



Dr. Abdu Mas'ud, S.Pd., M.Pd.

Prof. Dr. Duran Corebima Aloysius, M.Pd.

Prof. Dr. agr. Mohamad Amin, S.Pd., M.Si.

Dr. Fatchur Rohman, M.Si.

KUPU-KUPU ENDEMIK PULAU BACAN *Ornithoptera croesus*

DAN STRATEGI KONSERVASINYA

(Suatu Hasil Pengembangan Buku Berbasis Riset)



Editor: Dr. Sundari, S.Pd., M.Pd.

**KUPU-KUPU ENDEMIK PULAU
BACAN**

Ornithoptera croesus

**DAN STRATEGI
KONSERVASINYA**

**(SUATU HASIL PENGEMBANGAN BUKU BERBASIS
RISET)**



Abdu Mas'ud
A.D Corebima
Mohamad Amin
Fatchur Rohman

**Lembaga Pendidikan dan Pelatihan
Balai Insan Cendekia
2020**

**Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan *Ornithoptera croesus*
dan Strategi Konservasinya**

Abdu Mas'ud-A.D Corebima-Mohamad Amin-Fatchur

Copyright © 2019 by Abdu Mas'ud-A.D Corebima-Mohamad Amin-Fatchur

Diterbitkan oleh:

LPP Balai Insan Cendekia

Perum BTI No 53

Kabupaten Solok – Sumatera Barat

Tel +62813 7272 5118

Tel +62822 6890 0329

Email : penerbitbic@gmail.com

Website : www.insancendekiamandiri.co.id

: www.adhanmedia.id

Penyunting : Dr. Sundari, S.Pd., M.Pd.
Tim Insan Cendekia

Tata letak : @Teamminang

Desain Cover : Adhan Chaniago

iv, 217 hlm, 14,8 × 21 cm

Cetakan pertama, Januari 2020

Terbit : Desember, 2019

ISBN : 978-623-7139-94-2

Hak Cipta dilindungi undang-undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta, Pasal 72.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dengan bentuk dan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Belajar menjadi penulis dan peneliti adalah sebuah perjalanan panjang dan kompleks, yang penuh suka duka dan tantangan. Perjalanan itu dimulai dengan pengalaman yang dimiliki bersama dengan sesama peneliti, sesama penulis dan kolega kita, dilanjutkan dengan ilmu pengetahuan yang didapatkan selama bertahun-tahun baik secara formal maupun non formal.

Penulisan buku “Kupu-kupu endemik pulau Bacan *Ornithoptera croesus* (hasil riset dan strategi konservasinya).” Merupakan penulisan buku pertama kupu-kupu endemik yang tersebar di kepulauan Maluku Utara. Buku ini diperuntukkan bagi peneliti/pemerhati konservasi kupu-kupu, masyarakat akademik, pemerintah terkait dan masyarakat pada umumnya, untuk dapat digunakan sebagai buku referensi ilmu pengetahuan entomologi. Ada beragam organisme endemik lokal di kepulauan Maluku Utara baik flora maupun fauna, salah satu di antaranya adalah kupu-kupu endemik antar pulau di Maluku Utara yaitu pada kupu-kupu *Birdwing* termasuk *familia Papilionidea Genus Ornithoptera Spesies Ornithoptera croesus*.

Sudah banyak penulisan buku Ordo Lepidoptera (kupu-kupu endemik yang tersebar di Indonesia) baik pada kupu-kupu siang (*Rhopalocera*) maupun kupu-kupu malam/ngengat (*Heterocera*). Namun sampai saat ini

penulisan buku terdahulu masih kurang mengungkapkan penulisanya secara spesifik pada kupu-kupu tertentu misalnya kupu-kupu *Ornithoptera croesus* secara detail pengkajiannya tentang variasi karakter morfologi, karakter genetik, diversitas intraspecies, hubungan kekerabatan antar individu sesama spesies *O. croesus* (intraspecies). Oleh karena itu, melalui buku ini penulis akan memberikan gambaran yang lebih rinci (spesifik) tentang karakter morfologi dan karakter molekuler *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan. Di samping itu juga kita akan mengenal kupu-kupu ini melalui “**pengenalan kupu-kupu *Ornithoptera Croesus*,**” dan “**ancaman kepunahan serta strategi konservasinya.**” Sehingga kehadiran buku ini diharapkan dapat melengkapi dan sekaligus memperkaya khasanah ilmu pengetahuan khususnya bidang entomologi dan konservasi berbasis sumber daya lokal.

Dalam penyusunan buku ini, penulis telah berusaha melakukan pengkajian dan penelusuran yang mendalam serta berusaha untuk menyampaikan materi secara lengkap dan sistematis, namun begitu penulis selalu terbuka atas saran maupun kritik yang bertujuan untuk peningkatan kualitas buku ini. Bagi pembaca yang ingin memberi saran atau kritik bisa menghubungi melalui e-mail: abdu_unk@yahoo.co.id atau masudabdu.unk05@gmail.com. Harapan penulis semoga

buku ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan serta pengetahuan pembaca, khususnya dalam bidang Entomologi.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada: keluarga besar penulis yang telah banyak memberikan dukungan baik moril dan spiritual serta semangat pantang menyerah untuk berkarya dalam menyelesaikan buku ini, tak lupa penulis juga menghaturkan terimakasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam proses penulisan buku ini yang merupakan salah satu dari produk buku tentang kupu-kupu endemik pulau Maluku Utara berbasis riset. Penulis mengucapkan terimakasih kepada: Ibu Dr. Sundari, S.Pd., M.Pd., selaku editing pada buku ini, Bapak Dr. Bagyo Yanuwiyadi, M.Si sebagai reviwer dan ahli Ekologi/Entomologi, kolega praktisi lapangan dan semua teman-teman program doktor pendidikan biologi PPS Universitas Negeri Malang (UM) serta teman sejawat peneliti di Universitas Khairun Ternate.

Ternate-Malang, 2019

Penulis

Daftar Isi

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR IS	iv
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I. Pendahuluan	1
BAB II. Habitat Kupu-Kupu <i>Ornithoptera croesus</i> di Kawasan Cagar Alam Gunung Sibela Pulau Bacan.....	5
A. Pengantar	5
B. Habitat <i>Ornithoptera croesus</i> di Kawasan Cagar Alam Gunung Sibela	8
BAB III. Pengenalan <i>Ornithoptera croesus</i> (Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan)	25
A. Pengantar	25
B. Klasifikasi <i>Ornithoptera croesus</i>	27
C. Siklus hidup dan metamorfosis <i>Ornithoptera croesus</i>	32
BAB IV. Karakteristik Morfologi <i>Ornithoptera croesus</i> (Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan)	56
A. Pengantar.....	56
B. Mengenal karakteristik morfologi <i>Ornithoptera croesus</i>	63
C. Mengenal karakteristik warna <i>Ornithoptera croesus</i>	86
D. Pengaruh Lingkungan Terhadap Morfologi Kupu-Kupu <i>Ornithoptera croesus</i>	96
BAB V. Karakteristik Molekuler RAPD <i>Ornithoptera croesus</i>	103
A. Pengantar	103

B. Mengenal Karakteristik <i>Ornithoptera croesus</i> Secara Molekuler RAPD	108
BAB VI. Teknik Sampling dan Analisa Data dalam Penelitian Deskriptif Eksploratif dan Molekuler-RAPD	117
A. Pengantar	117
B. Teknik Sampling dalam Penelitian Deskriptif	120
1. Pengambilan Sampel secara Acak (Random Sampling)	120
2. Pengambilan Sampel yang Bertujuan (Purposive Sampling)	122
3. Pengambilan Sampel pada Wilayah atau Sampling Daerah (Area Sampling)	123
4. Metode morfometrik	125
5. Teknik penanda molekuler PCR	133
C. Macam-Macam Analisa Data Secara Ekologi...	135
1. Analisis Indeks Keanekaragaman	135
2. Analisis Kelimpahan	136
3. Analisis Distribusi	136
D. Program Analisa Data Statistik Secara Morfometrik dan Molekuler RAPD.....	137
1. Program/Analisis <i>Multivariate Statistical Package</i> (MVSP) 3.22	137
2. Program Analisis PAST (<i>Paleontological Statistics</i>)	142
BAB VII. Ancaman Kepunahan dan Strategi Konservasi Kupu-Kupu <i>Ornithoptera croesus</i>	147
A. Pengantar.....	147
B. Ancaman Kepunahan <i>Ornithoptera croesus</i> Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan.....	148
C. Strategi Konservasi <i>Ornithoptera croesus</i> Kupu-kupu Endemik Pulau Bacan.....	155

D. Status Konservasi <i>Ornithoptera croesus</i> Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan	157
E. Strategi Konservasi <i>In situ</i> <i>Ornithoptera croesus</i> Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacam	165
DAFTAR PUSTAKA.....	169
BIOGRAFI PENULIS	183
DAFTAR ISTILAH (GLOSARIUM)	189
HALAMAN INDEKS	202

Daftar Tabel

1. Data pengukuran morfometrik *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan75
2. Data Kemiripan Karakter Morfologi *O. croesus* Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan dari Ketinggian 20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl, dan 800m dpl77
3. Deskripsi Warna Tiap Bagian Tubuh dan Pola Warna Sayap *O. croesus* Jantan dan Betina88
4. Data Primer RAPD, Urutan dan *Polymorphic % O. croesus* Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan dari Ketinggian 20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl, dan 800 m dpl berdasarkan Kehadiran Pola Pita DNA-RAPD yang dianalisis dengan Metode UPGMA 110
5. Kesamaan Matriks *O. croesus* Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan dari ketinggian 20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl, dan 800 m dpl berdasarkan Kehadiran Pola Pita DNA-RAPD yang dianalisis dengan Metode UPGMA 112
6. Status Konservasi *O. croesus* Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan 157
7. Kondisi Habitat dan Jumlah Individu *O. croesus* pada 4 Lokasi Penelitian 164

Daftar Gambar

1. Peta pulau Bacan Kab. Halmahera Selatan..... 9
2. Peta kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan .11
3. Peta lokasi habitat/hospot *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan.....14
4. *O. croesus* jantan dan betina sedang mengisap nektar mussaenda di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan15
5. *O. croesus* jantan dan betina sedang mengisap nektar asoka berwarna kuning dan asoka berwarna merah di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan15
6. Tumbuhan Mussaenda pakan pada *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan17
7. Tumbuhan Asoka sebagai pakan *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan17
8. Pohon Gosale (*Octomyrtus lanceolante*) sumber pakan *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan18
9. Habitat/hospot *O. croesus* di aliran sungai di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan (200 mdpl)19
10. Hospot *O. croesus* di hutan produksi konversi kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan (400 mdpl)20
11. Hospot *O. croesus* di hutan lindung kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan (800 mdpl)20
12. *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan.....30
13. *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan.....30
14. Perkawinan *O. croesus* dalam reproduksi seksual.....36
15. Telur *O. croesus* (tahapan pertama dalam siklus hidupnya)37

16. Telur <i>O. croesus</i> menetas menjadi ulat <i>O. croesus</i> ...	38
17. Larva/Ulat <i>O. croesus</i>	40
18. Jumlah duri dan jumlah tiga pasang calon kaki serta lima pasang daging kecil berstruktur larva <i>O. croesus</i>	42
19. larva <i>O. croesus</i> berputar dan menggantung kepala di bawah dalam bentuk seperti huruf "J"	43
20. Kepompong <i>O. croesus</i>	44
21. Imago <i>O. croesus</i> betina	46
22. Fase perkembangan proses metamorfosis sempurna <i>O. croesus</i>	50
23. Skema siklus hidup kupu-kupu	52
24. Pengukuran seluruh tubuh <i>O. croesus</i>	64
25. Pengukuran caput <i>O. croesus</i>	65
26. Pengukuran torax <i>O. croesus</i>	65
27. Pengukuran abdomen <i>O. croesus</i>	66
28. Pengukuran bentangan sayap atas <i>O. croesus</i>	67
29. Pengukuran sayap depan <i>O. croesus</i>	68
30. Pengukuran sayap belakang <i>O. croesus</i>	70
31. Pengukuran kaki depan <i>O. croesus</i>	70
32. Pengukuran kaki tengah <i>O. croesus</i>	71
33. Pengukuran kaki belakang <i>O. croesus</i>	71
34. Pengukuran antena <i>O. croesus</i>	72
35. Pengukuran probosis <i>O. croesus</i>	72
36. Mata kiri & mata kanan <i>O. croesus</i>	78
37. Data dendrogram <i>O. croesus</i> kupu-kupu endemik pulau Bacan Dari ketinggian 20 mdpl, 200 mdpl, 400 mdpl, dan	

- 800 mdpl berdasarkan karakter morfologi yang dianalisis dengan metod PGMA.....79
38. Karakter warna sayap *O. croesus* betina bagian bawah yang memiliki beberapa bintik putih keemasan dan ada yang memiliki beberapa bintik putih dan kuning keemasan90
39. Karakter warna *O. croesus* betina yang mengalami warna sayap coklat pucat pada seluruh permukaan warna sayapnya91
40. Karakter warna *O. croesus* betina yang mengalami warna sayapnya terdapat bintik putih keemasan yang menyambung langsung ke bintik kuning keemasan92
41. Karakter warna *O. croesus* betina yang mengalami warna sayapnya terdapat variasi bercak warna bintik-bintik putih pada sayap depan bagian bawah.....93
42. Analisis faktor lingkungan berdasarkan Priciple Componen Analysis (PCA) Pada hotspot *O. croesus* di ketinggian tempat97
43. RAPD pola pita 8 individu *O. croesus* kupu endemik pulau Bacan dengan primer OPA 3-20..... 112
44. Dendrogram *O. croesus* kupu endemik pulau Bacan dari ketinggian 20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl, dan 800 m dpl berdasarkan kehadiran pola pita DNA-RAPD yang dianalisis dengan metode UPGMA..... 113
45. Teknik pengambilan sampel secara acak (random sampling) pada kupu-kupu *O. croesus* 122
46. Skema *O. croesus* yang menunjukkan ciri-ciri morfometrik dan ukuran yang digunakan dalam identifikasi. (a. PST; b. PC; c. PTh; d. Pabd) 126
47. Skema *O. croesus* yang menunjukkan ciri-ciri morfometrik dan ukuran yang digunakan dalam identifikasi. (e. Pbsi; f. Pbsa)..... 127

48. Skema *O. croesus* yang menunjukkan ciri-ciri morfometrik dan ukuran yang digunakan dalam identifikasi. (g. PAi; h. PAa) 127
49. Skema *O. croesus* yang menunjukkan ciri-ciri morfometrik dan ukuran yang digunakan dalam identifikasi. (i. RS; j. PSDi; k. PSDa; l. LSDi; m. LSDa) 128
50. Skema *O. croesus* yang menunjukkan ciri-ciri morfometrik dan ukuran yang digunakan dalam identifikasi (n. PSBi; o. PSBa p. LSBi q. LSBa) 129
51. Skema *O. croesus* yang menunjukkan ciri-ciri morfometrik dan ukuran yang digunakan dalam identifikasi (r. PKDi; s. PKDa; , t. PKTi; u. PKTa; v. PKBi; w. PKBa)..... 130
52. Karakter morfologi *O. croesus* ♂ yang diukur 131
53. Karakter morfologi *O. croesus* ♀ yang diukur 131
54. Karakter venasi sayap *O. croesus* ♂ yang diukur ... 132

BAB I

Pendahuluan

Kepulauan Maluku Utara adalah salah satu titik pengamatan dalam ekspedisi Wallace pada tahun 1869 (“Malay Archipelago expedition”). Salah satu wilayah dalam cakupan ekspedisi Wallace yaitu pulau Bacan di Halmahera Selatan. Temuan menarik Wallace pada ekspedisi tersebut adalah spesies kupu-kupu *familia papilionidae* yang disebutkan sebagai **Wallace's Golden Birdwing**. *Famili Papilionidea* memiliki beberapa genus yang tersebar dan endemik di Maluku Utara diantaranya; *Graphium*, *Ornithoptera*, *Papilio* dan *Troides*. Salah satu spesies yang ditemukan oleh Alfred Russell Wallace pada tahun 1859 adalah kupu-kupu dari *genus Ornithoptera* (*O. croesus*) dan diberi nama *croesus* yang diambil dari nama seorang raja mitologis terkenal karena kekayaannya. Wallace menyebutkan kupu-kupu *O. croesus* ini berasal dari Australasia/Indomalaya ecozone (Australia), merupakan salah satu spesies sumber daya genetik, spesies endemik pulau Bacan kabupaten Halmahera Selatan (Collins & Morris 1987). Kupu-kupu *O. croesus* itu sendiri dikatakan oleh wallace dalam bukunya berjudul “*The Malay Archipelago*” adalah “**kupu-kupu bersayap burung keemasan**” kebanggaan daerah tropis Timur.

