
4.1.2. Hasil dan Analisis Data Fortifikasi Daun Ketela Pohon menggunakan Biji Kacang Hijau dan Vitamin C terhadap Perkembangan Ulat Sutra Eri (<i>Samia ricini</i>)	31
4.1.3. Kelayakan buku tentang fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C.....	35
4.2 Pembahasan.....	35
4.2.1. Fortifikasi daun ketela pohon menggunakan biji kacang hijau dan vitamin C terhadap pertumbuhan dan perkembangan ulat sutra eri (<i>Samia ricini</i>).....	35
4.2.2. Kelayakan <i>Book Chapter</i>	41
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Rancangan penelitian	20
Tabel 3. 2 Deskripsi Skor Terhadap Penilaian Produk <i>Book Chapter</i>	25
Tabel 3. 3 Kriteria Kelayakan <i>Book Chapter</i>	26
Tabel 4.1 Berat kokon dan lebar bentangan sayap setelah fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C	30
Tabel 4.2 Berat kulit kokon dan <i>shell ratio</i> setelah fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C	32
Tabel 4.3 Lama perkembangan Samia ricini setelah fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C	33
Tabel 4.4 Lama perkembangan telur-pupa dan lama hidup imago setelah fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C	34
Tabel 4.5 Mortalitas, fekunditas, dan daya tetas setelah fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C	35
Tabel 4.6 Nilai Validasi <i>Book Chapter</i>	36
Tabel 4.7 Komentar dan Saran Validator	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1Telur ulat Sutra eri (<i>Samia ricini</i>)	7
Gambar 2. 2 Larva instar ulat Sutra eri (<i>Samia ricini</i>) a. Larva instar I, b. Larva instar II, c. Larva instar III, d. Larva instar IV, e. Larva instar V	8
Gambar 2. 3 Pupa Ulat Sutra Eri	9
Gambar 2. 4 Kokon Ulat Sutra Eri	10
Gambar 2. 5 Imago Ulat Sutra Eri	10
Gambar 2. 6 a) Imago Betina, b) Imago Jantan	11
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks Penelitian	51
Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan.....	54
Lampiran 3. Tabel Hasil Pengamatan	60
Lampiran 4. Hasil Uji Berat Kokon	71
Lampiran 5. Hasil Uji Berat Kulit Kokon	72
Lampiran 6. Hasil Uji <i>Shell Ratio</i>	73
Lampiran 7. Hasil Uji Lebar Bentangan Sayap	74
Lampiran 8. Hasil Uji Lama Perkembangan Telur-Pupa.....	76
Lampiran 9. Hasil Uji Lama Hidup Imago	77
Lampiran 10. Hasil Uji Fekunditas	78
Lampiran 11. Hasil Uji Daya Tetas.....	80
Lampiran 12. Bagian Isi <i>Book Chapter</i>	82
Lampiran 13. Lembar Validator <i>Book Chapter</i>	89

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ulat Sutra Eri merupakan jenis ulat Sutra non-murbei yang termasuk ke dalam salah satu hewan budidaya yang paling banyak digunakan untuk diambil kokonnya dan akan diolah menjadi benang sutra. Ulat sutra eri memiliki sifat *polifag*, berarti bahwa ia dapat memakan lebih dari satu jenis tanaman inang. Ulat sutra eri memakan berbagai jenis makanan, misalnya daun ketela pohon (*Manihot esculenta*) yang berasal satu famili dengan daun jarak (*Ricinus communis* L.) yaitu Euphorbiaceae yang merupakan tanaman pakan alternatif untuk ulat sutra eri (Borah *et al.*, 2020). Kain sutra yang dihasilkan dari kokon ulat sutra eri dapat dimanfaatkan untuk bahan pembuatan jaket, syal, sprei, selimut, sarung bantal, dan bagian pupa dapat dimanfaatkan untuk pakan hewan seperti sugar glider karena kaya akan protein (Boro *et al.*, 2019).

Ulat sutra eri memiliki banyak keuntungan apabila dilihat dari segi ekonomi masyarakat lokal maupun internasional. Kokon ulat sutra eri dapat diolah menjadi kain sutra dengan harga jual yang relatif tinggi (Nurkomar & Trisnawati, 2020). Sutra di Indonesia memiliki nilai cukup strategis dalam upaya peningkatan perekonomian masyarakat. Persebaran ulat sutra eri ini dimulai dari wilayah timur laut India (Assam dan Meghalaya) dan terdistribusi ke beberapa negara dalam kurun waktu berabad-abad. Beberapa wilayah misalnya, Pasuruan, Malang, Wonogiri, Kulon Progo, serta Bali menjadi tempat budidaya ulat sutra eri di Indonesia (Barid *et al.*, 2021). Budidaya ulat sutra eri sendiri tergolong relatif minimal karena mudah dilakukan dan tidak terlalu memakan tempat (Chutia *et al.*, 2014). Proses pemeliharaan ulat sutra eri juga harus memperhatikan suhu ruangan sekitar 26-28°C serta tingkat kelembapan kurang lebih 75% sampai dengan 85% untuk mempertahankan hidupnya (Barid *et al.*, 2021).

Daun ketela pohon digunakan sebagai pakan alternatif untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ulat sutra eri yang bertujuan untuk menyeimbangkan kebutuhan yang diperlukan pasar dalam bentuk untuk mendapatkan hasil ulat sutra yang baik

(Setiyawan & Fitasari, 2018). Selain itu, daun ketela pohon mudah ditemukan hampir di seluruh wilayah Indonesia. Dibandingkan dengan jarak kepyar, daun ketela pohon lebih mudah beradaptasi dan juga cepat dalam pertumbuhannya. Kualitas daun pakan yang baik ditinjau dari kandungan nutrisi yang terdapat di dalamnya. Dengan melihat 3 prinsip utama yaitu, kualitas, kuantitas, dan juga fagostimulan (Derara *et al.*, 2020). Akan tetapi protein daun ketela pohon tidak sebesar protein yang terkandung dalam daun jarak kepyar, adapun kandungan nutrisi pada daun ketela pohon antara lain protein sebesar 10,83% dalam 100 g dan karbohidrat sebesar 32,14%. Sedangkan daun jarak kepyar memiliki kandungan protein yang lebih tinggi, mencapai 17,43% dalam 100 g, sehingga lebih mendukung pertumbuhan ulat sutra, terutama dalam fase larva yang membutuhkan asupan protein tinggi (Deuri *et al.*, 2017).

Fortifikasi yang dilakukan pada daun ketela pohon merupakan teknik modern yang berfungsi sebagai nutrisi tambahan dalam peningkatan gizi pada ulat sutra eri sehingga kualitas kokon yang dihasilkan menjadi bagus (Saranya *et al.*, 2019). Kacang hijau memiliki kandungan protein yang cukup tinggi, yaitu sekitar 19,7–24,2% per 100 gram bahan kering (Arisanti, 2023). Penambahan kacang hijau sebagai fortifikasi pada daun ketela pohon untuk pakan ulat sutra dapat meningkatkan kandungan protein total dalam pakan, yang sangat penting untuk mendukung pertumbuhan larva, mempercepat proses pembentukan kokon, serta meningkatkan kualitas serat sutra yang dihasilkan (Kumar *et al.*, 2019).

Pemberian vitamin C pada ulat sutra berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi sel-sel tubuh dari stres oksidatif, sekaligus bertindak sebagai kofaktor penting dalam sintesis kolagen yang diperlukan untuk pertumbuhan jaringan dan integumen (kulit luar) (Udayan & Kumar, 2022). Selain itu, asupan vitamin C yang optimal telah terbukti meningkatkan nafsu makan (*phagostimulant*), memperpendek durasi masa larva, serta meningkatkan efisiensi konversi nutrisi menjadi protein sutra, yang pada akhirnya secara signifikan memperbaiki kualitas dan kuantitas produksi kokon (Ferdous, 2016).

Fortifikasi pakan menggunakan protein kacang hijau dan vitamin C berpotensi menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan kualitas nutrisi pakan

ulat sutra eri. Protein kacang hijau diharapkan dapat memenuhi kebutuhan protein selama fase pertumbuhan larva, sedangkan vitamin C berperan sebagai nutrisi pendukung yang dapat membantu proses fisiologis dan metabolisme. Namun, informasi mengenai efektivitas kombinasi kedua bahan tersebut pada pakan ulat sutra eri masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh fortifikasi protein kacang hijau dan vitamin C pada pakan terhadap pertumbuhan dan kualitas ulat sutra eri sebagai dasar dalam pengembangan pakan yang lebih bernilai gizi. Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber referensi yang mudah dipahami oleh masyarakat melalui penyusunan *book chapter*. Oleh karena itu, penelitian ini dilaksanakan dengan judul **"Pengaruh Fortifikasi Protein Kacang Hijau (*Vigna radiata*) dan Vitamin C pada Daun Ketela Pohon (*Manihot esculenta*) terhadap Performansi Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*) serta Pemanfaatannya sebagai *Book Chapter*."**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan di antaranya :

- a. Apakah daun ketela pohon yang diberi fortifikasi dengan kacang hijau ditambah dengan vitamin C berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan ulat sutra eri?
- b. Berapakah konsentrasi kacang hijau dan vitamin C yang paling efektif dalam memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ulat sutra eri?
- c. Apakah *book chapter* mengenai fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C layak digunakan sebagai buku bacaan masyarakat?

1.3 Batasan Penelitian

Batasan penelitian yang digunakan dalam penilaian ini adalah sebagai berikut.

- a. Parameter pertumbuhan yang diamati pada performansi Ulat Sutra eri (*Samia ricini*) meliputi berat kokon, berat kulit kokon, serta lebar sayap saat fase imago.
- b. Parameter perkembangan yang diamati dalam penelitian ini antara lain lama perkembangan sampai pupa, lama hidup imago, mortalitas, fekunditas, dan daya tetas.
- c. Bahan fortifikasi pakan yang digunakan dalam penelitian ini berupa kacang hijau dan vitamin C *non acidic*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

- a. Menganalisis pengaruh dari daun ketela pohon yang telah difortifikasi menggunakan kacang hijau terhadap pertumbuhan serta perkembangan ulat sutra eri (*Samia ricini*).
- b. Menganalisis konsentrasi kacang hijau yang paling efektif untuk pakan dalam memengaruhi performansi ulat sutra eri (*Samia ricini*).
- c. Menganalisis kelayakan *book chapter* dari hasil penelitian mengenai "Pengaruh Fortifikasi Kacang Hijau (*Vigna radiata*) dan Vitamin C pada Daun Ketela Pohon (*Manihot esculenta*) terhadap Performansi Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*) serta Pemanfaatannya sebagai *Book chapter*".

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagi peneliti sendiri, penelitian ini memberikan wawasan, ilmu, informasi dan pengalaman yang baru dalam budidaya ulat sutra eri (*Samia ricini*).
- b. Bagi masyarakat, penelitian ini bisa menjadi ilmu baru bagi seluruh masyarakat untuk mengetahui bahwa fortifikasi menggunakan kacang hijau ini dapat memberikan kualitas kokon yang unggul.

BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*)

2.1.1. Klasifikasi

Ulat sutra eri merupakan ordo Lepidoptera yang mengalami metamorfosis sempurna dan tergolong famili Saturniidae. Famili tersebut memiliki dampak dalam bidang industri, terutama ekonomi dalam kehidupan manusia (Chakrabarty & Kaliwal, 2012). Adapun, klasifikasi ulat sutra eri (*Samia ricini*) dapat ditunjukkan sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Insecta
Order	: Lepidoptera
Family	: Saturniidae
Genus	: <i>Samia</i>
Species	: <i>Samia ricini</i> (Sumber: www.gbif.org , 2025)

2.1.2. Karakteristik

Samia ricini, atau ulat sutra eri, merupakan serangga polifagus dan multivoltine yang mampu mengonsumsi lebih dari 30 jenis tanaman (Reddy *et al.*, 2002). Beberapa jenis tanaman yang menjadi sumber pakan utamanya berasal dari famili Euphorbiaceae, Araliaceae, Apocynaceae, dan Simaroubaceae (Borah *et al.*, 2020). Sebagai serangga berdarah dingin, pertumbuhan dan perkembangan kokon ulat sutra eri sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, khususnya suhu (Borah *et al.*, 2020). Ulat sutra eri tergolong salah satu jenis ulat penghasil sutra yang memiliki kemampuan adaptasi terhadap berbagai jenis pakan, seperti daun jarak, daun ketela pohon, dan daun pepaya. Adaptabilitas ini menjadikannya spesies yang menarik untuk dibudidayakan, terutama di wilayah tropis dan subtropis, dengan sumber pakan yang beragam dapat mendukung pertumbuhannya secara optimal.

2.1.3. Performansi

Pertumbuhan dan perkembangan memiliki perbedaan dari segi definisi. Pertumbuhan adalah perubahan dalam segi ukuran yang berorientasi pada perubahan kuantitatif khususnya proses penambahan ukuran, baik berupa panjang, lebar, tinggi, volume, massa, dan jumlah. Sementara itu, perkembangan diartikan sebagai proses yang merujuk pada pematangan fungsi organ secara keseluruhan dan datanya bersifat kualitatif serta irreversibel (Windayani *et al.*, 2021). Pertumbuhan dan perkembangan ulat sutra eri dapat didukung dengan kualitas pakan yang seimbang dengan komposisi gizi yang mencakup air, karbohidrat, protein, asam amino, lipid, ataupun asam lemak (Gururaj *et al.*, 2017).

Ulat sutra eri memiliki siklus hidup kurang lebih 1,5 bulan dengan durasi larva selama 2 minggu. Tahapan larva ulat sutra eri terdiri atas V instar dengan masing-masing instar memiliki periode yang berbeda-beda. Instar I–III tidak terdapat perbedaan yang begitu signifikan (Pallabi & Sharma, 2017). Siklus hidup dapat berjalan sesuai dengan proses pertumbuhannya jika ulat sutra mempertahankan daun pakan, lingkungan, dan iklim yang sesuai. Selain itu, perlu menjaga suhu optimum agar ulat sutra eri dapat bertahan hidup tepat berada di kisaran 26-28°C, dengan kelembapan yang cukup relatif sebesar 85-90%. Ulat sutra eri (*Samia ricini*) juga dapat bertahan pada suhu yang sedikit lebih dingin, yaitu 24-26°C dengan kelembapan relatif sebesar 70-80% (Hailu *et al.*, 2018). Berikut dijelaskan secara rinci terkait siklus hidup *Samia ricini* serta karakteristiknya masing-masing.

a. Telur Ulat Sutra Eri

Telur merupakan salah satu faktor kunci keberhasilan dalam industri serikultur atau pertanian ulat sutra (Sarkar *et al.*, 2012). Budidaya ulat sutra eri dimulai dari fase pertama, yaitu fase telur. Dapat dilihat pada Gambar 2.1, telur ulat sutra eri yang baru diletakkan memiliki tekstur lengket, berbentuk oval, berukuran sedang, dan berwarna kekuningan. Setelah menetas, telur mengalami perubahan warna menjadi putih susu dalam waktu beberapa detik. Awalnya, telur berwarna putih krem, tetapi menjelang penetasan, warnanya berubah menjadi ungu gelap. Telur-telur ini saling melekat satu sama lain karena adanya zat sekresi bergetah

yang dihasilkan oleh induk betina, sehingga tersusun secara beraturan (Birari *et al.*, 2019).



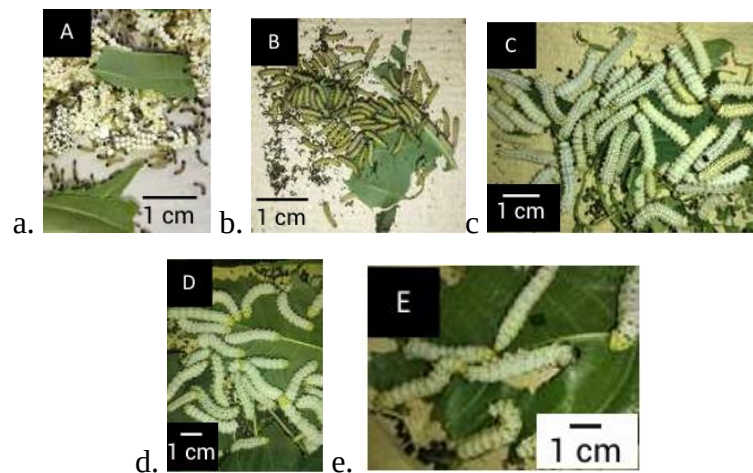
Gambar 2.1 Telur ulat sutra eri (*Samia ricini*) (Barid *et al.*, 2021)

Ulat sutra eri sama seperti serangga lainnya, memiliki kemampuan reproduksi yang sangat tinggi. Ngengat betina dapat bertelur sebanyak 270–300 butir selama siklus hidupnya setelah proses kopulasi, yang biasanya berlangsung dalam waktu 2–3 hari. Tingginya tingkat reproduksi ini menjadi salah satu keunggulan ulat sutra eri, karena dapat mendukung produktivitas kokon yang tinggi dalam skala budidaya (Das & Das, 2018).

b. Larva Ulat Sutra Eri

Larva ulat sutra eri mengalami lima tahap perkembangan larva atau instar, dengan proses molting (pergantian kulit) sebanyak empat kali selama siklus hidupnya. Molting pertama biasanya terjadi setelah tiga hari. Lamanya perkembangan larva dari instar pertama hingga kelima berkisar antara kurang dari 17 hari hingga 1,5 bulan, tergantung pada suhu lingkungan dan kelembapan sekitar. Selama proses molting, larva berhenti makan dan tidak bergerak, terlihat seperti mati. Pada tahap ini, integumen di bagian kepala larva terputus, memungkinkan larva keluar dengan integumen baru (Das & Das, 2018).

Setiap instar memiliki karakteristik khusus yang membedakannya. Menurut Birari *et al.* (2019), perbedaan ini dapat diamati dari ukuran tubuh, warna integumen, pola makan, dan perilaku larva pada masing-masing tahap. Perubahan ini menunjukkan adaptasi larva terhadap kebutuhan metabolisme yang meningkat seiring dengan pertumbuhan dan persiapannya menuju tahap berikutnya dalam siklus hidup. Berikut disajikan gambar 2.2 tahapan instar ulat sutra eri.



Gambar 2. 2 Larva instar ulat Sutra eri (*Samia ricini*). a. Larva instar I, b. Larva instar II, c. Larva instar III, d. Larva instar IV, e. Larva instar V (Barid *et al.*, 2021)

Tahap instar II pada (Gambar 2.2B), dapat dilihat bahwa larva mulai menunjukkan pertumbuhan dengan ukuran tubuh yang lebih besar dibandingkan dengan instar pertama (Gambar 2.2A). Warna tubuh mulai lebih jelas, dan pola tubuh mulai terbentuk, dengan aktivitas makan yang meningkat. Selanjutnya, pada instar III (Gambar 2.2C), larva mengalami pertumbuhan signifikan, dengan ukuran tubuh yang lebih besar, integumen yang lebih kuat, dan pola warna yang lebih mencolok. Aktivitas makan juga meningkat tajam untuk mendukung pertumbuhan. Pada instar IV (Gambar 2.2D), larva mencapai tahap yang lebih matang dengan tubuh yang lebih besar dan pola tubuh yang semakin kompleks. Konsumsi daun pada tahap ini sangat tinggi sebagai persiapan menuju tahap akhir. Pada instar V (Gambar 2.2E), larva mencapai ukuran maksimal dengan tubuh yang penuh dan integumen yang lebih tebal. Aktivitas makan pada tahap ini sangat intens untuk menyimpan energi yang akan digunakan dalam pembentukan kokon. Setiap tahap instar mencerminkan perubahan fisik dan perilaku yang bertujuan mendukung perkembangan larva menuju fase pupa.

c. Pupa Ulat Sutra Eri

Fase pupa pada ulat sutra eri merupakan tahap peralihan antara stadium larva dan stadium imago, yang menjadi salah satu ciri khas dari proses metamorfosis sempurna. Pada tahap ini, tubuh pupa dilindungi oleh integumen yang keras,

memungkinkan pupa bertahan cukup lama di dalamnya hingga proses metamorfosis selesai. Pupa yang baru terbentuk memiliki ciri-ciri warna kuning pucat dengan tekstur tubuh yang masih lunak. Seiring waktu, warna pupa berubah menjadi coklat tembaga, dan integumen menjadi lebih keras untuk melindungi perkembangan internalnya dapat dilihat pada gambar 2.3. Selain itu, terdapat perbedaan ukuran antara pupa betina dan jantan, dimana pupa betina cenderung berukuran lebih panjang dibandingkan pupa jantan (Das & Das, 2018). Fase ini merupakan tahap penting dalam siklus hidup ulat sutra eri, karena di dalam pupa terjadi pembentukan struktur tubuh imago yang sempurna.



Gambar 2.3 Pupa Ulat Sutra Eri (Barid *et al.*, 2021)

d. Kokon Ulat Sutra Eri

Kokon ulat sutra eri (*Samia ricini*) tersusun dari fibroin yang diikat oleh serisin, membentuk struktur yang kuat dan melindungi pupa selama proses metamorfosis. Struktur kokon ulat sutra eri terdiri dari 5-9 lapisan (multilayer), dengan ujung kokon terdapat lubang eklosi yang memungkinkan ngengat untuk keluar setelah proses metamorfosis selesai. Lubang eklosi ini juga berfungsi untuk mempermudah ngengat keluar dari dalam kokon. Di antara lapisan-lapisan kokon terdapat celah udara yang membantu menjaga kelembapan dalam kokon, sehingga kondisi di dalam kokon tetap terjaga dengan baik. Lapisan multilayer kokon ini dapat dibagi menjadi tiga bagian utama: *cocoon coat* (lapisan pelindung luar), *cocoon layer* (lapisan tengah), dan *cocoon lining* (lapisan dalam). Rongga bagian dalam kokon berbentuk elips atau lonjong dan memiliki struktur yang teratur. Pada (Gambar 2.4), kokon ulat sutra eri berwarna putih dan memanjang, dengan bentuk gelendong yang membuka di salah satu ujungnya. Karakteristik ini membuat kokon

ulat sutra eri mudah dibedakan dari kokon jenis ulat sutra lainnya (Zhou & Wang, 2020).



Gambar 2.4 Kokon Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*) (Barid *et al.*, 2021)

e. Imago Ulat Sutra Eri

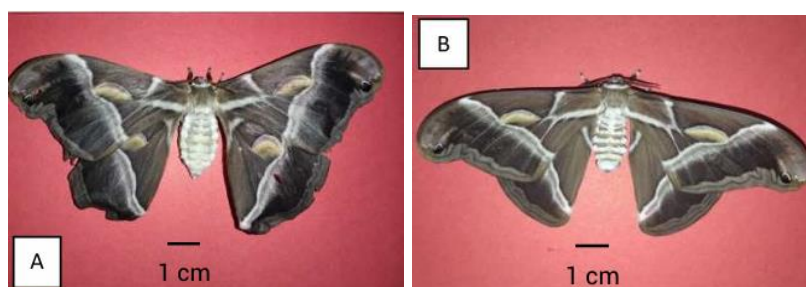
Ngengat yang muncul dari kokon ulat sutra eri mengeluarkan cairan berwarna cokelat yang dikenal sebagai mekonium. Pada ngengat yang baru keluar dari kokon, perut jantan dan betina memiliki ukuran yang hampir sama dan sayap mereka masih sangat lembut. Namun, setelah beberapa saat, perut ngengat jantan perlahan mengecil, sementara mereka meregangkan sayap sepenuhnya, yang kemudian mengeras (Das & Das, 2018). Sayap pada ngengat dan kupu-kupu memiliki peran penting dalam menarik pasangan untuk melakukan perkawinan, yang pada akhirnya menghasilkan butir telur yang akan berkembang menjadi ulat sutra eri (Nurkomar & Trisnawati, 2021).



Gambar 2.5 Imago Ulat Sutra Eri (Barid *et al.*, 2021)

Secara morfologis, ngengat jantan memiliki tubuh yang lebih kecil dibandingkan dengan ngengat betina. Jantan juga memiliki antena bipectinate yang lebih besar dan lebih panjang, sementara ngengat betina memiliki antena

bipectinate yang lebih tipis dan kecil. Sayap ngengat memiliki ukuran yang lebar dan berwarna kuning pucat. Sayap depan ngengat terlihat lebih panjang dan sempit dibandingkan dengan sayap belakang, memberikan ciri khas yang membedakan antara sayap depan dan belakang (Birari *et al.*, 2019). Perbedaan morfologi ini memudahkan identifikasi ngengat jantan dan betina serta mendukung fungsi reproduksi mereka.



Gambar 2.5 a) Imago Betina, b) Imago Jantan (Barid *et al.*, 2021)

2.1.4. Pembentukan Kokon dan Kelenjar Sutra

a. Pembentukan Kokon Ulat Sutra Eri

Kokon adalah struktur yang dilapisi oleh *cocoon floss* dan pada bagian bawahnya terdapat lapisan sutra atau *cocoon shell* (kulit kokon). Kulit kokon terdiri dari beberapa lapisan filamen yang di dalamnya terdapat kokon yang berisi pupa dan kulit sutra (Barid *et al.*, 2022). Secara umum, kokon terbentuk dari gabungan kelenjar sutra yang menghasilkan filamen. Filamen ini terbuat dari dua substansi utama, yaitu serisin dan fibroin. Serisin adalah protein yang berfungsi sebagai perekat dalam membentuk kokon (*floss*), sedangkan fibroin adalah komponen utama penyusun kokon yang mengandung molekul rantai polipeptida, dengan kandungan glisin sekitar 40-45%, alanin 27-33%, serta serin dan treonin sebesar 12-15% (Kunz *et al.*, 2016).

Kokon atau kepompong memiliki struktur yang tipis dan ringan, namun cukup kuat untuk melindungi ulat sutra di dalamnya dari ancaman atau gangguan dari luar, serta menyediakan tempat yang aman untuk proses metabolisme ulat sutra (Lisa, 2019). Kokon ulat sutra eri memiliki warna yang bervariasi, seperti putih, putih krem, dan merah bata. Perbedaan warna ini dipengaruhi oleh jenis pakan yang dikonsumsi dan *ecotype* ulat sutra eri. Waktu yang dibutuhkan untuk proses

pengokan hingga menjadi pupa tergantung pada suhu lingkungan dan spesies ulat tersebut. Pada hari ke-6 atau ke-7, kokon siap dipanen, yang ditandai dengan kokon yang mengeras dan pupa yang berwarna coklat tua.

b. Kelenjar Ulat Sutra Eri

Ulat sutra dewasa memerlukan daun dengan kandungan protein tinggi untuk mempercepat pertumbuhan kelenjar sutra, yang sangat penting dalam produksi cairan untuk membentuk kokon (Nursita, 2011). Volume kelenjar sutra pada ulat sutra eri dapat dipengaruhi oleh jenis tanaman pakan yang diberikan. Sebagai contoh, berdasarkan penelitian sebelumnya, ulat sutra eri yang diberi daun ketela pohon memiliki volume kelenjar sutra sebesar 1,62 ml (Kumar & Elangovan, 2010). Pertumbuhan larva yang sehat juga sangat memengaruhi perkembangan kelenjar sutra yang optimal. Selain itu, pertumbuhan larva yang baik dapat berkontribusi pada produksi sutra yang maksimal. Secara morfologis, bagian posterior kelenjar sutra eri memiliki ukuran terbesar dibandingkan dengan dua bagian lainnya. Sementara itu, pada ulat *Bombyx*, bagian tengah kelenjar sutranya memiliki ukuran terbesar dibandingkan bagian lainnya.