Wallace's Golden Birdwing merupakan kupu-kupu endemik antar pulau di Maluku Utara. Dua spesies utama kupu-kupu *Ornithoptera spp* yaitu *Ornithoptera croesus* dan *Ornithoptera aesacus*. Collins & Morris (1985); Wright & Jong (2003) menyatakan bahwa penemu **Wallace's Golden Birdwing** yang tersebar di kepulauan Maluku Utara yaitu: *Ornithoptera croesus* oleh Wallace, 1859, *Ornithoptera croesus lydius* oleh Felder dan Felder, 1865, *Ornithoptera croesus toeante* oleh Parrot dan Schmit, 1894, *Ornithoptera aesacus* oleh Ney, 1903, *Ornithoptera croesus sananaensis* oleh Tsukada & Nishiyama, 1980, *Ornithoptera croesus helius* oleh Kobayasi & Hayami, 1992, dan *Ornithoptera croesus walacii* oleh Deslice, 1993.

Distribusi spasial kupu-kupu *Ornithoptera spp* di kepulauan Maluku Utara yaitu *O. croesus* terdapat dan endemik di pulau Bacan. *O. croesus lydius* terdapat dan endemik di pulau Halmahera Barat, *O. croesus toeante* terdapat dan endemik di pulau Morotai, *O. aesacus* terdapat dan endemik di pulau Obi, *O. croesus. sananaensis* terdapat dan endemik di pulau Sanana, *O. croesus. helius* terdapat dan endemik di pulau Kasiruta, dan *O. croesus. walacii* terdapat dan endemik di pulau Mandioli (Parrott & Schmid, 1984; Collins & Morris, 1985; Matsuka, 2001; Peggie, 2011).

Dari sumber yang sama disebutkan bahwa *genus Ornithoptera* lain yang tidak tersebar di kepulauan Maluku Utara diantaranya *Ornithoptera priamus* (Linnaeus, 1758) terdapat di kepulauan Seram Maluku Tengah, Papua Irian Jaya dan Papua New Guine, *Ornithoptera tithonus* (De Haan, 1840) terdapat di Papua Irian Jaya, *Ornithoptera paradisea* (Staudinger, 1893) terdapat di Papua Irian Jaya dan Papua New Guine, *Ornithoptera goliath* (Oberthur, 1888) terdapat di kepulauan Seram Maluku Tengah, Papua Irian Jaya dan Papua New Guine, *Ornithoptera meridionalis* (Rothschild, 1897) terdapat di Papua Irian Jaya dan Papua New Guine, *Ornithoptera chimaera* (Rothschild, 1904) terdapat di Papua Irian Jaya dan Papua New Guine, dan *Ornithoptera rothschildi* (Kennck, 1911) terdapat di Papua Irian Jaya, (Collins & Morris, 1987; Peggie, 2011).

Buku ini ditulis untuk melengkapi informasi terkini tentang keberadaan dan eksistensi kupu-kupu endemik (*O. croesus*), berdasarkan karakteristik morfologi dan molekuler-RAPD, serta ancaman kepunahan dan status konservasi *O. croesus* pada saat ini. Buku ini merupakan buku referensi yang menyajikan data terkini dari *O. croesus* yang disusun dan dikembangkan berdasarkan hasil penelitian penulis sebagai data primer dan ditunjang dengan informasi ilmiah dari hasil hasil penelitian terkait dalam jurnal dan text books. Penulisan buku ini juga

terinspirasi oleh buku panduan kupu-kupu (Peggei, 2011). Obyek kajian kupu-kupu endemik di kepulauan Maluku Utara yang ditulis dalam buku ini meliputi kupu-kupu *O croesus*. *Croesus* (Bacan) yang dibahas secara mendetail untuk aspek karakter morfologi dan molekuler, serta beberapa kupu-kupu endemik dari *genus Ornithoptera spp* yang terdapat di kepulauan Maluku Utara terutama untuk aspek kajian sebaran dan status konservasinya pada saat ini.

BAB II

Habitat Kupu-Kupu *Ornithoptera croesus* di Kawasan Cagar Alam Gunung Sibela Pulau Bacan

A. Pengantar

Habitat merupakan tempat hidup bagi makhluk hidup. Setiap makhluk hidup memerlukan tempat untuk hidup yang dapat menyediakan makanan, air, tempat berlindung, beristirahat dan berkembang biak sehingga mereka akan menempati suatu habitat yang sesuai dengan kebutuhan hidupnya. Maka dengan demikian habitat adalah hasil interaksi antara komponen biotik dan abiotik, dimana dalam suatu habitat komponen-komponen tersebut akan saling berinteraksi membentuk hubungan yang saling mempengaruhi satu sama lain. Jika habitat mengalami kerusakan baik karena kegiatan manusia seperti konversi habitat alami menjadi lahan pertanian, perkebunan atau pemukiman maupun karena faktor alam, maka satwa seperti kupu-kupu akan kehilangan habitatnya, bahkan keberadaannya di alam menjadi terancam.

Habitat kupu-kupu ditandai dengan tersedianya tumbuhan inang untuk pakan larva, serta tumbuhan penghasil nektar bagi imagonya (Soekardi, 2007).

Apabila kedua tumbuhan ini tersedia di suatu habitat, maka memungkinkan kupu-kupu dapat melangsungkan hidupnya dari generasi ke generasi di habitat tersebut. Bila hanya salah satunya saja yang tersedia, maka kupu-kupu tidak dapat melangsungkan kehidupannya.

Habitat hidup kupu-kupu terbatas pada daerah yang cocok untuk perkembangannya. Kupu-kupu biasanya hidup di tempat lembab yang memiliki banyak vegetasi bunga, badan-badan perairan dan banyak mendapat sinar matahari. Sebagian besar jenis hidup di lahan bera atau menganggur, kebun buah, areal pertanian, hutan primer dan sekunder dari ketinggian 0-2000 mdpl (meter di atas permukaan laut) (Sihombing, 2002).

Ada sumber lain menyatakan bahwa kupu-kupu dapat dijumpai pada hampir semua tipe habitat jika ada tanaman inang yang sesuai untuk jenis-jenis kupu-kupu tersebut. Ada tempat-tempat yang memiliki jenis kupu-kupu yang hanya terdapat di sana, yang dikenal sebagai jenis endemik. Umumnya pembatasan ini terjadi karena lokasi geografis dan isolasi genetika (Peggie & Amir, 2006) serta seleksi habitat (Campbell, 2004).

Umumnya kupu-kupu menyukai habitat dengan kelembaban sekitar 64-94%, seperti daerah pinggir

sungai yang jernih, di bawah tegakan pohon, atau di sekitar gua yang lembab (Achmad, 2002). Sihombing (2002) menjelaskan bahwa kupu-kupu dapat hidup pada kisaran suhu antara 180-380C, dengan kelembapan udara kurang dari 85% dan intensitas cahaya yang cukup agar dapat mengepakkan sayapnya untuk terbang mencari makan dan beraktivitas.

Jika kondisi alam yang tidak sesuai dengan habitatnya, populasi kupu-kupu dapat menurun. Maka kupu-kupu dapat dikategorikan sebagai salah satu indikator lingkungan untuk perubahan kondisi lingkungan yang sedang terjadi. Santosa (2006) mengatakan bahwa habitat adalah totalitas dari lingkungan (abiotik seperti: ruang, tipe substrat atau medium, cuaca/iklim, serta vegetasinya).

Kupu-kupu juga dapat ditemukan pada berbagai jenis hutan dan kebun. Tentunya keanekaragaman tertinggi dijumpai di hutan primer yang menjadi habitat bagi banyak tumbuhan yang menjadi penyedia pakan bagi kupu-kupu. Area tepi hutan dan tepi sungai sering menjadi lintasan terbang kupu-kupu. Ada juga tempat yang dirancang khusus sebagai taman kupu-kupu. Selain di habitat hutan dan taman kupu-kupu, kupu-kupu juga dapat ditemukan di sekitar rumah. Jika pada pekarangan rumah terdapat tumbuhan berbunga

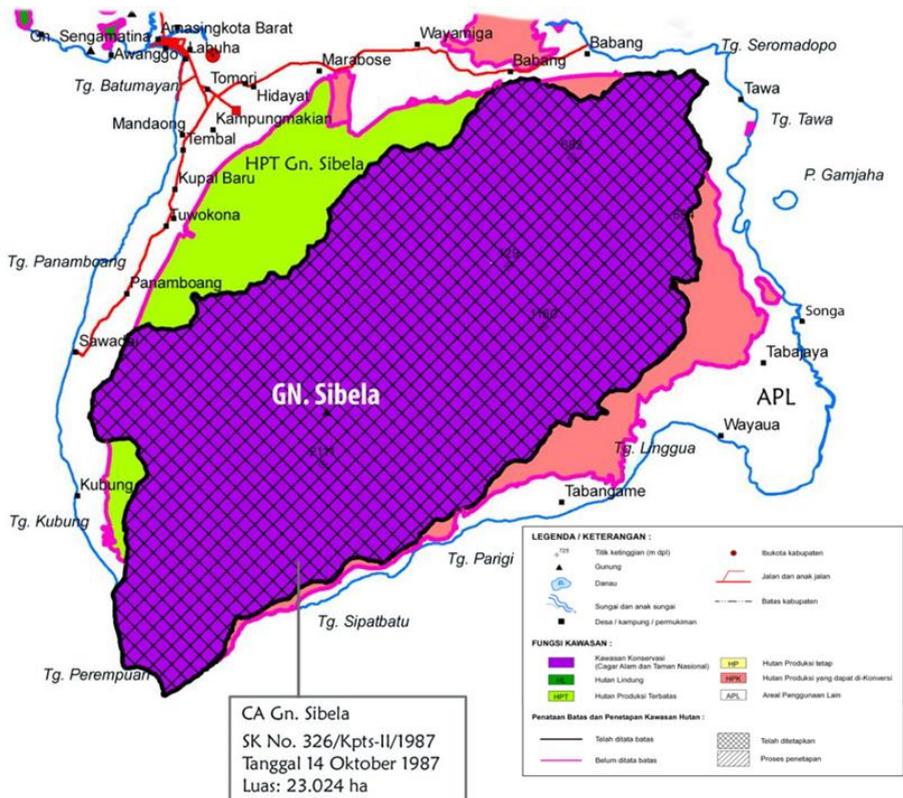
dan tumbuhan yang menjadi pakan ulat, maka halaman rumah juga dapat dikunjungi berbagai species kupu-kupu (Peggie, 2014).

B. Habitat *Ornithoptera croesus* Di Kawasan Cagar Alam Gunung Sibelah

Halmahera Selatan merupakan salah satu wilayah kepulauan terluas di Maluku Utara. Kondisi geografi yang terdiri dari gugusan pulau-pulau termasuk salah satunya Pulau Bacan merupakan ibu kota Kabupaten Halmahera Selatan. Pulau Bacan merupakan salah satu pulau terisolasi dan terpisah dari daratan Halmahera. Pulau Bacan dengan luasan 2.053 km² dan memiliki berbagai macam potensi, baik potensi flora maupun fauna yang sangat menjanjikan untuk pengembangan daerah Kabupaten Halmahera Selatan. Potensi flora maupun fauna ini terdapat di sepanjang kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan. Peta kepulauan Bacan Kab. Halmahera Selatan akan disajikan pada Gambar 1.

siang (*Rhopalocera*) di kawasan cagar alam gunung Sibelah pulau Bacan Kabupaten Halmahera Selatan Maluku Utara.