2.1.5. Kandungan Nutrisi Daun Pakan Ulat Sutra Eri

Kandungan nutrisi yang baik pada daun pakan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan yang sehat, berat kokon, serta parameter fekunditas dan daya tetas yang optimal. Nutrisi merupakan komponen penting bagi kehidupan semua makhluk hidup. Berdasarkan jenisnya, nutrisi dibagi menjadi dua kategori, yaitu nutrisi esensial dan nutrisi non-esensial. Nutrisi esensial adalah nutrisi yang tidak dapat disintesis atau dihasilkan oleh sistem metabolisme hewan, sehingga harus diperoleh dari makanan. Contohnya adalah vitamin, asam amino esensial, dan mineral tertentu. Sebaliknya, nutrisi non-esensial adalah nutrisi yang dihasilkan melalui metabolisme bahan makanan yang dikonsumsi, dan digunakan untuk menghasilkan energi dalam bentuk ATP. Contoh nutrisi non-esensial meliputi protein, lemak, dan karbohidrat (Prihatin, 2010).

Protein merupakan salah satu zat penting yang tersusun dari rangkaian asam amino dan memiliki peran utama dalam mendukung pertumbuhan serta

perkembangan organisme. Protein berfungsi sebagai komponen metabolisme tubuh, pembentuk sel dan jaringan, serta mendukung proses pertumbuhan, pemeliharaan, dan perbaikan jaringan tubuh yang rusak. Asam amino sebagai penyusun utama protein terbagi menjadi dua kelompok besar, yaitu asam amino esensial dan asam amino non-esensial. Contoh asam amino esensial yang sangat dibutuhkan oleh ulat sutra adalah leusin, lisin, valin, isoleusin, metionin, dan treonin. Sementara itu, contoh asam amino non-esensial meliputi serin, glisin, dan alanin (Yadav & Bagdi., 2015).

2.2 Fortifikasi Kacang Hijau (*Vigna radiata*) dan Vitamin C

Fortifikasi adalah penambahan nutrisi (suplementasi) terhadap daun pakan ulat Sutra yang berfungsi untuk meningkatkan nilai ekonomis dari kokon ataupun mempercepat pertumbuhan dan perkembangannya. Fortifikasi dilakukan dengan mencelupkan daun ke dalam larutan (suplementasi nutrisi) yang hendak diberikan kepada ulat sutra (Kaewkam *et al.*, 2021). Sama halnya, menurut Johnson *et al.*, (2004), fortifikasi didefinisikan sebagai proses penambahan berbagai zat gizi ke dalam makanan yang bertujuan untuk menambah kandungan gizi yang terdapat dalam makanan yang memiliki peranan penting terhadap pertumbuhan suatu organisme.

2.2.1. Kacang hijau (*Vigna radiata*)

Kacang hijau merupakan salah satu sumber nutrisi yang kaya akan protein dan dapat menjadi alternatif yang baik untuk fortifikasi daun pakan ulat sutra. Kacang hijau dikenal sebagai sumber protein yang berkualitas, dengan kandungan protein sebesar 23-25% dari berat keringnya. Kandungan protein ini menjadikannya pilihan yang tepat untuk meningkatkan asupan nutrisi bagi ulat sutra, terutama dalam mendukung pertumbuhan kelenjar sutra *Bombyx* dan produksi kokon yang optimal (Cholifah *et al.*, 2012). Selain protein, kacang hijau juga mengandung karbohidrat (55-65%), serat, dan berbagai mineral esensial yang penting untuk metabolisme tubuh ulat sutra.

Tujuan utama fortifikasi adalah untuk meningkatkan kualitas gizi dari daun pakan serangga (Masthan, 2017). Kacang hijau dengan konsentrasi yang sesuai dapat meningkatkan hasil kokon dalam industri serikultur karena berperan dalam memperpendek durasi larva dan menyebabkan pertumbuhan yang lebih tinggi. Fortifikasi pada daun pakan pada akhirnya akan menghasilkan hasil yang lebih tinggi, hal tersebut dikarenakan produksi dari kualitas dan kuantitas sutra yang baik tentu sangat tergantung pada nutrisi larva dan kesehatan larva (Philip *et al.*, 2009).

2.2.2 Vitamin C

Vitamin C, atau asam askorbat, merupakan mikronutrien esensial yang memegang peranan vital dalam proses fisiologis dan metabolisme ulat sutra. Karena ulat sutra tidak memiliki kemampuan untuk mensintesis asam askorbat secara mandiri di dalam tubuhnya, asupan vitamin ini harus dipenuhi melalui pakan atau suplemen tambahan (Ito, 1961). Vitamin C berfungsi sebagai antioksidan yang mampu menekan pembentukan radikal bebas sehingga menjaga kestabilan sel dan jaringan tubuh larva ulat sutra *Bombyx*. Penelitian oleh Carr (2017) menunjukkan bahwa suplementasi vitamin C mampu meningkatkan aktivitas enzim antioksidan.

Pada ulat sutra *Bombyx*, vitamin C memiliki peran penting dalam mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan larva melalui pemeliharaan keseimbangan fisiologis tubuh. Sebagai antioksidan, vitamin C membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif yang dihasilkan selama proses metabolisme, sehingga aktivitas metabolisme dapat berlangsung secara optimal (Aneesha & Sreeranjit Kumar, 2022).

2.3 Ketela Pohon (*Manihot esculenta*)

Ketela pohon merupakan spesies tanaman berbunga termasuk family Euphorbiaceae atau dari suku jarak-jarakan yang dapat tumbuh dengan baik di Indonesia yang merupakan negara dengan iklim tropis. Adapun klasifikasi ketela pohon (*Manihot esculenta*) sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Division	: Tracheophyta
Class	: Magnoliopsida
Order	: Malpighiales
Family	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Manihot</i>
Species	: <i>Manihot esculenta</i>

(Sumber: www.itis.gov, 2024)

2.3.1. Karakteristik Ketela Pohon

Ketela pohon merupakan tumbuhan berbatang kayu yang dapat tumbuh hingga 1 sampai dengan 4 meter (Reffiane *et al.*, 2021). Daun pada ketela pohon memiliki pertulangan daun menjari dan masuk dalam kategori majemuk dengan anak daun berbentuk lonjong. Ujung memiliki bentuk runcing dan tepi daun memiliki bentuk rata. Warna daun ketela pohon umumnya hijau muda, hijau kekuningan, hijau tua, dan hijau keunguan.

Kandungan nutrisi pada ketela pohon (*Manihot esculenta*) berbeda antara umbi dan daunnya. Umbi terutama merupakan sumber karbohidrat sebagai penyedia energi, sedangkan daun mengandung protein, asam amino esensial, vitamin (terutama vitamin A, vitamin C, dan vitamin B kompleks), mineral seperti kalsium, fosfor, kalium, magnesium, dan zat besi, serta serat pangan yang lebih tinggi (Latif & Müller, 2015).

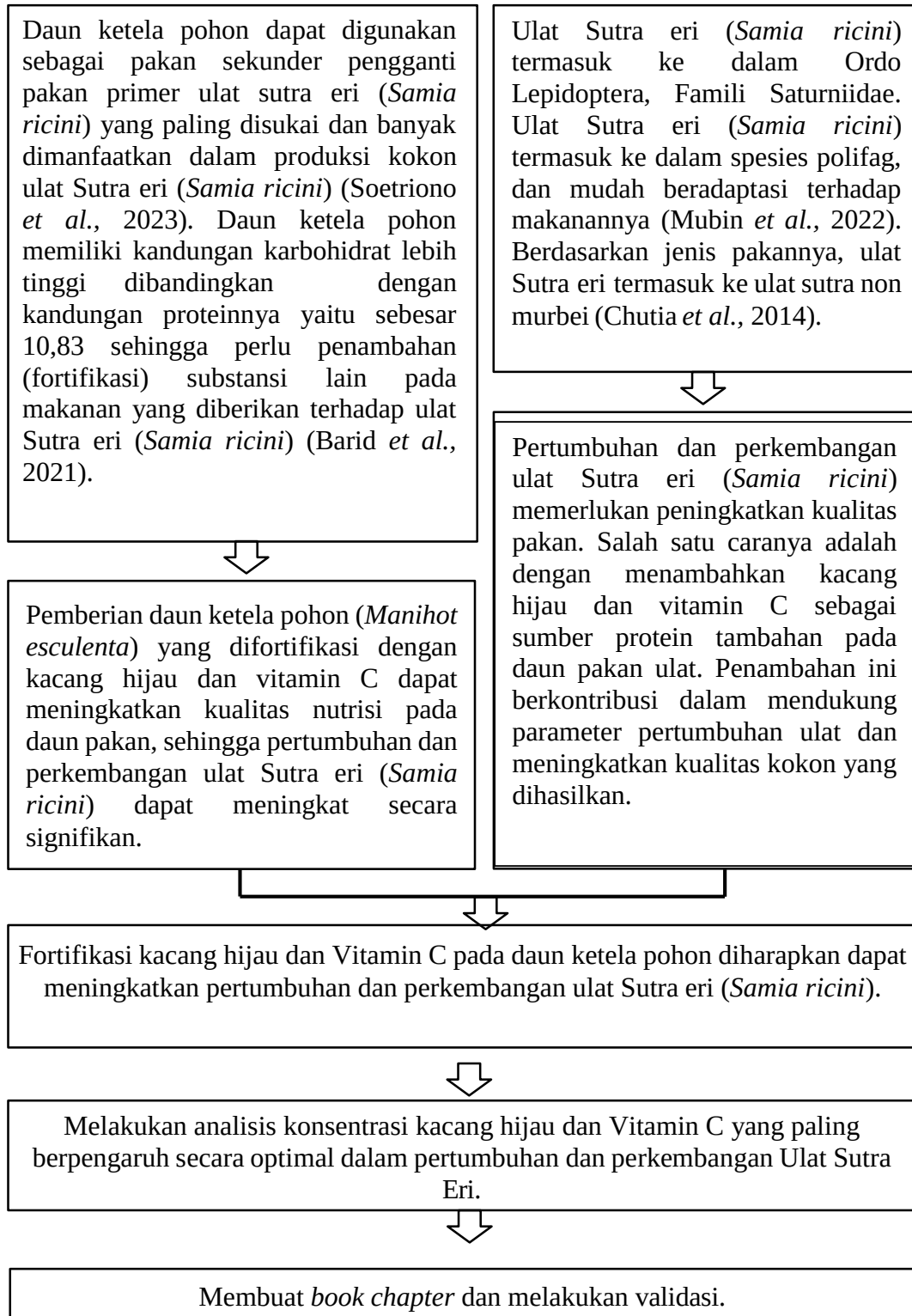
2.4 Book Chapter

Book chapter di definisikan sebagai gabungan dari beberapa jurnal ilmiah dengan menggunakan topik permasalahan atau pembahasan yang sama. *Book*

chapter yang berisi permasalahan yang sama merujuk pada bab dalam buku yang membahas satu tema atau isu utama yang konsisten di seluruh bagian-bagiannya. Meskipun setiap bab atau subbab dapat memfokuskan pada aspek yang berbeda dari permasalahan yang sama, keseluruhan isi tetap berpusat pada topik atau masalah utama yang ingin dipecahkan atau dijelaskan (LIPI, 2012).

Menurut Mahelingga (2024), *book chapter* merupakan bagian dari buku bunga rampai (*edited book*) yang ditulis oleh satu atau beberapa penulis dengan tema tertentu dan disusun oleh editor sehingga menjadi satu kesatuan karya ilmiah. Dalam penyusunannya, *book chapter* perlu memiliki tata letak (*layout*) yang berbeda dari bab pada buku monografi agar mudah diidentifikasi sebagai karya ilmiah yang berdiri sendiri. Standardisasi layout juga dapat meningkatkan visibilitas setiap *book chapter* di mesin pencari dan memperluas akses pembaca terhadap setiap bab secara individual, sehingga mendukung peningkatan dampak ilmiah dari publikasi tersebut.

2.5 Kerangka Konseptual



2.6 Pengembangan Hipotesis

- a. Penambahan formulasi kacang hijau (*Vigna radiata*) dan vitamin C pada daun ketela pohon (*Manihot esculenta*) berpengaruh signifikan terhadap performansi ulat sutra eri (*Samia ricini*).
- b. *Book chapter* dan penelitian yang dilakukan layak dan relevan sebagai informasi bagi masyarakat luas.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

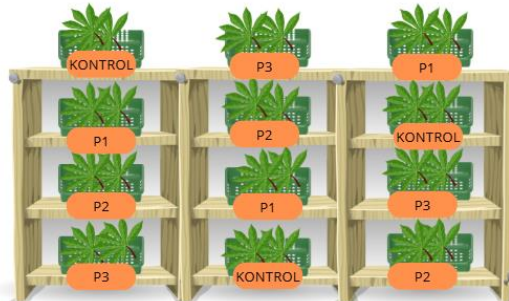
Penelitian ini dilakukan di tempat pemeliharaan Ulat sutra eri (*Samia ricini*) yang terletak pada Laboratorium penelitian hewan Pendidikan Biologi dan Lab zoologi dalam kurun waktu Juni sampai dengan Agustus 2025.

3.2 Populasi dan Sampel/ Obyek Penelitian

Sampel yang digunakan adalah ulat sutra eri (*Samia ricini*) sebanyak 120 larva ulat Sutra eri yang diberikan beberapa macam perlakuan. Sampel diperoleh dari tempat budidaya ulat sutra eri yang berlokasi di Pandaan, Pasuruan, Jawa Timur.

3.3 Desain Penelitian

Merupakan rancangan dalam pelaksanaan penelitian.