Kawasan cagar alam gunung Sibela ditetapkan oleh keputusan menteri kehutanan nomor 326/Kpts-II/1987 tanggal 14 oktober 1987 dengan luas ±23.024 Ha dan dengan ketinggian 2.118 m dpl. Potensi yang ada di kawasan cagar alam gunung Sibela, antara lain adalah 1) beranekaragam spesies flora misalnya: Matoa (*Pometia pinnata*), Gufasa (*Vitex cofassus*), Samama (*Anthocephalus macrophyllus*), Anggrek alam serta adanya Cengkeh alam yang sudah berumur cukup lama (Cengkeh Avo). 2) memiliki beraneka ragam spesies fauna seperti; Monyet (*Macaca nigra sp.*), Burung Nuri Ternate (*Lorius garulus*), Bayan (*Eclectus roratus*), Burung Raja (*Cicinnurus regius*), Burung Kasturi Merah (*Eos bornea*), Burung Kakatua Alba (*Cacatua alba*), Perkicit Violet (*Eos squamata*), dan Kupu-kupu endemik yang bernilai ekonomis tinggi, sala satunya *Ornithoptera croesus* (Wallace, 1869; Collins & Morris, 1985; Balai Konservasi Sumber Daya Alam, 1996). Peta kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan akan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan

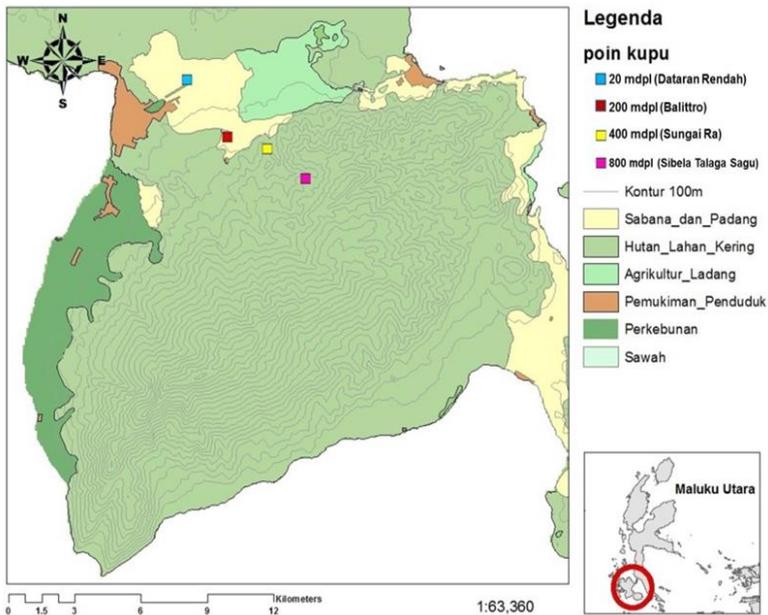
Kawasan cagar alam gunung Sibela merupakan salah satu kawasan endemik bagi penyebaran spesies flora maupun fauna. Endemik dalam ekologi adalah gejala yang dialami oleh organisme untuk menjadi unik pada satu lokasi geografi tertentu, seperti pulau,

Relung (niche), negara, atau zona ekologi tertentu. Spesies *O. croesus* merupakan salah satu spesies endemik di kepulauan Maluku Utara, di mana spesies *O. croesus* tidak ditemukan pada wilayah atau daerah lain, hanya ditemukan di sepanjang kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan.

Spesies *O. croesus* hidup di kawasan cagar alam gunung Sibela pada lokasi tertentu yang merupakan salah satu habitatnya, terutama pada tepi-tepi sungai atau rawa-rawa yang banyak ditumbuhi tumbuhan yang disukai olehnya. Hotspot utama spesies *O. croesus* di kawasan ini terdapat pada lokasi dengan ketinggian tertentu yaitu 20 m dpl (Dataran rendah), 200 m dpl (Balitro), 400 m dpl (Sungai Ra), 800 m dpl (Sibela talaga sagu) atau kawasan penyangga **buffer zone** cagar alam gunung Sibela, sedangkan ketinggian di atas 800 mdpl *O. croesus* tidak ditemukan. Pada umumnya hotspot *O. croesus* memiliki karakteristik adanya tumbuhan musaenda dan asoka yang merupakan sumber pakan dari *Ornithoptera spp.* Wallace (1869) mengemukakan bahwa spesies *O. croesus* hidup di dataran rendah yang terdapat di rawa-rawa dan tempat-tempat basah. Kupu-kupu banyak dijumpai pada berbagai ketinggian tempat, mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi 0-2000 m dpl dan lebih

banyak dijumpai di daerah tropika (Amir & Noerdjito, 1990; Sihombing, 1999).

Sumber yang lain menyatakan bahwa beberapa spesies kupu-kupu *Ornithoptera spp* misalnya *O. chimaera* dijumpai pada ketinggian 1000-2000 m dpl, *O. goliath* dijumpai pada ketinggian 2300 mdpl, *O. rothshildi* dijumpai pada ketinggian 1800-2000 mdpl, *O. tithonus* dijumpai pada ketinggian 1000-2000 mdpl dan *O. paradisea* dijumpai pada hutan daratan rendah sampai pada ketinggian melebihi 2000 mdpl (Endo & Ueda, 2004; Peggie, 2011). Peta lokasi (habitat/hospot) *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan telah disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta lokasi habitat/hospot *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan.

Kawasan cagar alam gunung Sibela memiliki berbagai tumbuhan yang menjadi penyedia sumber pakan bagi spesies *O. croesus* (Foodplan). Sumber pakan yang dimaksudkan adalah tumbuhan berbuga seperti pada tumbuhan *mussaenda*, *asoka* dan *gosale* (*Octomyrtus lanceolante*). Tumbuhan ini hidup pada hospot tertentu di kawasan cagar alam gunung Sibela dan sering dikunjungi oleh spesies *O. croesus*. Spesies *O. croesus* jantan dan betina mengisap nektar *mussaenda* dan *assoka* telah disajikan pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. *O. croesus* jantan dan betina mengisap nektar mussaenda di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan.



Gambar 5. *O. croesus* jantan dan betina mengisap nektar asoka berwarna kuning dan asoka berwarna merah di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan.

Keberadaan spesies *O. croesus* sangat tergantung pada daya dukung habitat yang memiliki komponen *Hostplant* dan *Foodplant*. Shalihah, dkk., (2012) menyatakan bahwa keberadaan kupu-kupu sangat tergantung kepada daya dukung habitatnya baik pada habitat dataran rendah maupun habitat dataran tinggi, yaitu habitat yang memiliki komponen *hostplant* dan *foodplant*. *Hostplant* adalah tumbuhan inang yang menjadi makanan larva atau ulat di mana mulanya *O. croesus* metakkan telur-telurnya dan *Foodplant* adalah tumbuhan inang yang menjadi kupu-kupu dewasa. Apabila salah satu, atau bahkan kedua komponen tersebut tidak ada, maka kupu-kupu jelas tidak bisa melangsungkan kehidupannya. Hubungan kupu-kupu dengan tumbuhan inangnya menunjukkan pola keterkaitan terutama pada fase larva dan kualitas tumbuhan inang mempengaruhi lamanya siklus hidup dan menjadi individu dewasa yang berukuran normal atau mengalami masa stadia larva yang pendek dan kemudian menjadi individu dewasa yang berukuran kecil atau besar. Berbagai sumber pakan spesies *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela telah disajikan pada Gambar 6, 7 dan 8.



Gambar 6. Tumbuhan Mussaenda sebagai sumber pakan spesies *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan.



Gambar 7. Tumbuhan Asoka sebagai sumber pakan spesies *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan.



Gambar 8. Pohon Gosale (*Octomyrtus lanceolante*) sebagai sumber pakan spesies *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan.

Keberadaan padang rumput merupakan penentu utama kekayaan spesies dan komposisi, kualitas habitat sekunder mempengaruhi keragaman komunitas kupu-kupu, dan konteks bentang alam tidak secara signifikan memprediksi komposisi spesies kupu-kupu. Habitat padang rumput asli sangat bervariasi merupakan ukuran suatu habitat yang berkualitas untuk didiami kupu-kupu alama dibandingkan spesies tumbuhan eksotis yang ada di habitat tersebut. Efek dari padang rumput yang sangat signifikan terhadap kekayaan spesies kupu-kupu dan komposisi, maka pentingnya menjaga habitat padang rumput berkualitas tinggi untuk melindungi keanekaragaman kupu-kupu asli, (Collinge, dkk., 2003). Umumnya kupu-kupu suka memakan

tumbuhan yang hidup di tepi sungai sebagai pakan untuk kelangsungan hidupnya. Menurut Mastrigt & Rosariyanto (2005), bahwa di sekitar daerah kali atau sungai banyak ditemukan kupu-kupu yang kadang menghisap air mineral yang menempel pada pasir dan batu. Habitat/hospot *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan telah di sajikan pada Gambar 9, 10 dan 11.



Gambar 9. Hospot *O. croesus* di aliran sungai kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan (200 mdpl).



Gambar 10. Hospot *O. croesus* di hutan produksi konversi kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan (400 mdpl)



Gambar 11. Hospot *O. croesus* di hutan lindung kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan (800 mdpl).

Tumbuhan berkualitas merupakan penentu utama kekayaan spesies dan komposisi. Olehnya itu, kualitas habitat sekunder mempengaruhi keanekaragaman komunitas spesies *O. croesus* baik intraspesies maupun

antar spesies. Namun sebaliknya, kualitas habitat tidak secara signifikan memprediksi komposisi spesies *O. croesus*, maka spesies *O. croesus* akan punah. Balai

Konservasi Sumber Daya Alam (1996) melaporkan bahwa tipe habitat utama di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan memiliki hutan hujan selalu hijau dengan sedikit habitat hutan luruh daun lembap di bagian utaranya. Hutan hujan dataran rendah di bagian selatan ditumbuhi oleh pepohonan yang tinggi (mencapai 60 m), yang terdapat sampai ketinggian 500 m. Pada Ketinggian antara 500-1.500 m terdapat hutan hujan pegunungan dengan pepohonan yang lebih rendah serta tumbuhan bawah yang melimpah, sedangkan pada ketinggian di atas 1.500 m terdapat hutan subalpin dengan pepohonan yang rendah.

Sharon, dkk., (2003) menyatakan bahwa habitat tumbuhan asli yang sangat bervariasi merupakan ukuran suatu habitat yang berkualitas untuk didiami kupu-kupu alama dibandingkan spesies tumbuhan eksotis yang ada di habitat tersebut, hal tersebut telah dilaporkan bahwa ada efek yang sangat signifikan dari spesies tumbuhan pada kekayaan spesies kupu-kupu dan komposisi, maka pentingnya menjaga habitat tumbuhan asli berkualitas tinggi agar melindungi keanekaragaman kupu-kupu asli.

Berbagai macam sumber yang menyatakan bahwa keanekaragaman spesies kupu-kupu dapat digunakan untuk menyatakan struktur komunitas. Hal itu karena keanekaragaman dapat menghasilkan kestabilan populasi kupu-kupu dan selalu berada pada arah keseimbangan.

Habitat yang berkualitas dapat memungkinkan pertumbuhan populasi kupu-kupu hidup lebih lama, namun juga sebaliknya hanya beberapa spesies tertentu saja yang dapat hidup. Peranannya sangat penting dalam keseimbangan ekosistem, sehingga keberadaan kupu-kupu di alam menjadi salah satu indikator kerusakan ekosistem atau dapat dijadikan sebagai bioindikator terhadap perubahan kualitas lingkungan (Odum, 1998; Fachrul, 2008; Lewis, 2001; Basset, dkk., 2011).

Penelitian terdahulu telah mengungkapkan tentang kestabilan populasi kupu-kupu di antaranya; Subahar & Yuliana (2010) melaporkan bahwa keanekaragaman dan kelimpahan kupu-kupu dipengaruhi oleh kondisi habitat berkaitan dengan aspek tumbuhan inang dan tumbuhan merupakan sumber pakan (preferensi) serta aspek abiotik lingkungan. Koneril, dkk. (2012) melaporkan bahwa distribusi spesies kupu-kupu berbeda pada setiap tipe habitat, ada spesies yang ditemukan pada semua tipe habitat dan ada hanya ditemukan pada satu habitat. Dendang (2009) menyatakan bahwa keragaman kupu-kupu

dipengaruhi oleh keadaan alam sekitar. Hal yang sama dikatakan oleh Peggie (2011) bahwa keanekaragaman dan sebaran kupu-kupu dipengaruhi oleh kondisi ekologis pada habitat yang ditempatinya (habitat).

Beberapa sumber dan penjelasan di atas telah menjelaskan kestabilan populasi kupu-kupu didukung dengan kondisi habitat dan peranan tumbuhan inang sebagai sumber pakan. Oleh karena itu, di kawasan cagar alam gunung Sibela memiliki dua bentuk tipe hutan yaitu hutan produksi konservasi dan hutan produksi terbatas (Balai Konservasi Sumber Daya Alam, 1996). Sedangkan hutan produksi konversi telah dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk perkebunan rakyat (Mas'ud, 2010; 2011). Keberadaan kawasan hutan ini semakin terdesak dan dikonversi menjadi lahan-lahan pemukiman dan pertanian. Pertanyaannya adalah apakah spesies *O. croesus* masih bisa dapat hidup di kawasan cagar alam gunung Sibela? Pertanyaan ini akan dijawab pada bagian **ancaman kepunahan & strategi konservasinya**.

BAB III

Pengenalan *Ornithoptera croesus* (kupu-kupu Endemik Pulau Bacan)

A. Pengantar

O. croesus merupakan salah satu dari spesies kupu-kupu *birdwing* (kupu-kupu bersayap burung keemasan) yang sangat menarik dengan warna kuning keemasan dan unik terlihat pada *O. croesus* jantan (Wallace, 1869). Warna *caput*, *torax*, *antena*, *probosis*, kaki baik jantan maupun betina pada umumnya memiliki warna hitam dan coklat gelap. *O. croesus* jantan berwarna hitam dengan strep kuning keemasan di bagian tengah, melingkar dan berbaris, sedangkan pada *abdomen* berwarna kuning. *O. croesus* betina umumnya berwarna coklat gelap dan terdapat beberapa bintik putih keemasan atau kuning keemasan, sedangkan di bagian *abdomen* berwarna putih kecoklatan dan pada bagian bawah berwarna kuning (Wallace, 1869; Collins & Morris, 1985; Peggie, 2011; Mas'ud, dkk., 2017). Sebelum pembaca mengenal lebih lanjut tentang spesies *O. croesus*, penulis akan mendeskripsikan sejarah Wallace menemukan spesies *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan.

Pertama kali Wallace menemukan spesies *O. croesus* betina pada tanaman *mussaenda* di semak belukar di kawasan cagar alam gunung Sibela. Menurut Wallace, semak belukar merupakan tempat yang sering dikunjungi *O. croesus*, dan pada saat ini kita kenal sebagai habitat *O. croesus*. Pada saat itu kondisi habitat spesies *O. croesus* (tumbuhan *mussaenda*) masih sangat lebat dengan tumbuhan merambat, selanjutnya Wallace memasang perangkap (*trap*) berupa satu ruang berbentuk bulat kecil, sehingga Wallace dapat dengan mudah menangkap *O. croesus*.

Wallace bersama asistennya (Lahi) mendeskripsikan ukuran rentang sayap *O. croesus* jantan dan betina. Ukuran rentang sayap *O. croesus* jantan memiliki lebih dari 17 cm, sedangkan ukuran rentang sayap *O. croesus* betina memiliki sekitar 17-20 cm, sayap betina lebih besar dari sayap jantan. Pada saat yang sama Wallace juga mendeskripsikan pola warna tubuh dan sayap *O. croesus* jantan maupun betina. *O. croesus* jantan memiliki warna beludru oranye hitam dan berapi-api, serta warna hijau sama dengan spesies yang serumpun, sedangkan *O. croesus* betina berwarna gelap ditandai dengan bintik-bintik putih dan kuning. Wallace dalam bukunya berjudul “**The Malay Archipelago**” yang ditulis pada tahun 1869

mengemukakan bahwa ada dua *hotspot* spesies *O. croesus* yaitu pada tumbuhan *mussaenda* yang merupakan tumbuhan semak belukar dan sepanjang aliran sungai berbatuan besar yang turun dari pegunungan ke laut sekitar satu mil di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan.