Gambar 3. 1 Desain Penelitian (Pribadi)

Penelitian ini menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dimana RAL dilakukan dengan empat perlakuan yang berbeda dengan masing masing mahasiswa menggunakan 10 larva dengan 3 kali pengulangan dan 10 ulat dengan perlakuan kontrol. Setiap ulangan diletakkan acak pada susunan posisi yang berbeda (Gambar 3.1), sehingga perlakuan kontrol, konsentrasi kacang hijau 1%, 2%, 3% menempati posisi yang berbeda. Penentuan taraf konsentrasi fortifikasi pada penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu oleh Firdausy (2023), yang menggunakan konsentrasi fortifikasi sebesar 0,5%, 1,0%, dan 1,5%. Berdasarkan penelitian

tersebut, taraf konsentrasi pada penelitian ini dimodifikasi menjadi 1%, 2%, dan 3% untuk mengevaluasi pengaruh fortifikasi pada tingkat konsentrasi yang lebih tinggi terhadap pertumbuhan dan perkembangan ulat sutra eri (*Samia ricini*). Total keseluruhan 120 larva yang digunakan dalam penelitian. Penelitian ini terdiri atas perlakuan kontrol dan fortifikasi menggunakan kacang hijau (*Vigna radiata*) pada daun ketela pohon dengan konsentrasi yang berbeda (1%, 2%, 3%) dengan tambahan vitamin C *non-acidic* dengan konsentrasi (0,25 g, 0,5 g, 0,75 g). Rancangan penelitian ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. 1 Rancangan penelitian

Perlakuan	Jumlah Larva	Konsentrasi Kacang hijau	Konsentrasi Vitamin C
K	30	Aquades	Aquades
P1	30	1%	0,25 g
P2	30	2%	0,5 g
P3	30	3%	0,75 g

Keterangan :

K : Perlakuan dengan pemberian pakan menggunakan daun ketela pohon.

P1 : Perlakuan dengan daun pakan yang difortifikasi Kacang Hijau 1% dan Vitamin C 0,25 g

P2 : Perlakuan dengan daun pakan yang difortifikasi Kacang Hijau 2% dan Vitamin C 0,5 g

P3 : Perlakuan dengan daun pakan yang difortifikasi Kacang Hijau 3% dan Vitamin C 0,75 g

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1. Persiapan ruangan ulat Sutra eri

Ruangan untuk tempat ulat Sutra eri dibersihkan. Ruangan yang memiliki ventilasi, jendela, dan kelembapan optimum sekitar 70-80% dikarenakan disetiap kaki-kaki rak tempat ulat sutra diberikan air sehingga kelembapan bisa bertambah

lebih dari kelembapan optimal. Cara untuk mengurangi kelembapan dengan membuka pintu serta jendela ruangan serta menggunakan kipas angin sampai kelembapan kembali optimal. Intensitas cahaya yang cukup juga diperlukan dalam kesiapan ruangan

3.4.2. Persiapan rak tempat ulat Sutra eri

Tahap pertama yang perlu dipersiapkan adalah rak pemeliharaan dari kayu agar suhu sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan ulat Sutra eri. Model rak disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Rak yang digunakan memiliki model bertingkat tersusun 4 sap di setiap raknya. Rak kayu nanti dilapisi dengan kapur tohor agar terhindar dari gangguan serangga dan memberi wadah berisi air di kaki rak untuk menghindari semut yang naik ke atas rak.

3.4.3. Persiapan larutan kacang hijau (*Vigna radiata*)

Larutan dibuat setiap harinya untuk menjaga kesegaran larutan, larutan yang terlalu lama bisa menyebabkan pakan menjadi cepat bau. Prosedur pembuatan larutan mengacu pada metode yang dilakukan oleh (Maulidiyah, 2023), dengan modifikasi pada volume total yang digunakan dari semula 150 menjadi 100ml. Membuat larutan kacang hijau dengan konsentrasi masing masing yaitu 1%, 2%, 3%. Memperhitungkan volume larutan yang digunakan untuk untuk fortifikasi instar IV dan V yaitu sekitar 100 ml x 3 adalah 300 ml untuk tiap perlakuan (kontrol, 1%, 2%, 3%) selama satu kali fortifikasi. Kemudian, konsentrasi 1% dibuat dengan cara 1 g per 100 ml. Berikutnya, konsentrasi 2% membutuhkan 2 g per 100 ml. Berikutnya, konsentrasi 3% membutuhkan 3 g per 100 ml kacang hijau yang sudah ditakar beratnya dibuat setiap hari dengan takaran 1% sama dengan 1 gram (1%, 2%, 3%) dalam 100 ml, diaduk hingga homogen dan selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah baskom. Melakukan fortifikasi daun ketela pohon menggunakan larutan kacang hijau sebagai daun pakan ulat sutra eri. Untuk memastikan daun ketela pohon tercelup semua secara merata, maka dapat dilakukan pencelupan/perendaman daun pakan ke dalam larutan kacang hijau yang berkonsentrasi masing-masing yang telah dibuat ditambah dengan vitamin C (0,25 g, 0,5 g, 0,75 g).

3.4.4. Persiapan pakan

Daun ketela pohon dipilih yang segar, bersih, dan terhindar dari hama serta penyakit. Selanjutnya, daun pakan yang telah dipanen di cuci dan dikeringkan menggunakan kain bersih agar terhindar dari segala macam kontaminasi. Untuk Daun yang masih muda (kedudukan daun berada di posisi 1 dan 2 dari pucuk) digunakan sebagai daun pakan larva ulat Sutra eri yang berada pada tahap instar 1. Selain itu, daun yang berkedudukan 3 hingga 4 digunakan untuk daun pakan larva instar II. Daun yang berkedudukan 5 hingga 7 dari pucuk digunakan untuk daun pakan larva instar III. Dan menggunakan daun pakan yang berkedudukan pada posisi 7 ke bawah dari pucuk daun untuk larva ulat instar IV dan V. Berikutnya, mencelupkan daun ketela pohon sampai tercelup secara merata bagian adaksial dan abaksial daun pada larutan kacang hijau bervolume 450 ml. untuk tiap perlakuan (1%, 2%, dan 3%) pada larva ulat sutra eri instar IV dan V.

3.4.5. Pemeliharaan Ulat

Telur ulat Sutra eri yang didapatkan dari masing-masing indukan diletakkan pada wadah aqua bekas atau cawan petri yang ditutup dengan kain berwarna hitam. Setelah sekitar 9-10 hari telur akan mengalami penetasan serta memberikan pakan berupa daun ketela pohon yang masih muda (mekar sempurna) tanpa fortifikasi kacang hijau dan dipotong potong berukuran kecil kurang lebih 1cm. Pemberian pakan pada instar I sampai dengan instar III tidak menggunakan fortifikasi. Fortifikasi hanya diberikan pada instar IV dan V. Menutup bagian atas keranjang dan sisi samping keranjang menggunakan paranet dan di ikat agar ulat tidak meninggalkan keranjang.

3.4.6. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dan diukur dalam penelitian ini berdasarkan referensi penelitian sebelumnya oleh Ramadhana (2023) yang terdiri dari:

a. Parameter pertumbuhan

1) Berat Kokon (g)

Berat kokon diukur 5 hari setelah terjadi pembentukan kokon. Berat kokon yang diukur merupakan akumulasi dari berat pupa yang terdapat di dalam kokon, pupa di dalam kokon berisi calon imago, kulit kokon, kulit pupa, dan cairan.

2) Berat kulit kokon *shell weight* (g)

Berat kulit kokon dihitung setelah pupa dikeluarkan dari dalam kokon.

3) *Shell ratio*(%)

$$\text{Shell ratio} = \frac{\text{berat kulit kokon}}{\text{berat rata-rata seluruh kokon}} \times 100\%$$

4) Lebar bentangan sayap (cm)

Lebar bentangan sayap imago diukur menggunakan alat yaitu jangka sorong dengan pengukuran bentangan sayap terbentang sempurna dimulai dari bagian ujung sayap kiri sampai ujung sayap paling kanan.

b. Parameter perkembangan

1) Lama perkembangan (hari)

Waktu yang diperlukan ulat sutra eri untuk berkembang mulai dari telur menetas hingga menjadi imago.

2) Mortalitas

$$\text{Mortalitas} = \frac{\text{banyaknya larva yang mati tiap instar}}{\text{jumlah larva mula-mula}} \times 100\%$$

3) Fekunditas

Jumlah total telur yang dihasilkan satu ngengat betina yang diletakkan di dalam cawan petri dengan penutup.

4) Daya tetas

$$\text{Daya tetas} = \frac{\text{Jumlah telur yang menetas}}{\text{Jumlah telur yang dihasilkan}} \times 100\%$$

3.5 Alat/Instrumen Penelitian

3.5.1. Alat

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini diantaranya, 1 rak kayu untuk tempat pemeliharaan ulat, keranjang plastik berukuran 37 cm x 30 cm x 11 cm, kuas nomor satu, beaker glass ukuran 1000 ml, botol mineral 1500 ml, spatula, gelas ukur,

cawan petri, jangka sorong, spidol, label nama, pinset, kertas buram, penggaris, paranet, timbangan analitik, corong gelas, gunting, cawan petri, baskom plastik untuk mencelupkan daun pakan ketela pohon, dan *thermohygrometer*.

3.5.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, telur ulat sutra eri (*Samia ricini*), daun ketela pohon, Kacang hijau, akuades, kapur tohor, kertas samson, aluminium foil, kawat, dan madu, serta kapas

3.6 Penyusunan Book Chapter

Produk atau *output* yang dihasilkan dari penelitian yang dilakukan berupa skripsi dan *book chapter*. *Book chapter* disusun oleh satu kelompok yang beranggotakan 5 orang mahasiswa. Dalam satu kelompok memiliki kesamaan dalam penelitian tentang fortifikasi terhadap daun ketela pohon untuk meningkatkan kualitas dan pertumbuhan ulat Sutra eri dengan bahan fortifikasi yang berbeda beda. *Book chapter* yang disusun memiliki *outline* sebagai berikut:

- A. Cover Luar
- B. Halaman Judul
- C. Identitas Buku
- D. Kata Pengantar
- E. Daftar Isi
- F. BAB 1. Pendahuluan
- G. **BAB 2. Fortifikasi Kacang Hijau dan Vitamin C pada Daun Ketela Pohon terhadap Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*)**
- H. BAB 3. Fortifikasi Chlorella dan Vitamin C pada Daun Ketela Pohon terhadap Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*)
- I. BAB 4. Fortifikasi Biji Bunga Matahari dan Vitamin C pada Daun Ketela Pohon terhadap Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*)
- J. BAB 5. Fortifikasi Isolate Soy Protein 90% dan Vitamin C pada Daun Ketela Pohon terhadap ulat sutra Eri (*Samia ricini*)

- K. BAB 6. Fortifikasi Bee Pollen Jagung dan Vitamin C pada Daun Ketela Pohon terhadap Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*)
- L. BAB 7. Penutup
- M. Daftar Pustaka
- N. Glosarium
- O. Indeks

3.7 Metode Analisis

3.7.1. Analisis Data Penelitian

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu uji ANOVA *Univariate* menggunakan *software* SPSS yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh fortifikasi daun ketela pohon dengan kacang hijau terhadap parameter pertumbuhan pada ulat Sutra eri. Ketika hasil uji berbeda nyata atau $< 0,05$ maka akan dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf signifikan 5% untuk dapat mengetahui konsentrasi kacang hijau yang paling efektif dalam fortifikasi daun pakat ulat sutra eri.

3.7.2. Analisis Hasil Validasi *Book Chapter*

Proses analisis dilakukan setelah nilai dari validator telah diperoleh. Analisis yang diperoleh dari validator cenderung bersifat deskriptif yakni berupa saran dan masukan serta memiliki sifat kuantitatif yang mana berasal dari hasil penjumlahan skor sebagai berikut.

Tabel 3. 2 Deskripsi Skor Terhadap Penilaian Produk *Book Chapter*

Kategori	Skor maksimum
Sangat Kurang	1
Kurang	2
Cukup	3
Baik	4
Sangat Baik	5

(Fitriyah & Wardana, 2020).

Cara untuk mengetahui tingkat kelayakan dari book chapter sendiri berdasarkan konversi skor yang diperoleh dalam bentuk presentase (%) sebagai berikut.