Collins & Morris (1985) menyatakan bahwa *O. croesus* jantan memiliki sayap beludru berwarna hitam oranye dan berapi-api, sedangkan *O. croesus* betina memiliki sayap berwarna coklat gelap, di bagian bawah terdapat bintik-bintik kekuningan abu-abu, terdapat pula beberapa bintik-bintik putih ditandai dengan garis *chevrons* kuning. Penjelasan lebih terperinci dapat Anda membaca pada bagian karakteristik morfometri *O. croesus*.

B. Klasifikasi *Ornithoptera croesus*

O. croesus merupakan salah satu spesies kupu-kupu yang tergolong ke dalam *ordo* (bangsa) *lepidoptera* kelas serangga. *Lepidoptera* berasal dari kata Latin *lepidō* (berarti sisik) dan kata Yunani *pteron* (berarti sayap), maka secara umum *lepidoptera* dapat diartikan sebagai kupu-kupu yang mempunyai sayap bersisik. Kupu-kupu dimasukkan ke dalam dua golongan yaitu kupu-kupu siang (*Rhopalocera*) dan kupu-kupu malam/ngengat (*Heterocera*) (Borror, dkk., 1992). *O.*

croesus telah dimasukkan ke dalam golongan kupu-kupu siang (*Rhopalocera*) dalam artian *O. croesus* beraktivitas pada siang hari dan istirahat pada malam hari. *O. croesus* lebih banyak beraktivitas pada pagi hari dari pada siang dan sore hari, apalagi di musim hujan *O. croesus* sulit ditemukan.

O. croesus mempunyai sisik kecil, lebar dan pipih pada sayapnya serta bulu-bulu lebar yang menyerupai sisik pada tubuhnya. Sisik-sisik ini sering berwarna-warni dan memiliki warna cerah-ceriah dan pola warnanya sangat indah. Sisik-sisik inilah membuat corak dan tampilan menarik pada *O. croesus*. Ciri-ciri yang telah di jelaskan di atas merupakan ciri-ciri utama dari kelompok *ordo Lepidoptera* termasuk spesies *O. croesus*. Klasifikasi dan nomenklatur spesies *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan telah disajikan pada Gambar 12 dan 13.

O. croesus diklasifikasikan ke dalam Genus *Ornithoptera spp.* Klasifikasi dan nomenklatur *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

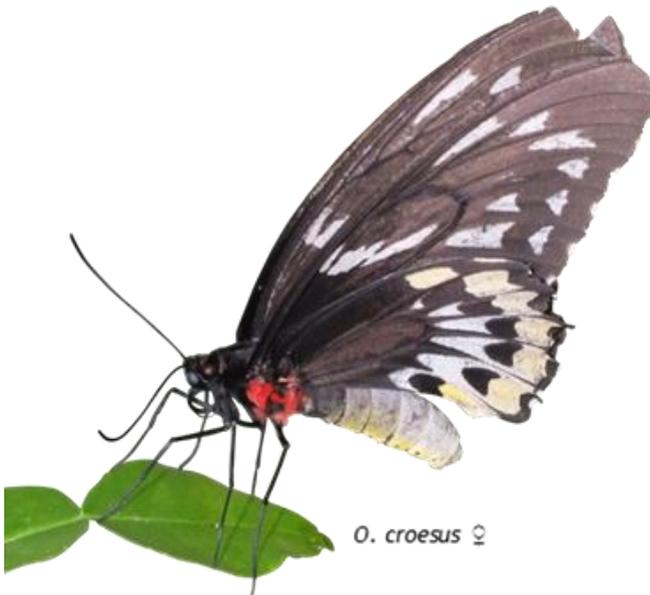
Orde : Lepidoptera

Family : Papilionidae

Tribe : Troidini

Genus : *Ornithoptera*

Species : *Ornithoptera croesus* (Wallace, 1859)



Gambar 12. *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan.



O. croesus ♂



O. croesus ♀

Gambar 13. *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan.

Warna tubuh *O. croesus* jantan umumnya lebih cerah dengan perpaduan warna tubuh yang sangat indah, sehingga menarik perhatian *croesus* betina untuk melakukan kopulasi. Warna tubuh *O. croesus* betina umumnya memiliki warna yang lebih gelap yang didominasi oleh warna coklat gelap, tetapi memiliki variasi warna tubuh serta warna sayap, sehingga nampak indah untuk dipandang.

C. Siklus Hidup dan Metamorfosis *Ornithopetra croesus*

Perkembangbiakan spesies *O. croesus* dalam suatu habitat memungkinkan beberapa spesies saja yang hidup, ada yang memiliki populasi sangat banyak dan ada pula yang terdiri dari beberapa individu saja. Semua individu-individu spesies di dalam habitat tersebut membentuk suatu populasi untuk mempertahankan hidupnya termasuk spesies *O. croesus*. Spesies *O. croesus* betina dewasa dapat menghasilkan telur (*egg*) dalam jumlah besar selama hidupnya, tetapi sebagian kecil saja yang berhasil mencapai dewasa. Kematian (*mortalitas*) dan kelahiran (*natalitas*) terjadi dalam setiap tahap dalam siklus hidupnya. Faktor yang berpengaruh terhadap variasi populasi adalah perubahan rata-rata laju kelahiran, laju kematian, dan adanya

emigrasi atau imigrasi dalam suatu habitat (Smart, 1975).

Perubahan populasi *O. croesus* baik berkembang naik atau menurun ditentukan oleh kemampuan genetik dan interaksinya dengan lingkungan, di mana komponen lingkungan yang menahan pertumbuhan populasi sangat kompleks dan saling berkaitan satu dengan lainnya. Menurut Alikodra (1990), pertumbuhan populasi dari waktu ke waktu terjadi dengan kecepatan (laju kelahiran) yang ditentukan oleh kemampuan berkembangbiak dan keadaan lingkungannya. Pertumbuhan populasi pada awalnya rendah kemudian mencapai maksimal dan selanjutnya menurun sampai akhirnya mencapai nol pada kondisi jumlah individu sama dengan daya dukung lingkungannya (Krebs, 1978; Eny Endrawaty, dkk., 2012).

Penurunan jumlah pertumbuhan populasi *O. croesus* di alam disebabkan oleh adanya alih fungsi hutan, penebangan liar, fragmentasi habitat, dan penangkapan liar. Di sisi lain keanekaragaman *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan, merupakan daya tarik tersendiri, karena memberikan pesona dan keindahan pada alam dengan

akulturasi warna pada tubuh dan sayapnya dan menambah eksotisme pada kawasan tersebut.

Keteraturan ukuran populasi dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor dependen (saling tergantung) dan faktor independen (tidak saling tergantung). Faktor dependen adalah faktor yang memiliki ketergantungan terhadap individu yang ada dalam habitat, misalnya ketersediaan berbagai sumber pakan dan habitat sekunder berkualitas tinggi. Oleh karena itu salah satu faktor yang mempengaruhi kematian (mortalitas) dan kelahiran (natalitas) dalam suatu populasi, tanpa memperhatikan jumlah dari satwa yang ada, misalnya iklim adalah faktor dependen.

Smart (1975) menyatakan bahwa peranan kupu-kupu bergantung pada faktor dependen. Peranan dan sumbangsih penting dari lingkungan tersebut sangat mempengaruhi perkembangan *O. croesus* mulai dari telur (*egg*), larva/ulat (*instars*), kepompong (*pupa*), dan *O. croesus* muda (*imago*) yang disebut dengan metamorfosis sempurna.

Metamorfosis adalah sebuah kata yang menggambarkan perubahan bentuk. Dalam dunia serangga, istilah ini digunakan untuk menentukan tahapan perkembangan kupu-kupu. kebanyakan dari kita pelajari di dunia pendidikan formal, telur pertama

berkembang menjadi ulat, dan kemudian ulat menjadi kepompong, dan kepompong menjadi *imago* (kupu-kupu muda) dan seterusnya menjadi kupu-kupu dewasa. Sedangkan menurut para ahli biologi menjelaskan bahwa metamorfosis adalah suatu proses perkembangan biologi pada hewan yang melibatkan perubahan penampilan fisik dan/atau struktur setelah kelahiran atau penetasan. Perubahan fisik itu terjadi akibat pertumbuhan sel dan diferensiasi sel yang secara radikal berbeda. Ada yang disebut dengan metamorfosis sempurna dan tidak sempurna. Pada bagian ini akan dijelaskan metamorfosis sempurna yang terjadi pada kupu-kupu khususnya *O. croesus*.

Dalam hidupnya, *O. croesus* mengalami perubahan bentuk yang dikenal dengan proses metamorfosis sempurna, *O. croesus* melalui empat fase perkembangan seperti kupu-kupu pada umumnya, yaitu: telur (*egg*),- larva/ulat (*instars*),- kepompong (*pupa*),- kupu-kupu muda (*imago*). Tahap tahapnya seperti Gambar 14-21.

Kopulasi (perkawinan) *O. croesus*



Gambar 14. Perkawinan *O. croesus* dalam reproduksi seksual. kopulasi (perkawinan) *O. croesus* merupakan tindakan dalam reproduksi seksual yang dilakukan sepasang *O. croesus* (termasuk hewan lain atau manusia) dengan menggabungkan atau menyentuhkan alat kelamin (organ seksual). perkawinan *O. croesus* selama 9 jam.

Telur (egg),



Gambar 15. Telur *O. croesus* (tahap pertama dalam siklus hidupnya). Telur adalah tahap pertama dalam siklus hidup *O. croesus*. Telur penuh dengan cairan bergizi yang digunakan ulat berkembang untuk pertumbuhannya. Telur memiliki cangkang keras khusus untuk melindungi ulat yang tumbuh di dalam. Telur biasanya diletakkan di bawah daun sehingga hewan predator tidak menemukannya dan sulit untuk memakanya. Ulat *O. croesus* menetas pada musim panas. Masa persiapan telur selama 7 hari, sedangkan masa perkembangan telur *O. croesus* selama 28 hari.

Setelah kawin, biasanya *O. croesus* meletakkan telurnya pada ujung daun (mussaenda). Sands & New (2013) menyatakan bahwa kupu-kupu betina mulai mengumpulkan telurnya di bawah daun tumbuhan yang menjadi makanannya (*foodplant*), jarang diletakkan pada batang tanaman inangnya. Daun pada tumbuhan

merambat (*mussaenda*) yang dipilih untuk *oviposisi* biasanya daun yang berwarna hijau muda dan tidak kaku mereka meletakkan telur pada daerah ujung (30 cm atau lebih dari ujung) sampai penuh. Kupu-kupu betina umumnya tidak bertelur pada bagian terminal daun, dan biasanya satu telur diletakkan pada satu daun saja. Selvey (2008) mengukur telur *Ornithoptera spp* pada umumnya sepanjang diameter 2,3-2,5 mm dan pada awalnya berwarna kuning kehijauan, menjadi kuning pucat dalam beberapa hari dan coklat kuning satu atau dua hari sebelum menetas. Pada malam hari sebelum menetas menjadi larva terlihat *chorion*. Telur sangat rentan terhadap predasi, termasuk pemakan larva *instar birdwing*.

Telur menetas menjadi ulat



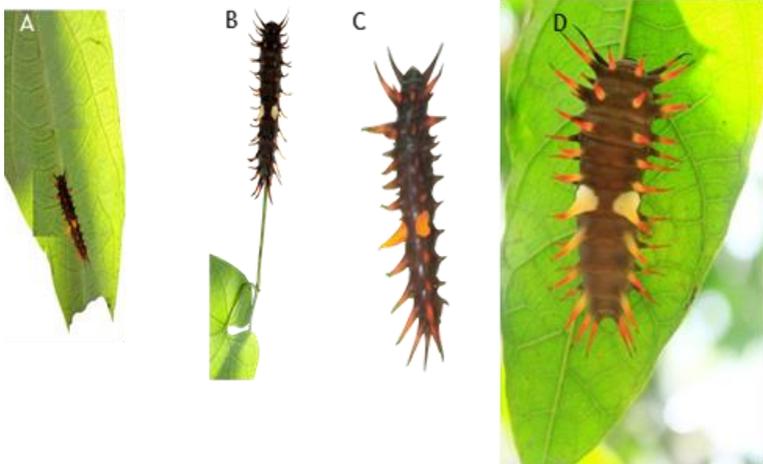
Gambar 16. Telur *O. croesus* menetas menjadi ulat *O. croesus*. Ukuran panjang ulat *O. croesus* waktu pertama keluar dari cangkangnya sekitar 2 milimeter. Selama menjadi larva/ulat *O. croesus* memiliki empat tahapan instars larva. Empat tahapan pergantian kulit seperti kupu-kupu birdwing pada umumnya. Pada umumnya telur yang baru menetas menjadi ulat *O. croesus* langsung memakan kulit telurnya, ini menandakan bahwa ulat *O. croesus* sehat. Tiga hari kemudian ulat tersebut mengalami pergantian kulit dan memakan ampas kulit. Tiga hari kemudian ulat *O. croesus* kembali mengalami pergantian kulit dan memakan ampas kulitnya kembali, selanjutnya sekitar satu minggu ulat *O. croesus* mengalami pergantian kulit kembali dan kemudian memakan kulitnya. Dua minggu kemudian ulat *O. croesus* melepaskan kulitnya dan menjadi kepompong.

Setelah telur menetas, selanjutnya larva pertama mengkonsumsi kulit telur mereka sebagai nutrisi yang kaya protein, selanjutnya larva pindah tempat menuju tumbuhan inang dan kemudian mencari daun yang lembut untuk memakan rambut-rambut kecil (trikoma) di bagian bawah daun sekaligus tempat menempel (Selvey, 2008). Kupu-kupu biasanya memiliki empat tahapan *instars larva*, tapi kadang-kadang ada juga yang sampai lima tahapan, hal ini terjadi ketika konsentrasi hara dalam daun rendah.

Ecdysis (melepaskan atau menyelongsongkan *kutikula*, kulit atau kerangka luar secara berkala) biasanya terjadi di bawah daun dari tumbuhan inang (*foodplant*) namun kadang-kadang ada juga larva yang

bergerak meninggalkan tumbuhan inang (sumber pakan) menuju semak terdekat atau pohon dan tetap aktif selama 2-3 hari pada bagian bawah semak terdekat atau pohon sampai kulit telah dilepaskan (Selvey 2008; 2009; Sands & New 2013).

Larva/ulat (*instars*)



Gambar 17. Larva/Ulat *O. croesus* (A. instar pertama, B. instar kedua, C. instar ketiga, D. instar keempat). Larva/ulat (*instars*) *O. croesus* akan keluar (menetas) dari telur dengan membuat lubang. Ulat *O. croesus* keluar dari telur dalam bentuk yang menakjubkan, warna dan polanya. *O. croesus* berwarna coklat tua cerah dan memiliki duri sekitar 60-66 duri. Selama proses pertumbuhan instar, *O. croesus* mengalami pergantian kulit selama 4 kali. Struktur instar *O. croesus* memiliki tiga pasang kaki. Masa proses metamorfosis sempurna *O. croesus* umumnya proses perubahan larva menjadi kepompong (pupa) kurang lebih selama 28-30 hari tergantung suhu lingkungan.