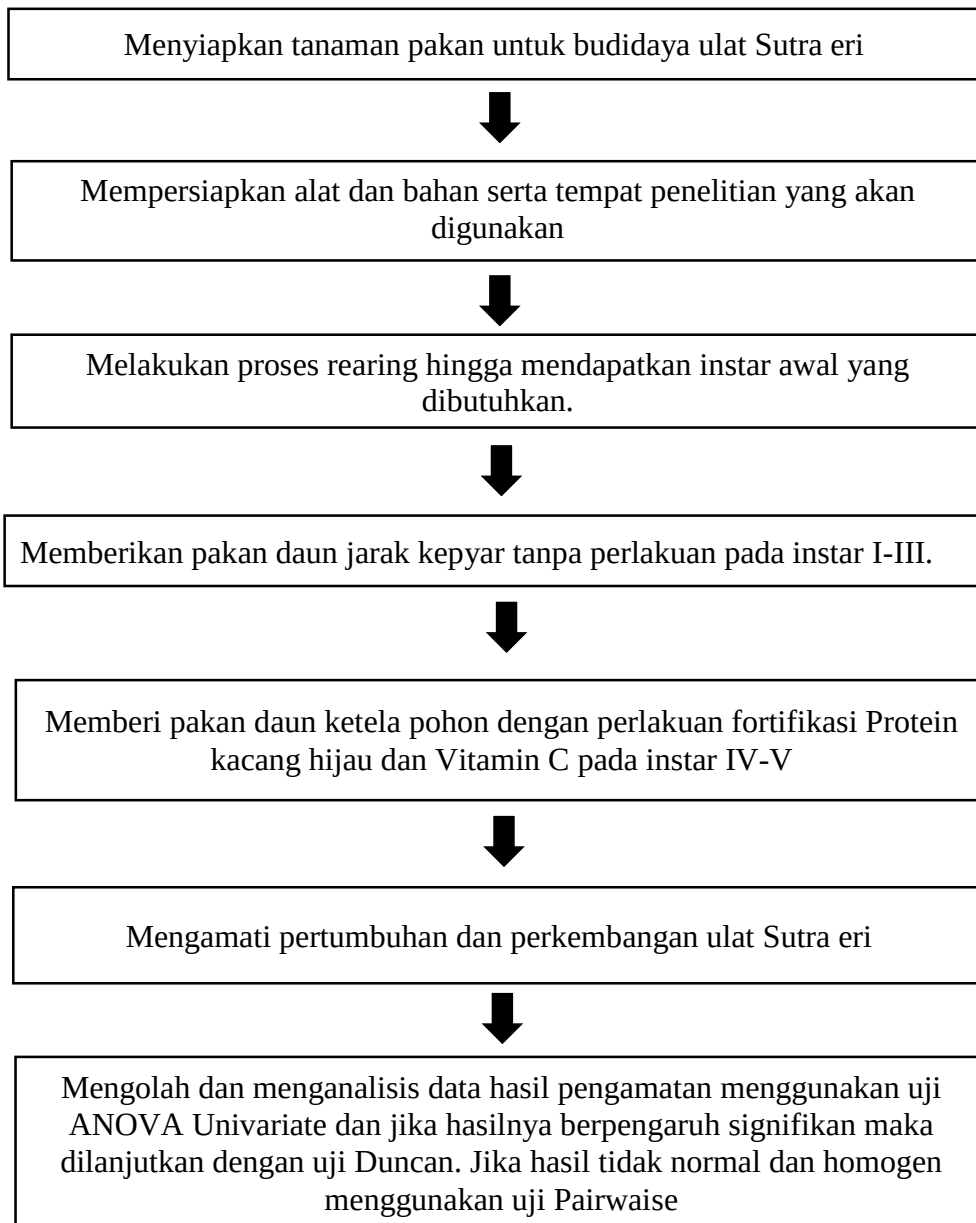
$$\text{Nilai kriteria buku} = \frac{\text{skor yang didapat}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Data berbentuk presentase yang telah diperoleh akan dikonversi ke dalam bentuk data deskriptif dan data kualitatif pada tabel berikut:

Tabel 3. 3 Kriteria Kelayakan *Book Chapter*

No	Persentase Angka (%)	Kategori Validitas	Keterangan
1.	80,0 – 100	Sangat valid dan tidak perlu revisi	Semua item pada unsur yang dinilai sesuai dan hanya ada sedikit kekurangan produk sehingga dapat digunakan sebagai <i>Book Chapter</i>
2.	60,0 – 79	Valid dan tidak perlu revisi	Semua item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan banyak kekurangan sehingga dibutuhkan revisi atau perbaikan secara menyeluruh agar dapat digunakan sebagai <i>Book Chapter</i>
3.	40,0 – 59	Cukup valid dan sedikit revisi	Semua item pada unsur yang dinilai cukup sesuai dan ada sedikit kekurangan sehingga memerlukan sedikit revisi agar dapat digunakan sebagai <i>Book Chapter</i>
4.	≤ 39	Kurang valid dan perlu revisi	Semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan terdapat banyak kekurangan sehingga memerlukan banyak revisi agar dapat digunakan sebagai <i>Book Chapter</i>

3.8 Skema Alur Penelitian



BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C terhadap performansi ulat sutra eri (*Samia ricini*). Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi berat kokon, berat kulit kokon, *shell ratio*, dan lebar bentangan sayap. Parameter perkembangan yang diamati meliputi lama perkembangan telur-pupa, lama hidup imago, fekunditas, dan daya tetas.

4.1.1. Hasil dan Analisis Data Fortifikasi Daun Ketela Pohon menggunakan Biji Kacang Hijau dan Vitamin C terhadap Pertumbuhan Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*)

Data pertumbuhan ulat sutra eri perlu dilakukan uji normalitas dan homogenitas sebelum masuk ke uji ANOVA. Hasil uji normalitas dan homogenitas menunjukkan bahwa data normal dan homogen ($P > 0,05$). Selanjutnya dilakukan uji ANOVA univariate statistik yang menunjukkan adanya pengaruh perlakuan terhadap variabel terikat ($P < 0,05$). Selanjutnya dilakukan uji lanjut menggunakan uji Duncan dengan nilai signifikansi 0,05. Secara lengkap data dan analisis data berat kokon, berat kulit kokon, dan lebar bentangan sayap sebagai parameter pertumbuhan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Berat Kokon dan Lebar Bentangan Sayap setelah Fortifikasi Daun Ketela Pohon menggunakan Biji Kacang Hijau dan Vitamin C

Perlakuan	N	Variabel Pengamatan Pertumbuhan	
		Berat kokon	Lebar Bentangan Sayap
Kontrol	30	1,508± 0,225 ^a	10,57 ± 0,454 ^a
P1 (Kacang Hijau 1% + Vitamin C 0,25 g)	30	1,588 ± 0,218 ^a	11,08 ± 0,578 ^b
P2 (Kacang Hijau 2% + Vitamin C 0,5 g)	30	1,643± 0,269 ^a	11,60 ± 0,425 ^c
P3 (Kacang Hijau 3% + Vitamin C 0,75 g)	30	1,779 ± 0,295 ^b	12,51 ± 0,600 ^d

Keterangan:

Notasi huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf signifikansi 5% ($p < 0,05$). Data dianalisis menggunakan uji ANOVA.

Berat kokon dalam penelitian ini dihitung sebagai berat total yang mencakup pupa, eksuvium, calon imago, cairan tubuh imago, serta lapisan kulit kokon. Rata-rata berat kokon hasil fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C ditampilkan pada Tabel 4.1. Berdasarkan data tersebut, berat kokon tertinggi terdapat pada perlakuan P3 sebesar 1,779 gram, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 1,508 gram.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji ANOVA. Hasil analisis menunjukkan bahwa fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C berpengaruh signifikan terhadap berat kokon ulat sutra eri ($F(3,116) = 6,067$; $p < 0,001$). Sebagaimana ditunjukkan pada Lampiran Tabel 4.1. Berdasarkan hasil uji Duncan pada Lampiran Tabel 4.1, perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan P1 (fortifikasi kacang hijau 1% + vitamin C 0,25 g) dan P2 (fortifikasi kacang hijau 2% + vitamin C 0,5 g), namun berbeda nyata dengan P3 (fortifikasi kacang hijau 3% + vitamin C 0,75 g).

Lebar bentangan sayap pada imago diukur menggunakan alat bernama jangka sorong. Data rerata pengaruh fortifikasi pada daun ketela pohon yang menggunakan kacang hijau terhadap lebar bentangan sayap dipaparkan pada Gambar 4.4. Rerata lebar bentangan sayap yang paling lebar adalah pada konsentrasi kacang hijau 3% dan vitamin C 0,75 g (P3) sebesar $12,54 \pm 0,643$ cm. Rerata lebar bentangan sayap imago terkecil terletak pada perlakuan kontrol sebesar

10,59 ± 0,487 cm. Data berikutnya dilanjutkan dengan analisis uji ANOVA Univariate. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C berpengaruh signifikan terhadap lebar bentangan sayap ulat sutra eri ($F(3,116) = 76,107$; $p < 0,001$), sebagaimana ditunjukkan pada Lampiran Tabel 7.4. Berdasarkan hasil uji Duncan pada Lampiran Tabel 7.5, perlakuan kontrol berbeda nyata dengan P1 (fortifikasi kacang hijau 1% + vitamin C 0,25 g), P2 (fortifikasi kacang hijau 2% + vitamin C 0,5 g), dan P3 (fortifikasi kacang hijau 3% + vitamin C 0,75 g). Selain itu, P1 juga berbeda nyata dengan P2 dan P3, serta P2 berbeda nyata dengan P3. Sehingga seluruh perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$).

Untuk parameter berat kulit kokon dan *shell ratio*, berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas tampak bahwa hasilnya normal dan tidak homogen ($P > 0,05$). Oleh karena itu, digunakan uji Kruskal-Wallis.

Tabel 4.2 Berat Kulit Kokon dan *Shell ratio* setelah Fortifikasi Daun Ketela Pohon menggunakan Biji Kacang Hijau dan Vitamin C

Perlakuan	Variabel Pengamatan Pertumbuhan		
	N	Berat Kulit Kokon (g)	<i>Shell ratio</i> (%)
Kontrol	30	0,212 ± 0,047 ^a	13,68 ± 4,346 ^a
P1 (Kacang Hijau 1% + vitamin C 0,25 g)	30	0,228 ± 0,069 ^{ab}	13,80 ± 5,014 ^a
P2 (Kacang Hijau 2%+ vitamin C 0,5 g)	30	0,233 ± 0,046 ^{ab}	14,74 ± 4,543 ^a
P3 (Kacang Hijau 3%+ vitamin C 0,75 g)	30	0,261 ± 0,066 ^b	14,95 ± 3,934 ^a

Keterangan:

Data berat kulit kokon dan *shell ratio* dianalisis menggunakan uji Kruskal–Wallis yang dilanjutkan dengan uji Pairwise Comparisons pada taraf signifikansi 5% ($p < 0,05$). Huruf notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata, sedangkan huruf notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata antarperlakuan ($p > 0,05$).

Berat kulit kokon yang paling tinggi dapat dilihat pada tabel 4.2 yaitu sebesar 0,261 gram pada konsentrasi kacang hijau 3% dan vitamin C 0,75 g. Rata-rata berat kulit kokon yang paling rendah terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 0,212 gram. Data tersebut berikutnya dianalisis menggunakan uji non parametrik

Kruskal-Wallis dan dilanjutkan dengan uji pairwise comparisons karena tidak memenuhi asumsi uji normalitas dan uji homogenitas. Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat kulit kokon ($H(3) = 19,296$; $p < 0,001$). Berdasarkan hasil uji pairwise comparisons, hanya perlakuan kontrol dan P3 yang menunjukkan perbedaan yang signifikan. Perbedaan tersebut ditunjukkan oleh nilai signifikansi antara kontrol dan P1 ($p = 1,000$), kontrol dan P2 ($p = 0,912$), kontrol dan P3 ($p = 0,019$), P1 dan P2 ($p = 1,000$), P1 dan P3 ($p = 0,428$), serta P2 dan P3 ($p = 0,785$), sebagaimana disajikan pada Lampiran Tabel 5.2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hanya perlakuan kontrol dan P3 yang berbeda nyata ($p < 0,05$), sedangkan pasangan perlakuan lainnya tidak berbeda nyata.

Shell ratio merupakan perbandingan antara berat kulit kokon dengan berat kokon utuh yang digunakan sebagai salah satu indikator kualitas kokon. Semakin tinggi nilai *shell ratio* menunjukkan semakin besar proporsi kulit kokon yang berpotensi menghasilkan serat sutra. Berdasarkan hasil penelitian, rerata *shell ratio* pada perlakuan kontrol sebesar $13,68 \pm 4,346\%$, perlakuan kacang hijau 1% sebesar $13,80 \pm 5,014\%$, perlakuan kacang hijau 2% sebesar $14,74 \pm 4,543\%$, dan perlakuan kacang hijau 3% sebesar $14,95 \pm 3,934\%$. Secara deskriptif terlihat adanya kecenderungan peningkatan nilai *shell ratio* seiring meningkatnya konsentrasi fortifikasi kacang hijau, meskipun peningkatan tersebut relatif kecil. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C tidak berpengaruh signifikan terhadap *shell ratio* ulat sutra eri ($F(3,116) = 0,625$; $p = 0,600$), sebagaimana ditunjukkan pada Lampiran Tabel 6.4. Oleh karena nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, sehingga uji lanjut Pairwise comparisons tidak dilakukan.

4.1.2. Hasil dan Analisis Data Fortifikasi Daun Ketela Pohon menggunakan Biji Kacang Hijau dan Vitamin C terhadap Perkembangan Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*)

Perkembangan ulat sutra eri (*Samia ricini*) diamati sejak fase telur hingga imago. Rerata lama perkembangan pada setiap fase disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Lama Perkembangan *Samia ricini*

Perlakuan	Telur (Hari)	Larva Instar (Hari)					Pupa (Hari)	Total Larva-Pupa (Hari)	Imago (Hari)	Total Larva-Imago (Hari)
		I	II	III	IV	V				
Kontrol	10,00	4,00	5,00	4,33	5,07	6,47	11.73	46,6	3,00	49,6
P1	10,00	4,00	5,00	4,00	4,80	5,27	11.83	44,9	3,00	47,9
P2	10,00	4,00	5,00	3,80	4,57	4,83	11.43	43,63	4,00	47,63
P3	10,00	4,00	5,00	3,57	4,5	4,3	9.2	41,1	5,00	46,1

Keterangan :

n = 30,

P1 : Kacang hijau 1% dan vitamin C 0,25 g,

P2 : Kacang hijau 2% dan vitamin C 0,5 g,

P3 : Kacang hijau 3% dan vitamin C 0,75 g

Berdasarkan data pada Tabel 4.3, dilakukan pengamatan terhadap lama perkembangan ulat sutra eri mulai dari fase telur hingga imago serta lama hidup imago pada setiap perlakuan. Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fortifikasi kacang hijau dan vitamin C terhadap keseluruhan siklus perkembangan. Hasil rerata lama perkembangan telur hingga imago dan lama hidup imago pada masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Lama Perkembangan Telur-Pupa dan Lama Hidup Imago setelah Fortifikasi Daun Ketela Pohon menggunakan Biji Kacang Hijau dan Vitamin C

Perlakuan	Variabel Pengamatan Perkembangan	
	Lama Perkembangan Telur-Pupa (Hari)	Lama Hidup Imago (Hari)
Kontrol	46,6 ± 0,67 ^a	3,00 ± 0,00 ^a
P1 (Kacang Hijau 1%+ vitamin C 0,25 g)	44,9 ± 1,37 ^b	3,00 ± 0,00 ^a
P2 (Kacang Hijau 2%+ vitamin C 0,5 g)	43,63 ± 0,81 ^b	4,00 ± 0,00 ^b
P3 (Kacang Hijau 3%+ vitamin C 0,75 g)	41,1 ± 0,61 ^c	5,00 ± 0,00 ^c

Keterangan:

notasi huruf rerata lama perkembangan telur-pupa dan lama hidup imago menunjukkan pengaruh berbeda nyata pada uji pairwise comparisons dengan taraf signifikansi 5%.