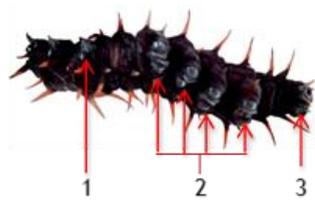
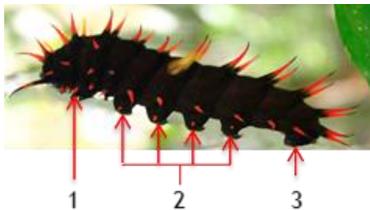
Instar pertama *O. croesus* pada umumnya sering berpindah dari satu batang ke batang lain dari tanaman inang sampai 2 hari untuk mencari daun yang sesuai. *Instar* pertama dan kedua berwarna hitam dan lembut serta terdapat duri meruncing di semua segmen kecuali segmen 6, Umumnya duri meruncing berwarna kuning cerah dengan bagian ujung hitam, biasanya *instar* memiliki bagian kepala berwarna hitam. *Instar* ketiga dan keempat juga berwarna hitam atau coklat keunguan dengan duri kuning kecuali di segmen 6. *Instar* ketiga dan keempat memiliki variasi menurut warna tubuh; mulai dari hitam, coklat atau krim dengan duri di segmen 6 oranye coklat dan berujung hitam. Ketika sudah dewasa larva dapat mencapai 7 cm.

Larva dewasa (*instar* ketiga dan keempat) pada *O. croesus* berwarna abu-abu pucat sampai coklat gelap atau kadang-kadang hitam. Warna punggung *O. croesus* sangat seragam biasanya berwarna coklat oranye berujung hitam kecuali dengan duri di segmen 6 berwarna kuning pucat sampai oranye. Umumnya bagian kepala larva berwarna coklat dengan kuning cerah, bagian pertama segmen toraks berwarna gelap dengan osmeterium berwarna kuning.

Common dan Waterhouse (1981); Feeny (1995) menyatakan bahwa larva *Ornithoptera spp* pada umumnya memiliki organ berbentuk tabung (*tubular*), organ ini digunakan saat ada bahaya dengan cara menghasilkan bau yang mudah menguap yang digunakan untuk mengusir predator. Saat istirahat, larva yang berada di bawah daun juga melakukan *ecidysis* secara lengkap dan mereka akan selalu mengkonsumsi kulit yang dilepas. Common dan Waterhouse (1981) menyatakan bahwa larva *Ornithoptera spp* umumnya makan selama 22-46 hari sampai masuk tahap kepompong. Tubuh larva *Ornithoptera spp* mengalami perubahan menjadi gumpalan padat (campuran pekat) dari sel-sel yang akan berubah menjadi kupu-kupu dalam waktu 14 hari.



Jumlah duri larva *O. croesus* sebanyak 60-66 duri yaitu; (1) jumlah duri bagian atas sebanyak 24, (2) jumlah duri kanan & kiri sebanyak 18 -21.



Gambar 18. Jumlah duri dan jumlah tiga pasang calon kaki serta lima pasang daging kecil berstruktur larva *O. croesus* (1; *true legs* (tiga pasang calon kaki sejati) 2; *mid abdominal prolegs* (empat pasang daging kecil berstruktur) di bagian pertengahan perut berfungsi untuk berjalan & memegang dan 3; *anal proleg* (sepasang daging kecil berstruktur) di bagian ujung belakang (anus) berfungsi untuk berjalan & memegang.



Pada hari terakhir, larva tersebut naik ke tempat aman dan berputar dan menggantung kepala di bawah dalam bentuk seperti huruf "J". Mereka menggantung seperti ini selama sekitar 12 jam.

Gambar 19. larva *O. croesus* berputar dan menggantung kepala di bawah dalam bentuk seperti huruf "J".

Instar pertama, kedua dan ketiga mengalami peningkatan konsentrasi nitrogen lebih cepat pada musim panas pada saat konsentrasi nutrisi di daun juga tinggi, sehingga ukuran *instar* menjadi lebih besar dibandingkan dengan ukuran *instar* pada saat makan daun kurang bergizi. Konsentrasi nitrogen pada tumbuhan inang dapat mempengaruhi jumlah *instar* pada kupu-kupu. Begitu juga tingkat perkembangan *instar* (larva), ukuran dan produktiitas kupu-kupu dewasa (Taylor, 1984; Taylor & Sands, 1986). Pada musim hujan *instar* mengalami penurunan konsentrasi

nitrogen yang dipengaruhi oleh konsentrasi nutrisi yang lebih rendah di daun.

Instar kupu-kupu *birdwing* biasanya memakan daun tumbuhan merambat (*mussaenda*), namun ada spesies tertentu seperti *O. richmondia*, *O. euphorion* dan *O. priamus*, biasanya memakan bagian tunas, bunga-bunga, kapsul biji dan batang. Kupu-kupu *birdwing* pada umumnya lebih menyukai bagian daun tumbuhan merambat karena selain untuk memperoleh makanan juga digunakan sebagai tempat untuk meletakkan telur, berkembang biak dan dapat digunakan sebagai tempat tinggal dalam kondisi terbatas untuk melindungi mereka dari predator dan parasitoid. Umumnya spesies kupu-kupu *birdwing* hanya berkembang pada satu atau dua daun saja.

Kepompong (*pupa*)



Gambar 20. Kepompong *O. croesus* (kepompong *O. croesus* biasanya terlihat melekat pada *foodplant*).

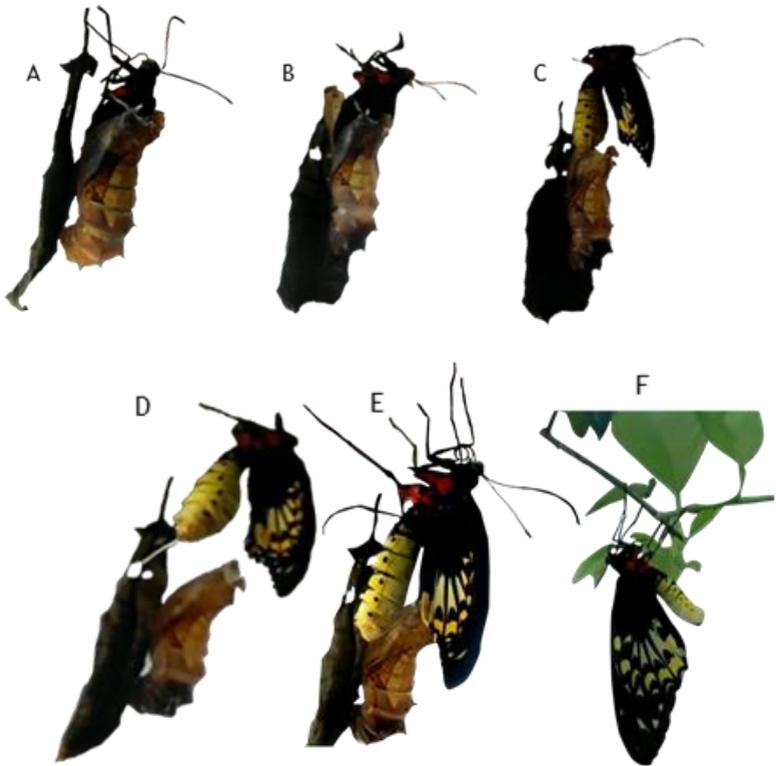
Perubahan metamorfosis dari larva menjadi kepompong selama 14 hari atau dua minggu).

Pada saat *instar* mempersiapkan diri untuk menjadi kepompong, *instar* (larva) dewasa biasanya meninggalkan tumbuhan inang, biasanya mereka bergerak pindah ke semak yang cocok atau tumbuhan di dekatnya. Setelah mencari tempat baru kurang lebih satu atau dua hari, mereka akan mengeluarkan cairan hitam (*meconium*), kemudian berputar dan menempelkan segmen ekor dan proleg bagian terminal ke arah bawah daun, kemudian berputar membentuk benang sutra yang akan mendukung berat pupa. Selanjutnya diposisikan bagian kepala ke arah atas seperti yang terjadi pada famili *Papilionidae* lainnya. Sebelum melepaskan kulitnya, larva kupu-kupu memanjang dan mengembang lebar dan tetap diam selama 2 hari.

Ecdysis terakhir berlangsung cepat karena kulit larva digulung kembali dan akhirnya dikeluarkan lagi oleh jentikan segmen terminal, sebelum kembali dimasukkan ke dalam *cremaster* melekat pada alas sutra pada daun. Secara keseluruhan dalam proses metamorfosis dari larva menjadi kepompong memerlukan waktu sekitar 3-4 hari. Saat adanya bahaya, semua *instar* larva akan melengkungkan tubuh

kebelakang dan membuka dua *osmeterium* cabang yang berwarna kuning pada bagian ujung *anterior segmen prothoracic* untuk melindungi dirinya (Common & Waterhouse 1981; Feeny, 1995; Selvey, 2008; Sands & New 2013).

***O. croesus* muda (imago)**



Gambar 21. *Imago O. croesus* betina (Lama proses pemisahan kulit pupa dan keluar dari cangkangnya menjadi *O. croesus* muda (*imago*) dengan waktu selama 1 menit 34 detik. Sedangkan selama perkembangan *O. croesus* muda (*imago*) menjadi dewasa yaitu

selama 30-35 hari tergantung keadaan alam atau habitat yang ditempatinya).

Ket:

- a. Setelah sekitar 2 minggu dalam bentuk pupa, kepompong (chrysalis) mulai tampak transparan sehingga *O. croesus* yang berada didalamnya dapat terlihat. Kepompong akan terbuka ketika *O. croesus* telah siap untuk keluar, biasanya pagi menjelang siang,
- b. Perutnya dipenuhi oleh *hemolymph*, cairan seperti darah, dan akan dialirkan ke sayap-sayapnya agar sayapnya dapat berkembang sempurna,
- c. Ketika *O. croesus* masih terus mengalirkan *hemolymph* ke dalam sayap-sayapnya, probosisnyapun mulai dikeluarkan dan dipanjangkan dari mulutnya. Probosis (*proboscis*) *O. croesus* merupakan sebuah alat seperti pipa yang nanti berguna untuk menghisap nektar bunga.
- d. Ujung sayap merupakan bagian terakhir yang diisi cairan. Selain mengalirkan *hemolymph* ke sayap-sayapnya, *O. croesus* juga mengeluarkan cairan berwarna oranye yang merupakan produk sisa/kotoran hasil dari proses metamorfosis.
- e. Ketika sayapnya telah berkembang sempurna, diperlukan waktu sekitar 1 jam untuk proses pengeringannya sebelum akhirnya *O. croesus* siap terbang.
- f. *O. croesus* siap terbang.

O. croesus muda akhirnya muncul dengan cara memisahkan kulit larva dan merangkak keluar. Selanjutnya mereka mencari dan minum nektar dari

bunga, dengan menggunakan organ khusus seperti bagian mulut disebut “*proboscis*”. Nektar ini menyediakan energi yang diperlukan untuk terbang bagi *O. croesus* muda. Sayap *O. croesus* muda yang ditutupi oleh sisik kecil. Warna yang indah dan pola warna sangat bervariasi baik jantan maupun betina.

Penulis mendeskripsikan berdasarkan hasil pengamatan penulis yaitu; *O. croesus* mengeluarkan diri dari kepompong pada jam 6-9 pagi WIT (Waktu Indonesia Timur). Saat mengeluarkan diri dari kepompong di atas jam 9 maka kebanyakan mengalami kecacatan pada tubuh *O. croesus*. Namun saat mengeluarkan diri dari kepompong pada jam 6-9 pagi (WIT, WITA, WIB), maka *O. croesus* muda tidak mengalami kecacatan. *O. croesus* muda mempersiapkan diri selama 30 menit untuk mengatur sayapnya menuju kesempurnaan. Namun pada saat itu *O. croesus* masih lemah dan belum siap terbang.

Masa menunggu untuk siap terbang selama 5 jam atau sampai pukul 14 WIT, *O. croesus* memulai latihan untuk terbang. Latihan terbang selama 2 jam, sampai pada pukul 16-17 WIT, selanjutnya *O. croesus* sudah siap (mampu) terbang. *O. croesus* muda umumnya dapat terbang dengan optimum saat keadaan terang dan pada saat gelap (musim hujan) *O. croesus*

muda umumnya tidak dapat terbang optimum. Fase metamorfosis sempurna *O. croesus* mulai dari telur (*egg*), Larva (*Instars*), Kepompong (Pupu), sampai *Imago/O. croesus* muda kurang lebih memerlukan waktu selama 3 bulan.

Common & Waterhouse (1981) menyatakan bahwa saat pertumbuhan awal, tubuh *Ornithoptera spp* pada umunya basah, berkerut, sayapnya lebih lembut dari sutra dan tubuhnya berisi cairan sejenis lemak. Cairan ini kemudian dipompa ke pembuluh darah yang sangat tipis di bagian sayap dengan pola seperti meniup sebuah balon, sehingga hanya dalam waktu 10 menit ukuran sayapnya menjadi penuh.

Sayapnya masih sangat lembut dan membutuhkan dua sampai tiga jam untuk mengeras dan kuat untuk terbang. Sehari sebelum keluarnya *Ornithoptera spp*, enzim bekerja mencerna kulit kepompong dan membuatnya rapuh dan hancur. Keesokan paginya, kupu-kupu itu dapat dilihat melalui kulit kepompong secara transparan. Kupu-kupu *Ornithoptera spp* mengeluarkan diri dari kepompong dengan cara mendorong panel kakinya. Munculnya *Ornithoptera spp* disebut “*eclosion*” (Common & Waterhouse, 1981; Feeny, 1995; Selvey, 2008; Sands &

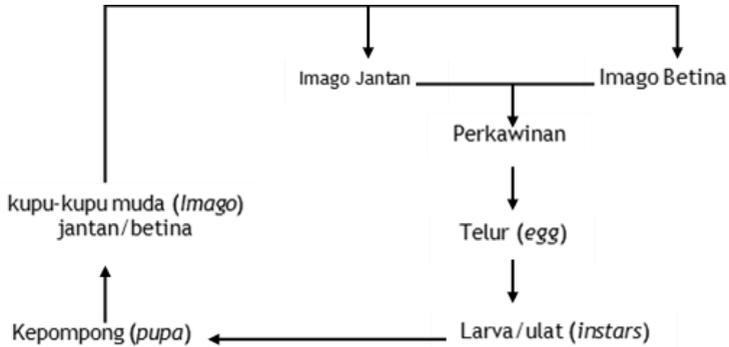
New, 2013). Fase-fase proses metamorfosis sempurna *O. croesus* dapat Anda lihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Fase perkembangan proses metamorfosis sempurna *O. croesus*. (1. telur; 2. larva/ulat; 3. kepompong; 4. imago)

Umur kupu-kupu pada umumnya hanya sekitar tiga sampai empat minggu. Siklus hidup *O. croesus* dijalani dalam empat fase, yaitu fase telur (*egg*), fase larva/ulat (*instars*), fase kepompong (pupa) dan fase *O. croesus* muda (*imago*) (Gambar 22). Telur dapat ditemukan di bawah permukaan daun inangnya. Larva merupakan fase makan, yang biasanya memakan daun tumbuhan inangnya. Pada fase larva mengalami beberapa kali tahapan *moulthing* sepanjang hidupnya, yaitu proses pengelupasan dan pergantian kulit yang disebut fase instar.

Proses untuk menjadi pupa didahului oleh adanya *moulthing* pada *instar* terakhir. Kulit pupa yang baru berganti ini masih basah dan lunak. Kurang lebih selama satu minggu kulit pupa akan mengeras yang disebut dengan fase pupa dan dalam waktu tertentu lahirlah *imago*. Sehari setelah menetas, *imago* sudah dapat melakukan kopulasi. Seekor betina hanya dapat dikawini oleh seekor *imago* jantan. *Imago* betina yang akan bertelur mencari daun untuk meletakkan telurnya (Karangan, 1996; Hamidun, 2003). Sihombing (1999) menggambarkan skema siklus hidup kupu-kupu telah disajikan pada Gambar 23.



Gambar 23. Skema siklus hidup kupu-kupu (Sumber: Sihombing, 1999)

Fase perkembangan *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan

Fase Perkembangan	Waktu
1) Perkawinan	9 jam
2) Masa persiapan telur	7 hari
3) Perkembangan masa telur	28 hari
4) Perkembangan masa larva/ulat	28-30 hari (tergantung pada suhu)
5) Perkembangan masa kepompong	28 hari
6) Lama mengeluarkan diri menjadi <i>O. croesus</i> muda	1 menit 34 detik
7) Perkembangan masa Imago (Kupu-kupu muda) menjadi dewasa	30-35 hari (tergantung keadaan alam atau habitat yang didiaminya)

Tahapan perkembangbiakan kupu-kupu: setelah kawin, *O. croesus* betina akan meletakkan telur-telur pada daun tumbuhan inang *mussaenda* (Gambar 15 dan 16). *Hotspot O. croesus* memiliki karakteristik adanya tumbuhan *mussaenda* dan *Asoka* yang merupakan sumber pakan bagi ulat (larva) *O. croesus* (Gambar 4 & 5). Hubungan *O. croesus* dengan tumbuhan inang menunjukkan pola keterkaitan terutama pada fase larva. Kualitas tumbuhan inang mempengaruhi lamanya siklus hidup menjadi individu dewasa berukuran normal atau mengalami masa stadia larva pendek dan kemudian menjadi individu dewasa yang berukuran kecil atau besar. Larva membutuhkan air dan nitrogen yang didapatkan dari tumbuhan inang yang dimakannya (Courtney, 1984; Dahelmi, 2002).

O. croesus betina dewasa biasanya menghasilkan telur dalam jumlah cukup banyak selama hidupnya, tetapi seringkali hanya sebagian kecil yang dapat mencapai fase berikutnya, karena kematian selalu terjadi pada setiap fase. Hal ini sangat menentukan kestabilan populasinya yang bervariasi dari waktu ke waktu. Oleh karena itu *O. croesus* membutuhkan kondisi habitat yang stabil, misalnya ketersediaan komponen vegetasi sebagai sumber pakan, jika tidak ada atau kurang dari kebutuhannya,

maka akan terjadi migrasi *O. croesus* untuk mencari habitat baru yang cukup tersedia sumber pakan, dan sebagai tempat berlindung dari musuh.

O. croesus merupakan spesies kupu-kupu endemik di pulau Bacan. *O. croesus* tersebar pada lokasi tertentu di sepanjang kawasan cagar alam gunung Sibela yang ditandai dengan tempat tumbuhnya tanaman *Mussaenda* dan *Asoka* yang hidup ditepi sungai sebagai sumber pakan dan sebagai relung ekologisnya.

Jumlah sumber pakan dapat mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, bereproduksi, tingkah laku, sifat-sifat morfologi, pola warna tubuh dan sayap *O. croesus* dimulai dari fase telur (*egg*), fase larva/ulat (*instars*), fase kepompong (*pupa*) sampai pada fase *O. croesus* muda (*imago*).

Tanaman inang selain sebagai pakan juga berfungsi sebagai tempat larva mendapatkan nutrisi penting dan zat-zat kimia yang diperlukan untuk memproduksi warna dan karakteristik kupu-kupu dewasa (Fitzgerald, 1999).

Selanjutnya dalam penelitian Mas'ud dkk (2016) ditemukan bahwa pada ketinggian 800 m dpl *O. croesus* suka mengunjungi pohon *Gosale* (*Octomyrtus lanceolante*) (Gambar 9), karena pohon *Gosale* diduga

cukup menghasilkan metabolit berupa aroma khas, dan nektar disukai oleh *O. croesus*.

Kupu-kupu tergolong dalam hewan tipe *nektarinidae* (Dendang, 2009) yaitu hewan yang hidupnya mengisap sari bunga (madu). Bunga yang menghasilkan nektar pada umumnya lebih disukai kupu-kupu dewasa termasuk spesies *O. croesus*. Kupu-kupu dewasa tertarik pada warna-warna yang kontras (mencolok) karena spektrum warna ini dapat diterima oleh mata kupu-kupu sehingga warna bunga yang kontras dapat menimbulkan daya tarik bagi kupu-kupu dewasa (D'Abbrera, 1990).

BAB VI

Morfologi *Ornithoptera croesus* (Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan)

A. Pengantar

Kajian morfologi merupakan suatu kajian yang mempelajari bentuk dan struktur organ tubuh yang tampak dari luar pada suatu organisme (hewan), sedangkan kajian tentang karakteristik yaitu suatu kajian yang menitik beratkan pada ciri-ciri suatu organisme (hewan) itu sendiri, maka dapat disimpulkan bahwa karakteristik morfologi *Ornithoptera croesus* yaitu suatu kajian tentang ciri-ciri yang berkaitan dengan bentuk dan struktur organ tubuh yang tampak dari luar pada spesies *O. croesus*. Umumnya karakteristik morfologi (karakter yang tampak dari luar) merupakan karakter yang dapat diidentifikasi dengan mudah oleh ahli entomologi untuk mempelajarinya.

O. croesus memiliki perpaduan warna tubuh dan pola warna sayap yang merupakan daya tarik tersendiri. *O. croesus* secara fakta memiliki variasi karakter morfologi (kualitas) warna tubuhnya bervariasi, (kuantitas) panjang tubuh juga bervariasi. Wallace (1869) mendeskripsikan ukuran rentang sayap

O. croesus jantan memiliki lebih dari 17 cm, sedangkan ukuran rentang sayap *O. croesus* betina memiliki sekitar 17-20 cm, sayap betina lebih besar dari sayap jantan.

Collins & Morris, (1985) mendeskripsikan bahwa *O. croesus* jantan memiliki lebar sayap 130-150 mm dan *O. croesus* betina 160-190 mm. Selanjutnya Peggie (2011) menyatakan bahwa *O. croesus* jantan memiliki rentang sayap 13,0-15,5 cm, dan panjang sayap depan 7,5-9,7 cm, dan *O. croesus* betina memiliki rentang sayap 14,5-19,0 cm, dan panjang sayap depan 9,6-11,3 cm.

Wallace (1869) selain mendeskripsikan morfologi *O. croesus*, ia juga mendeskripsikan pola warna tubuh dan sayap *O. croesus* jantan maupun betina. *O. croesus* jantan memiliki warna beludru oranye hitam dan berapi-api, serta warna hijau sama dengan spesies yang serumpun, sedangkan *O. croesus* betina berwarna gelap ditandai dengan bintik-bintik putih dan kuning. Selanjutnya Collins & Morris, (1985) mendeskripsikan bahwa *O. croesus* jantan memiliki sayap beludru hitam dan berapi-api oranye. Bagian bawah sayap terdapat beberapa bintik hijau, pada sayap bagian depan terdapat beberapa bintik-bintik emas yang berukuran besar, permukaan sayap secara

umum berwarna hitam, pada sayap belakang memiliki warna oranye atau merah, pada bagian tepi luar ada beberapa bintik emas kecil dan beberapa bintik-bintik hitam kecil. *O. croesus* jantan juga memiliki warna sayap kuning oranye atau daerah merah di sayapnya. Kepala dan dada berwarna hitam, perut berwarna kuning. *O. croesus* betina memiliki sayap berwarna coklat gelap, pada bagian bawah terdapat bintik-bintik kekuningan dan abu-abu, terdapat pula beberapa bintik-bintik putih ditandai dengan garis chevrons kuning, kepala dan dada berwarna coklat kehitam-hitaman.

Peggie (2011) menyatakan bahwa warna tubuh dan sayap yang terdapat pada *O. croesus* di antaranya warna hijau keemasan mengkilap, area abu-abu yang luas, oranye keemasan, putih kuning-kuningan, kuning keabu-abuan.

Selanjutnya Widiastuty (2012) mendeskripsikan karakter warna *O. croesus* jantan terdapat warna kekuningan pada bagian costal dan terdapat empat titik hitam pada masing-masing sayap bawah. Sedangkan *O. croesus* betina pada bagian sayap atas berwarna hitam dengan garis putih pada sayap atas dan pola warna putih pada sayap bagian bawah, terdapat warna hitam pada tepi sayap dan enam titik hitam pada

masing-masing sayap bawah, dan ada warna putih kecoklatan pada bagian distal dan marginal sayap depan. Terdapat pula pola warna coklat kehitaman di sepanjang tepi sayap dan di sepanjang bagian submarginal. Bagian distal sayap belakang berwarna putih kecoklatan, terdapat titik hitam yang berbaris di sepanjang tepi distal dan warna kuning di sepanjang bagian submarginal.

Diversitas (keanekaragaman) suatu spesies termasuk *O. croesus* dapat dilihat dari adanya variasi morfologi (warna dan morfometri) dimana variasi ini merupakan karakteristik morfologi yang khas misalnya ukuran tubuh yang cenderung besar, warna yang cenderung mencolok yang terdapat pada semua *O. croesus* sehingga sulit untuk dibedakan. Variasi morfologi dalam satu spesies pada umumnya sulit digunakan sebagai standar pembeda secara spesifik sehingga diperlukan teknik atau metode yang mendukung untuk pembuktian adanya variasi dalam satu spesies. Bookstein & Strauss (1982) mengemukakan bahwa morfometri merupakan metode yang dapat dideskripsikan melalui pengukuran perhitungan dan pemberian skor.

Metode morfometri merupakan suatu metode pengukuran bagian morfologi suatu organisme (kupu-

kupu). Metode ini dapat dilakukan dengan pengukuran standar terhadap bagian tubuh kupu-kupu yang meliputi: pengukuran panjang caput, panjang thorak, panjang abdomen, panjang antena, panjang sayap dan lebar sayap. Selain karakter standar yang berupa ukuran tubuh dilakukan juga pengukuran terhadap venasi sayap. Sayap merupakan organ yang terpenting untuk pergerakan kupu-kupu. Sayap kupu-kupu berupa selaput tipis dan dilengkapi dengan vena-vena sehingga memperkuat melekatnya sayap pada toraks (Makhzuni, dkk., 2013).

Pada umumnya deskripsi kupu-kupu secara kuantitas dapat dideskripsikan hasil pengukuran panjang tubuh yang bervariasi, dan secara kualitas dapat pula dideskripsikan warna tubuh dan pola warna sayapnya yang bervariasi agar dapat mengungkapkan adanya variasi warna pada spesies kupu-kupu. Penjelasan lebih terperinci dapat anda lihat pada bagian **“teknik sampling dan analisa data”**.

Keanekaragaman karakter morfologi pada suatu spesies dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor baik genotip maupun lingkungan. Salah satu faktor lingkungan adalah tipe hutan di berbagai ketinggian yang berbeda. Spesies yang diperoleh dari area yang terpisah oleh jarak yang jauh biasanya memiliki

morfologi yang berbeda. Hasil penelitian Miller (1991) diketahui bahwa variasi geografi yang dilihat dari altitude dan latitude dapat mempengaruhi ukuran tubuh (morfometri) kupu-kupu diurnal dan nokturnal di Amerika Utara. Wibowo, dkk., (2008) melaporkan bahwa terjadinya diferensiasi karakter morfometri disebabkan oleh adanya isolasi geografis, pengaruh lingkungan dan habitat populasi.

Sedangkan Futuyama (1986) menjelaskan bahwa semakin jauh jarak antar populasi semakin tinggi perbedaan karakter fenotipnya. Selanjutnya Nakamura (2003), menjelaskan semakin banyak karakter morfologi yang memperlihatkan diferensiasi pada seluruh populasi yang dikaji, maka semakin tinggi tingkat variabilitas fenotip spesies tersebut.

Diversitas (keanekaragaman) spesies dapat menunjukkan seluruh variasi yang terdapat pada makhluk hidup antar spesies (interspecies) dalam satu marga. Perbedaan antar spesies makhluk hidup dalam satu marga atau genus lebih mencolok sehingga lebih mudah diamati daripada perbedaan antar individu dalam satu spesies. Tingginya keanekaragaman individu di dalam suatu populasi menunjukkan adanya tingkat perbedaan atau hubungan kekerabatan yang jauh antara satu jenis dengan yang lainnya. Hubungan

kekerabatan yang dekat dapat diamati pada setiap individu mempunyai karakteristik sama dan atau sebaliknya. Karakteristik itu sendiri merupakan suatu penciri morfologi yang timbul pada tubuh makhluk hidup (*spesies O. croesus*).

Hubungan kekerabatan (filogenetik) merupakan salah satu aspek yang dipelajari dalam ilmu taksonomi termasuk taksonomi hewan yang mencakup dua pengertian, yaitu kekerabatan fenotip dan genotip. Kekerabatan genotip merupakan kekerabatan yang didasarkan pada hubungan filogeni antara takson yang satu dengan takson yang lain, sedangkan kekerabatan fenotip merupakan kekerabatan yang didasarkan pada persamaan dan perbedaan ciri-ciri yang tampak pada takson (Clifford & Stephenson, 1975).

Penentuan kekerabatan fenotip dapat dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Kekerabatan fenotip secara kualitatif umumnya dilakukan dengan cara membandingkan persamaan dan perbedaan suatu ciri-ciri taksonomik yang dimiliki oleh masing-masing takson. Mayr & Ashlock (1991) menyebutkan bahwa ciri taksonomik meliputi ciri morfologi, anatomi, fisiologi, ekologi, dan geografi.