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa fortifikasi daun ketela pohon menggunakan biji kacang hijau dan vitamin C memberikan pengaruh terhadap lama perkembangan fase telur hingga pupa serta lama hidup imago. Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap lama perkembangan telur–pupa ($H(3) = 97,666$; $p < 0,001$) dan lama hidup imago ($H(3) = 119,000$; $p < 0,001$). Lama perkembangan telur–pupa tercepat diperoleh pada perlakuan kacang hijau 3% dan vitamin C 0,75 g sebesar $41,10 \pm 0,61$ hari, sedangkan lama perkembangan telur–pupa terlama terdapat pada perlakuan kontrol sebesar $46,60 \pm 0,67$ hari. Lama hidup imago terpanjang diperoleh pada perlakuan kacang hijau 3% dan vitamin C, yaitu $5,00 \pm 0,00$ hari, sedangkan lama hidup imago terpendek terdapat pada perlakuan kontrol dan perlakuan kacang hijau 1% dan vitamin C, yaitu masing-masing $3,00 \pm 0,00$ hari.

Tabel 4.5 Mortalitas Larva, Fekunditas dan Daya Tetas setelah Fortifikasi Daun Ketela Pohon menggunakan Biji Kacang Hijau dan Vitamin C

Perlakuan	Variabel Pengamatan Perkembangan		
	Mortalitas Larva (%)	Fekunditas (butir)	Daya Tetas (%)
Kontrol	$0,00 \pm 0,00$	$137,00 \pm 29,56^a$	$60,79 \pm 9,51^a$
P1 (Kacang Hijau 1%+ vitamin C 0,25 g)	$0,00 \pm 0,00$	$176,40 \pm 22,87^b$	$67,81 \pm 9,69^{ab}$
P2 (Kacang Hijau 2%+ vitamin C 0,5 g)	$0,00 \pm 0,00$	$241,20 \pm 34,83^c$	$75,86 \pm 6,70^b$
P3 (Kacang Hijau 3%+ vitamin C 0,75 g)	$0,00 \pm 0,00$	$315,80 \pm 19,49^d$	$91,21 \pm 5,19^c$

Keterangan:

Rerata yang diikuti notasi huruf yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata menurut uji Duncan dengan taraf signifikansi 5%.

Fekunditas dihitung berdasarkan jumlah telur yang dihasilkan oleh imago betina setelah kopulasi. Berdasarkan data Tabel 4.5 diketahui bahwa jumlah telur

terbanyak diperoleh pada perlakuan kacang hijau 3% sebesar $315,80 \pm 19,49$ butir, sedangkan jumlah telur paling sedikit terdapat pada perlakuan kontrol sebesar $137,00 \pm 29,56$ butir. Perlakuan kacang hijau 1% menghasilkan $176,40 \pm 22,87$ butir, sedangkan perlakuan kacang hijau 2% menghasilkan $241,20 \pm 34,83$ butir.

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C berpengaruh signifikan terhadap fekunditas ulat sutra eri ($F(3,116) = 41,003$; $p < 0,001$). Berdasarkan hasil uji Duncan pada Lampiran Tabel 10.5, perlakuan kontrol berbeda nyata dengan P1 (fortifikasi kacang hijau 1% + vitamin C 0,25 g), P2 (fortifikasi kacang hijau 2% + vitamin C 0,5 g), dan P3 (fortifikasi kacang hijau 3% + vitamin C 0,75 g). Selain itu, P1 berbeda nyata dengan P2 dan P3, serta P2 berbeda nyata dengan P3. Sehingga seluruh perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$).

Daya tetas dihitung berdasarkan persentase telur yang berhasil menetas menjadi larva. Berdasarkan hasil penelitian, daya tetas tertinggi diperoleh pada perlakuan kacang hijau 3% dan vitamin C sebesar $91,21 \pm 5,18\%$, sedangkan daya tetas terendah terdapat pada perlakuan kontrol sebesar $60,79 \pm 9,51\%$. Perlakuan kacang hijau 1% dan vitamin C 0,25 g menunjukkan daya tetas sebesar $67,81 \pm 9,69\%$, sedangkan perlakuan kacang hijau 2% sebesar $75,86 \pm 6,70\%$.

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C berpengaruh signifikan terhadap daya tetas telur ulat sutra eri ($F(3,116) = 29,479$; $p < 0,001$). Berdasarkan hasil uji Duncan pada Lampiran Tabel 11.5, perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan P1 (fortifikasi kacang hijau 1% + vitamin C 0,25 g), tetapi berbeda nyata dengan P2 (fortifikasi kacang hijau 2% + vitamin C 0,5 g) dan P3 (fortifikasi kacang hijau 3% + vitamin C 0,75 g). Selain itu, P1 tidak berbeda nyata dengan P2, tetapi berbeda nyata dengan P3, sedangkan P2 juga berbeda nyata dengan P3.

4.1.3. Kelayakan buku tentang fortifikasi daun ketela pohon menggunakan kacang hijau dan vitamin C

Uji validasi *book chapter* dilakukan oleh tiga validator yang merupakan dosen ahli media, dosen ahli materi, dan pengguna. Hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai Validasi Book Chapter

No	Validator	Nilai Validator	Kriteria
1	Ahli Materi	88,6	Sangat Layak
2	Ahli Media	80	Layak
3	Pengguna	95	Sangat Layak
	Rata-rata	87,8	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 4.6, hasil penilaian menunjukkan bahwa validator ahli materi dan ahli media memberikan skor sebesar 88,6 dan 80 yang termasuk dalam kriteria sangat layak dan layak untuk digunakan sebagai bahan bacaan masyarakat. Validasi oleh pengguna memperoleh skor 95 yang juga termasuk dalam kriteria sangat layak

4.2 Pembahasan

Protein merupakan nutrisi esensial yang berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan ulat sutra eri, terutama pada fase larva sebagai bahan pembentuk jaringan, enzim, dan hormon yang mendukung metabolisme, serta sebagai komponen utama penyusun serat kokon berupa fibroin dan serisin sehingga memengaruhi kualitas dan kuantitas kokon. Selain itu, vitamin C (asam askorbat) berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi sel dari stres oksidatif, mendukung proses metabolisme, meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi, serta membantu memperkuat daya tahan tubuh larva, yang secara keseluruhan berkontribusi dalam optimalisasi pertumbuhan dan pembentukan kokon.

4.2.1. Fortifikasi daun ketela pohon menggunakan biji kacang hijau dan vitamin C terhadap pertumbuhan dan perkembangan ulat sutra eri (*Samia ricini*)

Kacang hijau merupakan sumber protein nabati yang mengandung berbagai asam amino esensial dan non-esensial yang berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan organisme, termasuk serangga. Asam amino esensial yang

terkandung di dalamnya antara lain lisin, leusin, isoleusin, valin, fenilalanin, treonin, metionin, dan triptofan, sedangkan asam amino non-esensial meliputi arginin, alanin, asam glutamat, dan asam aspartat. Berdasarkan hasil penelitian, total kandungan asam amino pada kacang hijau berkisar antara 209–237 mg/g protein, dengan kandungan asam amino rantai cabang BCAA (*Branched-Chain Amino Acids*) seperti leusin, isoleusin, dan valin sekitar 27–32 mg/g protein (Arnoldi, 2023; Kim *et al.*, 2025). Keberadaan asam amino tersebut sangat penting dalam proses sintesis protein, pembentukan jaringan tubuh, serta produksi enzim dan hormon yang mendukung metabolisme.

Kacang hijau (*Vigna radiata*) merupakan salah satu jenis kacang-kacangan yang sangat kaya akan kandungan zat besi (Fe). Di dalam kacang hijau, terdapat kandungan zat besi sebesar 6,7 mg per 100 gram, atau dengan persentase sekitar 5,9–7,8%. Kandungan Fe ini berperan krusial dalam metabolisme organisme dan ditemukan secara terkonsentrasi pada bagian kulit biji serta embrionya. Selain zat besi, kacang hijau juga memiliki komposisi nutrisi yang sangat mendukung pertumbuhan, dengan fosfor sebesar 0,326 mg, serta kalsium sebanyak 0,124 gram yang secara tidak langsung berguna dalam mengoptimalkan proses fisiologis untuk pembentukan kokon yang lebih kuat (Arisanti *et al.*, 2023).

Pertumbuhan pada ulat sutra eri menunjukkan adanya peningkatan ukuran dan jumlah sel yang terjadi selama fase larva (Hartati *et al.*, 2024). Dalam penelitian ini, pertumbuhan dianalisis melalui beberapa parameter kuantitatif, yaitu berat kokon, berat kulit kokon, *shell ratio*, dan lebar bentangan sayap. Perlakuan yang diberikan berupa fortifikasi pakan daun ketela pohon dengan kacang hijau pada beberapa tingkat konsentrasi, yaitu Kontrol, P1, P2, dan P3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fortifikasi kacang hijau memberikan pengaruh terhadap peningkatan beberapa parameter pertumbuhan, meskipun tidak seluruhnya berbeda nyata secara statistik. Nilai berat kokon cenderung meningkat dari kontrol (1,508 g) hingga P3 (1,779 g) dengan persentase kenaikan 18%, diikuti oleh peningkatan berat kulit kokon dari 0,212 g menjadi 0,261 g. Selain itu, *shell ratio* juga mengalami peningkatan dari 13,68% pada kontrol menjadi 14,95% pada P3, serta lebar bentangan sayap meningkat dari 10,57 cm menjadi 12,51 cm. Dengan

demikian, hal ini menunjukkan bahwa kacang hijau berpotensi sebagai sumber nutrisi berupa protein dan asam amino yang mendukung produktivitas ulat sutra eri. Ulat sutra dewasa memerlukan daun yang mengandung banyak protein guna mempercepat pertumbuhan kelenjar sutra sebagai penghasil cairan untuk membuat kokon (Nursita, 2011).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P3 dengan fortifikasi kacang hijau memberikan nilai berat kulit kokon tertinggi dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya, yaitu sebesar $0,261 \pm 0,066$ g, sedangkan pada kontrol hanya sebesar $0,212 \pm 0,047$ g. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan sebesar $\pm 23,11\%$ dari kontrol ke perlakuan tertinggi. Peningkatan berat kulit kokon ini mengindikasikan bahwa penambahan kacang hijau sebagai sumber nutrisi dalam pakan mampu mendukung proses pembentukan serat kokon secara lebih optimal. Kandungan protein dan asam amino dalam kacang hijau berperan dalam sintesis fibroin dan serisin yang merupakan komponen utama penyusun kokon. Selain itu, ketersediaan nutrisi yang lebih baik juga dapat meningkatkan aktivitas metabolisme larva, sehingga efisiensi pemanfaatan pakan menjadi lebih tinggi. Kondisi ini selaras dengan kandungan protein dan asam amino dalam kacang hijau yang berperan dalam sintesis fibroin dan serisin yang merupakan komponen utama penyusun kokon. Hal ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa peningkatan asupan asam amino dari kacang hijau pada pakan ulat sutra dapat meningkatkan berat kokon, *shell ratio*, serta kandungan fibroin dan serisin pada kokon yang dihasilkan (Dong *et al.*, 2023).

Shell ratio merupakan perbandingan antara berat kulit kokon terhadap berat kokon yang dinyatakan dalam persen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Shell ratio* tertinggi pada perlakuan kacang hijau dan vitamin C terdapat pada P3 sebesar $14,95 \pm 3,93\%$, sedangkan pada kontrol sebesar $13,68 \pm 4,35\%$, dengan peningkatan sekitar $\pm 9,3\%$. Meskipun peningkatannya relatif tidak terlalu besar, hal ini menunjukkan adanya peningkatan efisiensi pembentukan serat sutra. Kandungan protein dan asam amino dalam kacang hijau diduga mendukung keseimbangan metabolisme sehingga proses pembentukan serat berlangsung lebih efisien. Kacang hijau memiliki kandungan asam amino berupa leusin, isoleusin, dan

valin (Arnoldi, 2023; Kim *et al.*, 2025). Protein dan asam amino merupakan komponen penting dalam sintesis fibroin dan serisin yang menyusun serat sutra, sehingga peningkatan kualitas nutrisi pakan dapat meningkatkan pembentukan kulit kokon dan nilai *shell ratio* (Dong *et al.*, 2023). Namun, karena *shell ratio* juga dipengaruhi oleh distribusi biomassa antara tubuh larva dan kokon, peningkatannya tidak sebesar parameter lain.

Lebar bentangan sayap imago pada perlakuan kacang hijau menunjukkan peningkatan dari $10,57 \pm 0,454$ cm pada kontrol menjadi $12,52 \pm 0,600$ cm pada P3, atau meningkat sekitar $\pm 18,5\%$. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa kualitas nutrisi pakan berperan dalam pertumbuhan hingga fase imago. Nutrisi dari kacang hijau, terutama protein dan asam amino, berperan dalam mendukung pertumbuhan jaringan dan penyediaan energi yang dibutuhkan selama metamorfosis (Chapman, 2013). Protein dan asam amino dari kacang hijau menyediakan bahan penyusun utama bagi pembentukan jaringan tubuh selama metamorfosis, sedangkan vitamin C membantu menjaga kestabilan metabolisme dan melindungi sel dari stres oksidatif. Kombinasi kedua nutrisi tersebut mendukung perkembangan morfologi imago secara optimal sehingga menghasilkan bentangan sayap yang lebih luas (Aneesha & Kumar, 2022). Dengan demikian, larva yang memperoleh nutrisi optimal mampu membentuk pupa yang lebih besar dan berkembang menjadi imago dengan ukuran tubuh, termasuk bentangan sayap, yang lebih luas.