Ciri yang dibandingkan sebanyak mungkin paling tidak ada 50 ciri. Makin banyak jumlah ciri yang

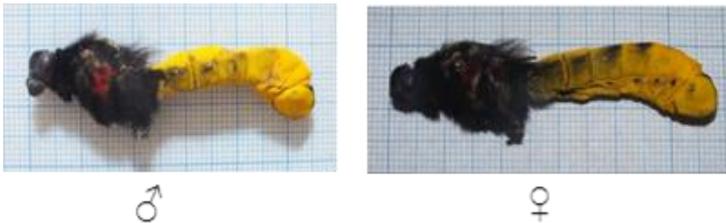
mirip antara dua takson yang dibandingkan, berarti makin dekat hubungan kekerabatannya dan sebaliknya. Hasil perbandingan antara ciri yang mirip dengan semua ciri yang digunakan berupa nilai rata-rata kemiripan ciri, sekaligus menunjukkan tingkat hubungan kekerabatan antara taksa yang dibandingkan. Nilai rata-rata kemiripan ciri, selanjutnya dapat digunakan untuk membuat fenogram (Djuhanda, 1981).

B. Mengenal Karakteristik *Morfologi Ornithoptera croesus*

Bentuk tubuh *O. croesus* sama dengan bentuk tubuh kupu-kupu pada umumnya. *O. croesus* mempunyai tiga bagian tubuh yaitu, caput, thorax dan abdomen. Sepasang antena, sepasang probosis, memiliki pula sepasang sayap depan dan sepasang sayap belakang. *O. croesus* memiliki enam kaki masing-masing; sepasang kaki depan, sepasang kaki tengah dan sepasang kaki belakang. Perbedaan-perbedaan bentuk dapat dilihat pada bentuk keseluruhan tubuh dan pola warna tubuh dan sayapnya, misalnya; ada *O. croesus* yang berbentuk tubuhnya kecil dan ada yang besar, ada yang memiliki warna tubuh dan pola warna sayap bervariasi, atau juga memiliki warna corak yang cantik dan indah dipandang tetapi ada yang terlihat biasa saja.

Tentu saja, setiap organ tubuh pada makhluk hidup pasti akan memiliki fungsi dan peran masing-masing seperti halnya organ tubuh *O. croesus*. Fungsi-fungsi organ tubuh *O. croesus* akan dibahas satu persatu berikut ini:

Seluruh Tubuh *O. croesus* (whole body *O. croesus*). Pada bagian ini terdapat kepala, dada, dan perut. Bentuk-bentuk tubuh *O. croesus* mempunyai fungsi dan ciri/karakter yang berbeda-beda, baik pada *croesus* jantan maupun pada *croesus* betina



Gambar 24. Pengukuran seluruh tubuh *O. croesus* (panjang seluruh tubuh *O. croesus* jantan adalah 5,8-6,5 cm dan panjang seluruh tubuh *O. croesus* betina adalah 5,6-6,4 cm).

- **Kepala (*Caput*)**

Pada bagian ini terdapat mulut, dan sepasang alat sensor berupa antena. Bentuk mulut seperti tabung yang menggulung (mirip belalai gajah), bentuk seperti ini digunakan untuk mengambil sari-sari bunga (nektar). Bagian

kepala ini juga berfungsi sebagai saraf pusat untuk sumber informasi.



Gambar 25. Pengukuran caput *O. croesus* (panjang caput *O. croesus* jantan adalah 0,6-0,9 cm dan panjang caput *O. croesus* betina adalah 0,5-0,9 cm).

- **Dada (*Thorax*)**

Thorax terdiri dari tiga ruas badan yang merupakan tempat tumpuan tiga pasang kaki, terdapat sepasang sayap di depan dan di belakang serta dilengkapi dengan otot-otot yang berfungsi untuk menggerakkan sayap dan kaki kupu-kupu.



Gambar 26. Pengukuran torax *O. croesus* (panjang torax *O. croesus* jantan adalah 1,3-1,8cm dan panjang torax *O. croesus* betina adalah 1,3-1,9 cm).

- **Perut (*Abdomen*)**

Abdomen memiliki fungsi sebagai saluran pencernaan dan tempat alat vital lainnya, seperti jantung, alat kelamin, serta organ-organ reproduksi yang semuanya terletak diperut.



Gambar 27. Pengukuran abdomen *O. croesus* (panjang abdomen *O. croesus* jantan adalah 3,5-4,1 cm dan panjang abdomen *O. croesus* betina adalah 3,6-2,8 cm. Sedangkan jumlah segmen abdomen *O. croesus* jantan sebanyak 7 buah dan jumlah segmen abdomen *O. croesus* betina sebanyak 6 buah).

- **Bentangan Sayap Atas**

pair of exposition on the front and back wings; exposition on the front and back wings adalah sepasang sayap atas yang berada di depan maupun sepasang sayap atas yang berada di belakang baik pada jantan maupun pada betina *O. croesus*. Sepasang bentangan sayap atas depan dan belakang berfungsi saat terbang.



♂



♀

Gambar 28. Pengukuran bentangan sayap atas *O. croesus* (panjang bentangan sayap atas *O. croesus* jantan adalah 16,0-16,6 cm dan panjang bentangan sayap atas *O. croesus* betina adalah 18,0-18,5 cm).

- **Sepasang Sayap Depan (*Pair Forewing*)**

Upper front wing and lower front wing adalah sepasang sayap depan yang berada di bagian atas dan bagian bawah.



Sepasang sayap depan bagian atas



Sepasang sayap depan bagian atas



Sepasang sayap depan bagian bawah



Sepasang sayap depan bagian bawah

Gambar 29. Pengukuran sayap depan *O. croesus* (panjang sayap depan baik kiri maupun kanan *O. croesus* jantan adalah 8,2-8,6 cm dan panjang sayap depan baik kiri maupun kanan *O. croesus* betina adalah 9,2-9,9 cm. Sedangkan lebar sayap depan baik kiri maupun kanan *O. croesus* jantan adalah 4,0-4,4 cm dan

lebar sayap depan baik kiri maupun kanan *O. croesus* betina adalah 5,0-5,4 cm).

- **Sepasang Sayap Belakang (*Pair Hind Dwing*)**

Upper back wing and under the back wing adalah sepasang sayap yang berada di belakang bagian atas dan bagian bawah.



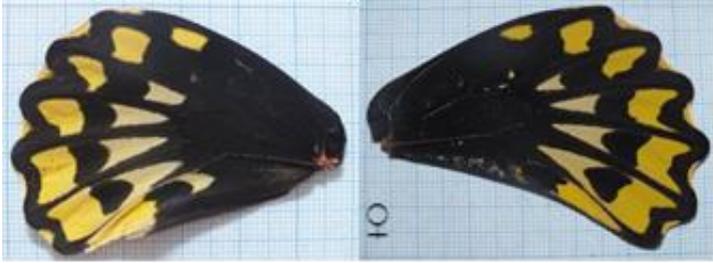
Sepasang sayap belakang bagian atas



Sepasang sayap belakang bagian atas



Sepasang sayap belakang bagian bawah

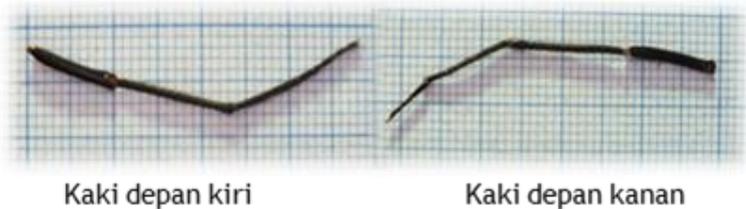


Sepasang sayap belakang bagian

Gambar 30. Pengukuran sayap belakang *O. croesus* (panjang sayap belakang baik kiri maupun kanan *O. croesus* jantan adalah 4,1-4,6 cm dan panjang sayap belakang baik kiri maupun kanan *O. croesus* betina adalah 5,1-6,5 cm. Sedangkan lebar sayap belakang baik kiri maupun kanan *O. croesus* jantan adalah 3,4-3,6 cm dan lebar sayap belakang baik kiri maupun kanan *O. croesus* betina adalah 4,2-4,6 cm).

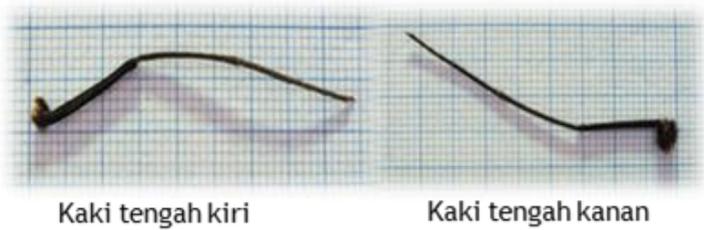
- **Kaki (Legs)**

O. croesus mempunyai sepasang kaki depan, tengah, dan belakang. Sepasang kaki tengah dilengkapi dengan sensor penciuman yang membuat kupu-kupu ini dapat “merasakan” kandungan kimia yang tempat hinggap.

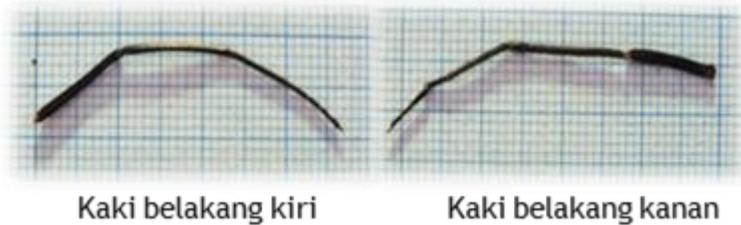


Gambar 31. Pengukuran kaki depan *O. croesus* (panjang kaki depan baik kiri maupun kanan *O. croesus* jantan adalah 3,6-3,8 cm dan panjang kaki depan baik kiri

maupun kanan *O. croesus* betina adalah 3,5-3,7 cm).



Gambar 32. Pengukuran kaki tengah *O. croesus* (panjang kaki tengah baik kiri maupun kanan *O. croesus* jantan adalah 4,0-4,5 cm dan panjang kaki tengah baik kiri maupun kanan *O. croesus* betina adalah 3,4-4,5 cm).

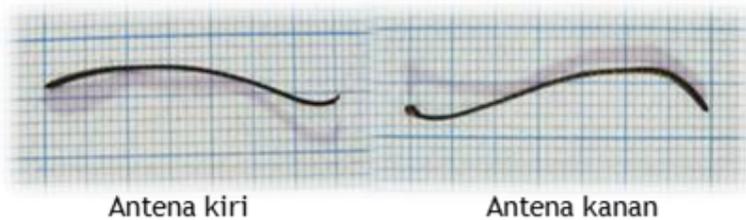


Gambar 33. Pengukuran kaki belakang *O. croesus* (panjang kaki belakang baik kiri maupun kanan *O. croesus* jantan adalah 4,5-4,8 cm dan panjang kaki belakang baik kiri maupun kanan *O. croesus* betina adalah 4,3-4,6 cm).

- **Sepasang Antena (*Pair of Antennas*)**

Antena merupakan alat sensor yang teradapat di kepala *O. croesus* dewasa. Sepasang antena ini berfungsi untuk mencium dan sebagai pengatur keseimbangan. *O. croesus* mempunyai 2

antena dengan ujung yang sedikit membulat yang disebut sebagai *antenal club*.



Gambar 34. Pengukuran antena *O. croesus* (panjang antena baik kiri maupun kanan *O. croesus* jantan adalah 3,4-3,6 cm dan panjang antena baik kiri maupun kanan *O. croesus* betina adalah 3,2-3,5 cm).

- **Probosis (*Probiscis*)**

O. croesus dewasa mengisap nektar bunga dan cairan lainnya dengan menggunakan probosis atau mulut penghisap yang seperti sedotan spiral. Ketika tidak digunakan, probosis akan digulung melingkar seperti selang air.



Sepasang probosis



probosis kiri & probosis kanan

Gambar 35. Pengukuran probosis *O. croesus* (panjang probosis baik kiri maupun kanan *O. croesus* jantan adalah 4,3-4,5 cm dan panjang probosis baik kiri maupun kanan *O. croesus* betina adalah 4,0- 4,6 cm).

- **Mata kompon (*Compound Eye*)**

Mata kompon *O. croesus* terdiri dari banyak lensa *hexagonal* seperti halnya pada mata kompon kupu-kupu lainnya. *O. croesus* mempunyai kesukaan melihat warna merah dan kuning seperti menyukai pakan pada bunga mussanda dan assoka. Umumnya kupu-kupu hanya dapat melihat warna merah, hijau dan kuning saja.



Gambar 36. Mata kiri & mata kanan *O. croesus*

- **Palp labial (*Labial palp*)**

O. croesus mempunyai palp labial untuk membantu menentukan apakah sesuatu itu merupakan makanan atau bukan.

Selanjutnya kami akan tampilkan hasil penelitian karakteristik morfometri *O. croesus* pada berbagai ketinggian tempat (20 mdpl, 200

mdpl, 400 mdpl, dan 800 mdpl) di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan dapat anda baca pada bagian berikut ini.

Data yang didapatkan dalam penelitian berupa hasil pengukuran karakter morfologi (kualitatif) *O. croesus* dengan total karakter morfologi sebanyak 14 karakter dari 32 individu *O. croesus* (16 individu jantan dan 16 individu betina). Data 14 karakter yang telah di dapatkan, selanjutnya data tersebut diubah menjadi data rasio dengan anggapan bahwa semua individu spesies *O. croesus* jantan maupun betina adalah spesies dewasa yang didapatkan di empat titik lokasi penelitian kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan. Pengukuran data rasio morfometrik telah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data pengukuran morfometrik *o. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan.