Perkembangan merupakan proses perubahan struktur dan fungsi tubuh yang berlangsung hingga terbentuknya kokon dan imago (Hartati *et al.*, 2024). Secara fisiologis, percepatan perkembangan ini dipengaruhi oleh kecukupan nutrisi yang mendukung metabolisme dan regulasi hormon. Kandungan protein dan asam amino pada kacang hijau berperan dalam sintesis hormon pertumbuhan dan pembentukan jaringan baru selama proses molting. Dalam penelitian ini, perkembangan diamati melalui parameter lama perkembangan, fekunditas, dan daya tetas. Lama perkembangan dihitung sejak fase telur hingga imago. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kacang hijau memberikan percepatan perkembangan, dimana waktu tercepat diperoleh pada P3 dengan rerata $41,10 \pm$

0,61 hari, dibandingkan dengan perlakuan kontrol sebesar $46,6 \pm 0,67$ hari, sehingga terjadi percepatan sekitar $\pm 11,8\%$. Selain itu, parameter reproduksi juga mengalami peningkatan, dengan fekunditas meningkat dari 137,00 menjadi 315,80 butir ($\pm 130,5\%$) dan daya tetas meningkat dari 60,79% menjadi 91,21% ($\pm 50,0\%$). Hal ini menunjukkan bahwa fortifikasi kacang hijau meningkatkan keberhasilan reproduksi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Nurkomar *et al.*, (2022) yang menunjukkan bahwa kualitas pakan berpengaruh terhadap siklus hidup dan fekunditas ulat sutra eri (*Samia cynthia ricini*), sehingga pakan dengan kandungan nutrisi yang lebih baik mampu mendukung pertumbuhan dan performa reproduksi yang lebih optimal.

Lama hidup imago dipengaruhi oleh kondisi nutrisi dan keberhasilan perkembangan pada fase larva. Birari *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa umur imago *Samia ricini* berkisar antara 6–9 hari, bergantung pada kondisi pemeliharaan dan karakteristik individu. Pada penelitian ini, lama hidup imago tertinggi pada perlakuan P3 mencapai $5,00 \pm 0,00$ hari. Meskipun sedikit lebih rendah dibandingkan dengan hasil dari Birari *et al.*, (2019), nilai tersebut masih menunjukkan bahwa fortifikasi kacang hijau mampu mempertahankan kondisi fisiologis imago secara optimal hingga fase dewasa.

Parameter fekunditas dalam penelitian ini menunjukkan hasil sebesar $315,80 \pm 19,49$ butir pada perlakuan P3 karena fortifikasi kacang hijau 3% yang dikombinasikan dengan vitamin C mampu meningkatkan kualitas nutrisi pakan, sehingga mendukung pembentukan dan pematangan sel telur secara optimal. Kandungan protein, asam amino, serta mineral dalam kacang hijau berperan penting dalam proses vitelogenesis, yaitu pembentukan kuning telur yang menjadi sumber energi utama bagi embrio (Wu *et al.*, 2021). Selain itu, kecukupan nutrisi berupa protein dan asam amino juga mendukung keseimbangan hormon, terutama hormon juvenil (*juvenile hormone/JH*), yang berperan dalam perkembangan ovarium dan pembentukan telur yang berkualitas (Al Baki *et al.*, 2019). Nilai ini mendekati hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan fekunditas sekitar $360,10 \pm 23,88$ butir telur dengan daya tetas mencapai 97,17% (Birari *et al.*, 2019). Fekunditas pada penelitian ini tergolong tinggi dan mendekati kondisi optimal.

Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Nurkomar *et al.*, (2022) yang menunjukkan bahwa kualitas pakan berpengaruh terhadap siklus hidup dan fekunditas ulat sutra eri (*Samia cynthia ricini*). Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan jenis pakan utama, kondisi lingkungan, maupun faktor genetik yang memengaruhi kemampuan reproduksi ulat sutra eri.

Daya tetas tertinggi dihasilkan oleh perlakuan P3 dengan rerata sebesar 91,21%, menunjukkan peningkatan sekitar $\pm 50,0\%$ dibandingkan kontrol yang hanya sebesar 60,79%. Tingginya daya tetas ini menunjukkan bahwa kualitas telur yang dihasilkan berada dalam kondisi optimal sehingga embrio mampu berkembang dengan baik hingga menetas. Keberhasilan daya tetas sangat dipengaruhi oleh kualitas nutrisi yang diperoleh selama fase larva, selain kandungan protein dan asam amino dari kacang hijau yang mendukung pembentukan telur, penambahan vitamin C diduga turut berkontribusi terhadap peningkatan daya tetas melalui perannya dalam menjaga kestabilan proses fisiologis selama oogenesis dan perkembangan embrio. Vitamin C berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi sel-sel reproduksi dari kerusakan akibat stres oksidatif, sehingga proses vitelogenesis dan akumulasi cadangan nutrisi di dalam telur dapat berlangsung secara optimal. Cadangan nutrisi tersebut kemudian dimanfaatkan oleh embrio sebagai sumber energi dan bahan penyusun jaringan selama proses perkembangan hingga penetasan. Selain itu, vitamin C juga berperan dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi dan mendukung aktivitas enzim yang terlibat dalam metabolisme, sehingga menghasilkan telur dengan viabilitas yang lebih tinggi dan meningkatkan persentase daya tetas (Aneesha & Kumar, 2022).

Komponen makronutrien seperti protein dan karbohidrat dalam daun ketela pohon itu sendiri memegang peranan vital sebagai penyedia energi utama bagi ulat sutra eri selama proses metabolisme dan pembentukan kelenjar kokon (Nurkomar *et al.*, 2022). Secara keseluruhan, pemenuhan aspek kualitas dan kuantitas pakan ini harus diperhatikan karena tidak hanya memengaruhi pertumbuhan larva secara fisik, tetapi juga menentukan keberhasilan perkembangan serta kapasitas reproduksi dari ulat sutra eri (*Samia ricini*) di masa mendatang (Derara *et al.*, 2020).

Pertumbuhan dan perkembangan ulat sutra eri dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama suhu dan kelembapan, dengan kisaran optimal masing-masing sekitar $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ dan $75\pm 5\%$ (Hussain *et al.*, 2011). Pada penelitian ini, suhu pemeliharaan berada pada rerata $25,47^{\circ}\text{C}$ yang masih termasuk dalam kisaran optimal, sehingga tidak menghambat proses metabolisme, pertumbuhan, maupun perkembangan larva. Suhu yang sesuai berperan dalam menjaga aktivitas enzim dan proses fisiologis tetap stabil, sehingga larva dapat tumbuh secara optimal hingga fase pembentukan kokon. Sementara itu, kelembapan udara tercatat sebesar 87,12%, yang berada di atas kisaran ideal.

Peningkatan kualitas kesehatan serta pencegahan defisiensi nutrisi pada suatu organisme dapat dilakukan secara optimal melalui metode fortifikasi. Secara prinsip, fortifikasi dilakukan dengan menambahkan nutrisi tambahan seperti protein, vitamin, mineral, maupun nutrien penting lainnya ke dalam sumber pakan. Dalam budidaya ulat sutra eri, teknik ini terbukti mampu mengoptimalkan performa biologis ulat melalui pakan yang diberikan. Salah satu faktor yang menentukan banyak sedikitnya pakan yang masuk ke dalam tubuh ulat adalah keberadaan fagostimulan (Shifa *et al.*, 2014). Fagostimulan dapat berupa asam amino, vitamin, atau senyawa kimia tertentu yang secara alami terdapat dalam bahan pakan yang bertindak sebagai pemacu kuantitas konsumsi larva.

Implementasi fortifikasi menjadi langkah yang sangat penting bagi pembudidaya saat menggunakan daun ketela pohon sebagai alternatif pakan utama, mengingat adanya kebutuhan nutrisi khusus yang wajib dipenuhi bagi pertumbuhan ulat sutra eri. Modifikasi kandungan nutrisi pada pakan ini merupakan sebuah strategi terencana untuk menjamin agar pakan alternatif yang diberikan tetap memiliki nilai nutrisi yang lengkap dan menyeluruh (Primavera, 2016).

4.2.2. Kelayakan *Book Chapter*

Book chapter dengan judul “Fortifikasi Kacang Hijau (*Vigna radiata*) dan Vitamin C pada Daun Ketela Pohon (*Manihot esculenta*) terhadap Ulat Sutra Eri (*Samia ricini*)” disusun sebagai bentuk pemanfaatan hasil penelitian agar bermanfaat sebagai bahan bacaan dan referensi bagi masyarakat.

Kelayakan *book chapter* dievaluasi melalui proses validasi yang melibatkan tiga kelompok validator, yaitu ahli materi, ahli media, dan pengguna. Validator ahli materi dan ahli media merupakan dosen Program Studi S1 Pendidikan Biologi, sedangkan validator pengguna berasal dari kalangan masyarakat. Berdasarkan hasil penilaian, *book chapter* memperoleh skor kelayakan sebesar 87,8 yang termasuk dalam kategori sangat layak. Selain memberikan penilaian, para validator juga menyampaikan berbagai komentar dan saran sebagai masukan untuk penyempurnaan *book chapter*. Rangkuman komentar dan saran dari seluruh validator disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Komentar dan Saran Validator

No	Validator	Komentar Umum dan Saran
1	Ahli Materi	Secara umum, buku ini sudah baik dan layak. Materi disusun dengan runtut dengan referensi yang cukup, serta mengangkat topik yang bermanfaat bagi pengembangan budidaya ulat sutra eri, namun perlu penyempurnaan terutama pada konsistensi data hasil penelitian
2	Ahli Media	Sudah baik, sudah lengkap. Warna dan teks sudah proporsional
3	Pengguna	Isi dari <i>book chapter</i> ini sangat memberikan manfaat bagi para pembacanya, khususnya bagi masyarakat pembudidaya ulat sutra eri. Isi dari <i>book chapter</i> juga sangat baik dengan bahasa yang lugas dan baku, saran <i>font</i> dan <i>type font</i> judul disesuaikan kembali.

Berdasarkan Tabel 4.7, hasil penilaian dari para validator menunjukkan bahwa *book chapter* memiliki tingkat kelayakan yang sangat baik ditinjau dari aspek materi, media, serta manfaatnya bagi masyarakat. Meskipun telah memenuhi kriteria sangat layak, beberapa masukan dan saran yang diberikan oleh para validator tetap dijadikan dasar untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan terhadap *book chapter*. Revisi tersebut bertujuan untuk meningkatkan kualitas isi maupun penyajiannya sehingga menghasilkan produk yang lebih optimal.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai fortifikasi daun ketela pohon (*Manihot esculenta*) menggunakan kacang hijau dan vitamin C terhadap performansi ulat sutra eri (*Samia ricini*), diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- a. Fortifikasi daun ketela pohon dengan kacang hijau memberikan pengaruh signifikan terhadap performansi (pertumbuhan dan perkembangan) ulat sutra eri yang ditunjukkan melalui parameter berat kokon, berat kulit kokon, lebar bentangan sayap, lama perkembangan telur hingga imago, lama hidup imago, mortalitas larva, fekunditas, dan daya tetas. Dan pengaruh tidak signifikan ditunjukkan melalui parameter *shell ratio*.
- b. Perlakuan paling efektif diperoleh pada P3 dengan konsentrasi kacang hijau 3% dan vitamin C 0,75 g, yang menghasilkan rerata berat kokon $1,779 \pm 0,295$ g, berat kulit kokon $0,261 \pm 0,066$ g, *Shell ratio* $14,95 \pm 3,934\%$, lebar bentangan sayap $12,51 \pm 0,600$ cm, lama perkembangan telur hingga pupa $41,10 \pm 0,61$ hari, lama hidup imago $5,00 \pm 0,00$ hari, mortalitas larva 0%, fekunditas $315,00 \pm 19,49$ butir, dan daya tetas $91,21 \pm 5,19\%$.
- c. *Book chapter* yang disusun sangat layak digunakan sebagai sumber bacaan karena berdasarkan uji validitas memperoleh nilai sebesar 87,8.

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya diperlukan penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan kacang hijau sebagai pakan ulat sutra eri, terutama menemukan konsentrasi yang optimal sehingga dapat menghasilkan formulasi pakan yang lebih efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan ulat sutra eri.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Baki, M. A., Lee, D. W., Jung, J. K., & Kim, Y. (2019). Insulin signaling mediates previtellogenic development and enhances juvenile hormone-mediated vitellogenesis in a lepidopteran insect, *Maruca vitrata*. *BMC Developmental Biology*, 19, Article 14. <https://doi.org/10.1186/s12861-019-0194-8>
- Aneesha, U., & Sreeranjit Kumar, C. V. (2022). Foliar supplementation of ascorbic acid modulates biochemical performance of silkworm, *Bombyx mori* under thermal stress. *Journal of Thermal Biology*, 103, 103163. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103163>
- Arisanti, A. Z., Jannah, M., & Ramadhani, D. (2023). Effectiveness of green beans (*Vigna radiata*) in increasing hemoglobin levels in pregnant women: Literature review. *Jurnal Ilmiah Bidan*, 7(3). <https://doi.org/10.61720/jib.v7i3.399>
- Arnoldi, A., Bendini, A., , Y., Violina, V., Putri, C., & Lay, B. (2023). Branched Chain Amino Acid Content and Antioxidant Activity of Mung Bean Tempeh Powder for Developing Oral Nutrition Supplements. *Foods*, 12 (14), 2789. <https://doi.org/10.3390/foods12142789>.
- Barid, S. S. A. Q., Prihatin, J., Suratno, Pujiastuti, Savira, N. I, I., S., Hariani, A, Mudakir, I., Asyiah, I, N.,Wahyuni, D., Novenda, I. L., Siswati, B.H.,Fiarani, H. S., Dewi, S. S., Jamal, N. Z., Irfan, N. M., dan Rusgianto, A.H. (2021). *Budidaya Ulat Sutra Eri*. Jember: Inti Karya Aksara.
- Birari, V. V., Siddhapara, M. R., & Patel, D. H. (2019). Biology of eri silkworm, *Samia ricini* (Donovan) on castor, *Ricinus communis* L. *Entomon*, 44(3), 229-234. <https://doi.org/10.33307/entomon.v44i3.469>
- Borah, S. D., Saikia, M., & Boro, P. (2020). Rearing performance of two selected eco-races of Eri silkworm (*Samia ricini* Donovan) fed with Castor and Borpat leaves during spring and autumn season in Assam. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(3).
- Boro, R. C., Jayakumar, S. & Kalaimohan, S. (2019). Effect of Thermal Stress on Cocoon Commercial Characters of Different Ecoraces of Eri Silkworm. *Life Science Informatics Publication*, 5(3), 552-559. <https://doi.org/10.26479/2019.0503.45>
- Carr, A. C., & Maggini, S. (2017). *Vitamin C and immune function*. *Nutrients*, 9(11), 1211. <https://doi.org/10.3390/nu9111211>

- Chakrabarty, S., & Kaliwal, B. B. (2012). Application of arginine, histidine and their mixture on economic traits of the silkworm, *Bombyx mori* L.. *DAV International Journal of Science*, 1(2), 107-111.
- Chapman, R.F. (2013). *The Insects: Structure and Function*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139035460>
- Cholifah, N., Widiyaningrum, P., & Indriyanti, D. R. (2012). Pertumbuhan, viabilitas dan produksi kokon ulat Sutra yang diberi pakan buatan berpengawet. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 4(1), 47-52. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v4i1.2268>
- Chutia, P., Kumar, R., & Khanikar, D. P. (2014). Host plants relationship in terms of cocoon colour and compactness of Eri silkworm (*Samia ricini*). In *Biological Forum*, 6(2), 340-343.
- Das, T., & Das, M. (2018). Biology of Philo*Samia ricini* on host plant *Ricinus communis*. *Ijrar-International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR)*, 5(4), 354-362 <https://doi.org/10.1729/Journal.18582>
- Deuri, J., Barua, P. K., Sarmah, M. C., & Ahmed, S. A. (2017). Biochemical attributes of castor and tapioca leaves, the promising food plants of eri silkworm (*Samia ricini* Donovan). *International Journal of Ecology and Ecosolution*, 4(1), 1-4. <https://doi.org/10.30918/IJEE.41.17.012>
- Dong, Z., Xia, Q., & Zhao, P. (2023). Antimicrobial components in the cocoon silk of silkworm, *Bombyx mori*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 224, 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.10.103>
- Ferdous, T., Hossain, M. A., & Rahman, S. M. (2016). Effect of vitamin supplementation on growth and economic traits of silkworm (*Bombyx mori* L.). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(5), 579–583.
- Fitriyah, L. A., & Wardana, H. K. (2020). *Textbook on Material Classification and its Change Based on STEM Approach*. In *3rd International Conference on Learning Innovation and Quality Education (ICLIQE 2019)*. 988-998. Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200129.122>
- Gururaj, Kumar, K. P., & Naika, R. (2017). Rearing performance of eri silkworm, *Samia cynthia ricini* (Boiduval) (Lepidoptera: Saturniidae) on cultivars of castor. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(5), 816–821.
- Hailu, E., Zhang, Y., & Ayalew, W. (2018). Determination of optimal temperature for production of quality eri silkworm cocoon and seed. *Agricultural Research and Technology*, 17(3). <https://doi.org/10.19080/ARTOAJ.2018.17.556023>
- Hartati, H., Aryanti, S., Azhar, S., & Asrul, M. (2024). *Pertumbuhan dan Perkembangan Motorik*. Bening Media Publishing.

- Hussain, M., Khan, S. A., Naeem, M., Aqil, T., Khursheed, R., & Mohsin, A. U. (2011). Evaluation of silkworm lines against variations in temperature and relative humidity for various parameters of commercial cocoon production. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2011, Article 145640. <https://doi.org/10.1155/2011/145640>
- Indonesia, LIPI. (2012). *Pedoman Karya Tulis Ilmiah*. Peraturan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Nomor, 4.
- Ito, T. (1961). Nutrition of the silkworm, *Bombyx mori*. IV. *Effects of ascorbic acid*. *Bulletin of the Sericultural Experiment Station*, 17, 119-136.
- Johnson, Q., Mannar, V., & Ranum, P. (2004). *Fortification Hand Book: Vitamin and Mineral Fortification of Wheat Flour and Maize Meal*. US: The Micronutrient Initiative.
- Kaewkam, A., Sornchai, P., Chanprame, S., & Lamtham, S. (2021) Utilization of *Spirulina maxima* to Enhance Yield And Cordycepin Content in *Cordyceps militaris* Artificial Cultivation. *Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, 27(1), 1-14.
- Kim, C., Jeon, S., Jo, Y., & Ha, J. (2025). Amino acids and BCAA composition of Mungbean (*Vigna radiata* L.) seeds and sprouts for plant-based protein applications. *Scientific Reports*, 15. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-12413-9>.
- Kumar, A., Verma, D. K., Kumar, A., Kumar, N., & Ramamoorthy, D. (2019). Influence of *Spirulina* on Food Consumption and Efficiency of *Bombyx mori* L. Bivoltine Hybrid race (CSR2 X CSR4). *International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR)*, 6(1), 722-740
- Kumar, R., & Elangovan, V. (2010). Assessment of the volumetric attributes of eri silkworm (*Philosamia ricini*) reared on different host plants. *International Journal of Science and Nature*, 1(2), 156-160.
- Kunz, R. I., Brancalhão, R. M. C., Ribeiro, L. F. C., & Natali, M. R. M. (2016). Silkworm sericin: Properties and biomedical applications. *BioMed Research International*, 2016, Article 8175701. <https://doi.org/10.1155/2016/8175701>
- Latif, S., & Müller, J. (2015). Potential of cassava leaves in human nutrition: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 44(2), 147–158. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.006>
- Lisa, C. (2019). Karakteristik Kokon Ulat Sutra Eri (*Samia cynthia ricini*) Berdasarkan Corak Tubuh Ulat yang Berbeda. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Mahelingga, Dhevi Enlivena Irene Restia. (2024). Analisis layout book chapter sebagai upaya standardisasi dan strategi penyebarluasan. *Jurnal Desain*, 12(1), 91–102. <https://doi.org/10.30998/jd.v12i1.20980>
- Masthan, K., Rajkumar, T., & Murthy, C. V. N. (2017). Studies on Fortification of Mulberry Leaves With Probiotics For Improvement of Silk Quality. *International Journal of Biotechnology and Biochemistry*, 13(1), 73-80.
- Maulidiyah, F. (2023). Fortifikasi Daun Ketela Pohon (*Manihot esculenta* C.) menggunakan Spirulina terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Ulat Sutra Eri (*Samia cynthia ricini* D.) (LEPIDOPTERA: SATURNIIDAE) serta Pemanfaatannya sebagai *Book Chapter*. Skripsi, Universitas Jember.
- Mubin, N., Krisnadi, M. R., Santoso, T., & Kurniawati, F. (2022). Biologi ngengat *Galleria mellonella* (Linn.) (Lepidoptera: Pyralidae) pada beberapa jenis pakan buatan. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 19(3), 243-254. <https://doi.org/10.5994/jei.19.3.243>
- Nurkomar, I., & Trisnawati, D. W. (2021). Pelatihan Manajemen Populasi Ulat Sutra *Samia cynthia* Melalui Rekayasa Siklus Hidup. *Prosiding Seminar Nasional Program Pengabdian Masyarakat*, 4, 1-5. <https://doi.org/10.18196/ppm.44.585>
- Nurkomar, I., Trisnawati, D. W., & Arrasyid, F. (2020). Life Cycle and Survivorship of Eri Silkworm, *Samia cynthia ricini* Boisduval (Lepidoptera: Saturniidae) on Three Different Cassava Leaves Diet. *Serangga*, 27(1), 94-105.
- Nurkomar, I., Trisnawati, D. W., & Tedy, M. H. (2022). Effect of different diet on the survivorship, life cycle, and fecundity of eri silkworm *Samia cynthia ricini* Boisduval (Lepidoptera: Saturniidae). *The Canadian Entomologist*, 154(4), e35. <https://doi.org/10.4039/tce.2022.25>
- Nursita, I. W. (2011). Perbandingan produktifitas ulat Sutra dari dua tempat pembibitan yang berbeda pada kondisi lingkungan pemeliharaan panas. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan (Indonesian Journal of Animal Science)*, 21(3), 11-17.
- Pallabi, K., & Sharma, S. (2017). Eri silkworm Rearing and Comparative Analysis of It Economic Parameter Based on Different Food Plants in Deosal Village, Mayong Block, Morigaon District Assam India. *International Journal of Science and Research*, 5(6), 1737-1740
- Philip, T., Somaprasakash, D. S., & Qadri, S. M. H. (2009). Effect of Fortification of Castor (*Ricinus communis* L.) Leaves With plant extracts on the biological performance of eri silkworm, 48(2), 191-193.
- Prihatin, J. (2010). *Sains Polusi: Dampak Hujan Asam terhadap Budidaya Ulat Sutra*. Malang: UM Press.

- Primavera, N. (2016). Fortifikasi Ganda Zat Gizi Mikro (Iodium dan Asam Folat) Pada Produk Mie Kering Tepung Sukun. *Thesis*. Pasundan; Fakultas Teknik Unpas
- Ramadhana, R. F. (2023). Fortifikasi Daun Ketela Pohon (*Manihot esculenta*) menggunakan Vitamin C terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Ulat Sutra Eri (*Samia cynthia ricini* D.) (Lepidoptera: Saturniidae) serta Pemanfaatannya sebagai *Book Chapter*. *Skripsi*. Jember; Universitas Jember.
- Reddy, D. N. R, M. Goeda, and K. C. Narayanaswamy. (2002). *Ericulture: An Insight*. India: Zen Publishers.
- Reffiane, F., Sudarmin, Wiyanto, dan Saptono S. (2021). *Penerapan Model Hybrid Learning Berpendekatan Etno-Stem 2*. Pekalongan: PT. Nasya Expanding Management.
- Saranya, M., Krishnamoorthy, S. & Muruges, K. (2019). Fortification of mulberry leaves with indigenous probiotic bacteria on larval growth and economic traits of silkworm (*Bombyx mori* L.). *Journal Entomology Zoology Studies*, 7(4), 780-784.
- Sarkar, B. N., Sarmah, M. C., Dutta, P., & Dutta, K. (2012). Embryo isolation and egg preservation technology of eri silkworm *Samia ricini* (Donovan) (Lepidoptera: Saturniidae). *Munis Entomolgy & Zoology*, 7(2), 792-797.
- Setiawan, A. I., & Fitasari, E. (2018). Pengaruh perbedaan tiga jenis daun ketela pohon terhadap konsumsi dan konversi pakan ulat sutra *Samia cynthia*. *Jurnal Ternak Tropika: Journal of Tropical Animal Production*, 19(1), 32–37. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2018.019.01.5>
- Shifa, K., E. Getu, dan W. Sori. 2014. Rearing Performance of Eri-Silkworm (*Samia cynthia* Boisduval) (Lepidoptera: Saturniidae) Fed With Different Castor Genotypes. *Journal of Entomology*. 11(1): 25-33. <https://doi.org/10.3923/je.2014.25.33>
- Udayan, A., & Kumar, C. (2022). Does feeding of silkworm *Bombyx mori* on supplementing vitamin C under thermal stress affect its performance *International Journal of Tropical Insect Science*. <https://doi.org/10.1007/s42690-022-00901-8>
- Windayani N. L. I., Widyastuti, A., Herlina, E. S., Chamidah, D., Yusuf, R. N., Weya, I., Arini, D. A., Prihatmojo, A., & Karwanto, K. (2021). *Pengantar Teori Perkembangan Peserta Didik*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Wu, Z., Yang, L., He, Q., & Zhou, S. (2021). Regulatory mechanisms of vitellogenesis in insects. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 8, Article 593613. <https://doi.org/10.3389/fcell.2020.593613>

Yadav, G. S., & Bagdi, D. L. (2015). Biochemical composition of silk gland and its relationship with cocoon quality in silkworm. *Indian Journal of Applied Research*, 5(7), 486–489.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

- Lampiran 1. Matriks Penelitian
- Lampiran 2. Dokumentasi kegiatan
- Lampiran 3. Tabel Hasil Pengamatan
- Lampiran 4. Hasil Uji Berat Kokon
- Lampiran 5. Hasil Uji Berat Kulit Kokon
- Lampiran 6. Hasil Uji *Shell Ratio*
- Lampiran 7. Hasil Uji Lebar Bentangan Sayap
- Lampiran 8. Hasil Uji Lama Perkembangan Telur-Pupa
- Lampiran 9. Hasil Uji Lama Hidup Imago
- Lampiran 10. Hasil Uji Fekunditas
- Lampiran 11. Hasil Uji Daya Tetas
- Lampiran 12. Bagian Isi *Book Chapter*
- Lampiran 13. Lembar Validator *Book Chapter*
- Lampiran 14. Komentar *Book Chapter*