No	Spesies Karakter	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
		20 mdpl	200 mdpl	400 mdpl	800 m			
1	C:SLT	0,10	0,08	0,12	0,10	0,10	0,09	0,14
2	T:SLT	0,29	0,28	0,24	0,25	0,27	0,27	0,25
3	A:SLT	0,59	0,64	0,63	0,67	0,59	0,59	0,61
4	Pbs:STL	0,71	0,7	0,76	0,75	0,73	0,71	0,71
5	Atn:SLT	0,57	0,6	0,59	0,59	0,58	0,55	0,58
6	BSA:SLT	2,73	3,17	2,8	3,28	2,68	2,93	2,62
7	PSD:SLT	1,4	1,66	1,44	1,67	1,39	1,51	1,37
8	PSB:SLT	0,71	0,99	0,73	0,99	0,75	0,96	0,75
9	LSD:SLT	0,68	0,94	0,68	0,89	0,68	0,84	0,68
10	LSB:SLT	0,57	0,79	0,57	0,76	0,55	0,71	0,57
11	PKD:SLT	0,59	0,56	0,63	0,6	0,59	0,51	0,57
12	PKT:SLT	0,74	0,74	0,74	0,75	0,7	0,68	0,7
13	PKB:SLT	0,76	0,76	0,77	0,77	0,73	0,7	0,71
14	C:T	0,36	0,32	0,48	0,42	0,37	0,35	0,57
15	C:A	0,17	0,13	0,18	0,15	0,16	0,16	0,23
16	C:Pbs	0,14	0,12	0,15	0,13	0,13	0,13	0,2
17	C:Atn	0,18	0,14	0,2	0,17	0,17	0,17	0,24
18	C:BSA	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02	0,05
19	C:PSD	0,07	0,05	0,08	0,06	0,07	0,06	0,10
20	C:PSB	0,14	0,08	0,16	0,10	0,14	0,09	0,18
21	C:LSD	0,15	0,09	0,17	0,11	0,14	0,11	0,20
22	C:LSB	0,18	0,11	0,20	0,13	0,18	0,13	0,25
23	C:PKD	0,17	0,16	0,18	0,17	0,16	0,18	0,24
24	C:PKT	0,13	0,12	0,15	0,13	0,14	0,13	0,20
25	C:PKB	0,13	0,11	0,14	0,13	0,13	0,13	0,20
26	T:A	0,48	0,43	0,38	0,37	0,45	0,45	0,41
27	T:Pbs	0,39	0,39	0,31	0,33	0,36	0,38	0,35
28	T:Atn	0,50	0,46	0,41	0,41	0,46	0,48	0,43
29	T:BSA	0,10	0,08	0,08	0,07	0,09	0,08	0,10
30	T:PSD	0,20	0,16	0,16	0,14	0,19	0,17	0,18
31	T:PSB	0,40	0,28	0,32	0,25	0,35	0,28	0,33
32	T:LSD	0,42	0,29	0,35	0,28	0,39	0,31	0,37

33	T:LSB	0,51	0,35	0,41	0,32	0,49	0,37	0,44
34	T:PKD	0,49	0,5	0,38	0,41	0,45	0,52	0,44
35	T:PKT	0,38	0,37	0,32	0,33	0,38	0,39	0,36
36	T:PKB	0,37	0,37	0,31	0,32	0,36	0,38	0,35
37	A:Pbs	0,82	0,91	0,81	0,89	0,8	0,84	0,86
38	A:Atn	1,04	1,06	1,05	1,11	1,01	1,07	1,05
39	A:BSA	0,21	0,2	0,22	0,2	0,21	0,2	0,23
40	A:PSD	0,42	0,38	0,43	0,39	0,42	0,39	0,45
41	A:PSB	0,83	0,65	0,85	0,68	0,78	0,61	0,81
42	A:LSD	0,86	0,68	0,91	0,74	0,86	0,71	0,90
43	A:LSB	1,04	0,82	1,09	0,88	1,05	0,83	1,08
44	A:PKD	1,01	1,15	0,98	1,09	0,99	1,16	1,06
45	A:PKT	0,79	0,87	0,84	0,88	0,83	0,86	0,86
46	A:PKB	0,78	0,84	0,80	0,86	0,80	0,85	0,86
Rata-rata		0,52	0,52	0,53	0,53	0,54	0,54	0,55

Keterangan

1	SLT	=	Seluruh tubuh	8	PSD	=	Panjangsayap depan
2	C	=	Caput	9	PSB	=	Panjangsayap belakang
3	T	=	Torax	10	LSD	=	Lebar sayap depan
4	A	=	Abdomen	11	LSB	=	Lebar sayap belakang
5	Pbs	=	Probosis	12	PKD	=	Panjangkaki depan
6	Atn	=	Antena	13	PKT	=	Panjangkaki tengah
7	BSA	=	Ben tangan sayap atas	14	PKB	=	Panjangkaki belakang

Data Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa ada 14 karakter morfologi kupu-kupu *O. croesus* baik jantan maupun betina telah diukur dan dibandingkan (skala rasio) pada masing-masing karakter morfologi tubuh. Hasil yang diperoleh bahwa tidak terdapat variasi yang mencolok pada nilai karakter morfologi masing-masing individu *O. croesus* baik jantan maupun betina pada berbagai ketinggian tempat (20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl, dan 800 m dpl) di kawasan cagar alam gunung

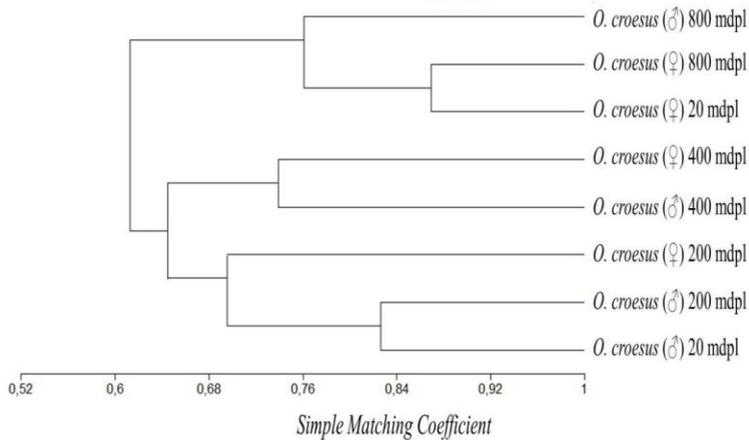
Sibela pulau Bacan. Variasi yang relative kecil pada nilai tersebut dapat dijelaskan bahwa tidak terdapat variasi ukuran tubuh (skala rasio) karakter morfologi pada masing-masing individu *O. croesus* baik jantan maupun betina.

Data Tabel 1 selanjutnya dianalisis kekerabatan yang terdiri dari analisis kesamaan matrik (jarak genetik) dan analisis dendogram. Data hasil analisis kesamaan matrik karakter morfologi kupu-kupu *O. croesus* jantan maupun betina dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data kemiripan karakter morfologi *O. croesus* kupu-kupu endemik Pulau Bacan dari ketinggian 20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl, dan 800 m dpl.

	<i>O. c</i> (♂) 20 mdpl	<i>O. c</i> (♀) 20 mdpl	<i>O. c</i> (♂) 200 mdpl	<i>O. c</i> (♀) 200 mdpl	<i>O. c</i> (♂) 400 mdpl	<i>O. c</i> (♀) 400 mdpl	<i>O. c</i> (♂) 800 mdpl	<i>O. c</i> (♀) 800 mdpl
<i>O. c</i> (♂) 20 mdpl	1							
<i>O. c</i> (♀) 20 mdpl	0,609	1						
<i>O. c</i> (♂) 200 mdpl	0,826	0,609	1					
<i>O. c</i> (♀) 200 mdpl	0,717	0,674	0,674	1				
<i>O. c</i> (♂) 400 mdpl	0,630	0,630	0,587	0,652	1			
<i>O. c</i> (♀) 400 mdpl	0,674	0,630	0,630	0,696	0,739	1		
<i>O. c</i> (♂) 800 mdpl	0,696	0,826	0,739	0,674	0,543	0,543	1	
<i>O. c</i> (♀) 800 mdpl	0,522	0,870	0,522	0,717	0,543	0,543	0,696	1

Kemiripan karakter morfologi *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan menunjukkan bahwa terdapat dua lokasi ketinggian tempat pada *O. croesus* betina yang mempunyai kesamaan matrik tertinggi yaitu 0,870 (koefisien similarity) antara *O. croesus* ♀ 800 m dpl dan *O. croesus* ♀ 20 m dpl, hal tersebut mengandung makna bahwa terdapat kemiripan yang paling banyak pada karakter morfologi. Sedangkan kesamaan matrik (koefisien similarity) terendah adalah 0,522 *O. croesus* ♀ 800 mdpl dengan *O. croesus* ♂ 20 m dpl dan *O. croesus* ♂ 200 m dpl, hal tersebut mengandung makna bahwa berdasarkan karakter morfologinya memiliki kemiripan paling sedikit atau paling tidak mirip karakter morfologinya. Berikut susunan dendrogram yang menunjukkan pengelompokan individu dalam cluster seperti Gambar 37.



Gambar 37. Data dendrogram *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan dari ketinggian 20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl, dan 800 m dpl berdasarkan karakter morfologi yang dianalisis dengan metode UPGMA.

Nilai kemiripan 0,62 terbentuk dua cluster utama yaitu cluster utama I dengan nilai kemiripan (0,76) terdiri dari *O. croesus* ♂ 800 m dpl dan *O. croesus* ♀ 800 m dpl serta *O. croesus* ♀ 20 m dpl. Cluster utama II dengan nilai kemiripan (0,64) terdiri dari *O. croesus* ♀ 400 m dpl, *O. croesus* ♂ 400 m dpl, dan *O. croesus* ♀ 200 m dpl, *O. croesus* ♂ 200 m dpl, serta *O. croesus* ♂ 20 m dpl. Cluster utama I dapat dibagi menjadi 2 subcluster yaitu subcluster 1 terdiri dari *O. croesus* ♂ 800 m dpl dan subcluster 2 terdiri dari *O. croesus* ♀ 800 m dpl dengan *O. croesus* ♀ 20

m dpl. Berdasarkan kedudukan subcluster ini diketahui bahwa sangat memungkinkan *O. croesus* ♀ 800 m dpl sangat mirip dengan *O. croesus* ♀ 20 m dpl dengan nilai kemiripan (0,870). Cluster utama II dapat dibagi menjadi 3 subcluster yaitu subcluster 1 yang terdiri dari *O. croesus* ♀ 400 m dpl, dengan *O. croesus* ♂ 400 m dpl, subcluster 2 terdiri dari *O. croesus* ♀ 200 m dpl dan subcluster 3 terdiri dari *O. croesus* ♂ 200 m dpl dengan *O. croesus* ♂ 20 m dpl dengan nilai kemiripan (0,820).

Berdasarkan kedudukan cluster utama dan subcluster yang terbentuk di atas dapat dijelaskan bahwa ketinggian tempat (kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan) tidak menentukan kedekatan genetik dengan kata lain cluster *O. croesus* dari dataran tinggi (800 m dpl) memiliki kemiripan (berkerabat) dengan cluster *O. croesus* dari dataran rendah (20 m dpl) pada cluster utama I, sedangkan cluster *O. croesus* dari dataran sedang (200 m dpl dan 400 m dpl) tersebar dalam cluster yang lain.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakter morfologi *O. croesus* pada berbagai ketinggian tempat di kawasan cagar alam gunung Sibela yang paling mirip terdapat pada kupu-kupu *O. croesus* yang

berjenis kelamin yang sama yaitu *O. croesus* betina (Tabel 2). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa jenis kelamin yang berbeda memberikan variasi warna tubuh dan sayap yang berbeda, selain itu hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa faktor ketinggian tempat di kawasan cagar alam gunung Sibela secara cluster tidak berpengaruh terhadap variasi morfologi kupu-kupu *O. croesus*. Hal ini dapat dibuktikan bahwa *O. croesus* pada ketinggian 800 m dpl (dataran tinggi) memiliki karakter morfologi yang sangat mirip dengan *O. croesus* betina pada ketinggian 20 m dpl (dataran rendah) (Gambar 4.5 data hasil dendrogram). Dengan demikian, maka dapat dijelaskan bahwa karakteristik morfologi *O. croesus* di berbagai ketinggian tempat di kawasan cagar alam gunung Sibela paling mirip terdapat pada *O. croesus* betina (Tabel 2).

Kemiripan karakter *O. croesus* betina di ketinggian 800 m dpl dengan *O. croesus* betina di ketinggian 20 m dpl ini dapat disebabkan oleh migrasi *O. croesus* betina pada beberapa ketinggian tempat di kawasan cagar alam gunung Sibela dan dipengaruhi oleh faktor lingkungan serta ketersediaan jumlah makanan pada lokasi pengamatan. Jenis makanan kesukaan kupu-kupu *O. croesus* adalah tumbuhan

mussaenda dan asoka. Pada lokasi pengamatan 20 m dpl terdapat melimpah tumbuhan mussaenda dan asoka, pada ketinggian 200 m dpl dan 400 m dpl tumbuhan mussaenda dan asoka tidak dominan terlihat, sedangkan pada ketinggian 800 m dpl tidak terdapat tumbuhan mussaenda dan asoka namun didominasi oleh tumbuhan Gusale (*Octomyrtus lanceolante*) yang memanfaatkan bunga sebagai sumber makanan.

Hal ini sejalan dengan penelitian Koneri & Saroyo (2012) menyatakan bahwa berdasarkan tipe habitat kupu-kupu didapatkan bahwa kelimpahan, kekayaan, keanekaragaman dan pemerataan spesies tertinggi ditemukan pada habitat semak dan perkebunan, yang merupakan banyaknya sumber makanan tanaman inang bagi kupu-kupu, sedangkan keanekaragaman dan pemerataan spesies terendah pada hutan primer. Selanjutnya menurut Sharma & Joshi (2009) kompleksitas struktural habitat dan keragaman bentuk vegetasi berkorelasi dengan keragaman spesies kupu-kupu. Keanekaragaman vegetasi yang tinggi akan menyebabkan tingginya keanekaragaman kupu-kupu (Van Vu & Quang Vu, 2011).

Jumlah makanan di ketinggian 800 m dpl sangat terbatas dan tidak adanya tumbuhan mussaenda dan

asoka yang disukai oleh kupu-kupu *O. croesus*, sedangkan pada ketinggian 20 m dpl terdapat melimpah tumbuhan mussaenda dan asoka. Tumbuhan mussaenda dapat tumbuh di sepanjang kawasan cagar alam gunung Sibela, umumnya kupu-kupu *O. croesus* suka memakan tanaman yang hidup di tepi sungai sebagai pakan untuk melangsungkan kelangsungan hidupnya. Kondisi tersebut dimanfaatkan oleh kupu-kupu *O. croesus* betina dari ketinggian 800 m dpl mencari tumbuhan mussaenda dan asoka sebagai sumber makanan dan melakukan kopulasi di ketinggian 20 m dpl.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Lien (2003) menyatakan bahwa pada ketinggian tempat yang lebih rendah terdapat kekayaan spesies, kelimpahan spesies dan keanekaragaman spesies cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan ketinggian tempat yang lebih tinggi, hal ini dipengaruhi oleh faktor makanan. Selanjutnya Dendang (2009) menyatakan bahwa kupu-kupu merupakan salah satu spesies hewan tergolong dalam hewan tipe nektarinidae yaitu hewan yang hidupnya mengisap sari bunga (madu).

Spesies tumbuhan/tanaman penghasil nektar yang menjadi sumber pakan *O. croesus* dewasa pada

umumnya berbunga menarik. Kupu-kupu dewasa tertarik pada warna-warna yang kontras karena spektrum warna ini dapat diterima oleh mata kupu-kupu sehingga warna bunga yang kontras dapat menimbulkan daya tarik bagi kupu-kupu dewasa (D' Abrera, 1989).

Kondisi habitat di kawasan cagar alam gunung Sibela yang di dalamnya terdapat tiga tipe habitat yaitu pada ketinggian 20 dan 200 m dpl (pemukiman dan perkebunan), ketinggian 400 m dpl (habitat hutan produksi terbatas) dan pada ketinggian 800 m dpl (hutan lindung) dan dikelilingi daerah sungai di sepanjang kawasan cagar alam gunung Sibela. Kupu-kupu *O. croesus* sering ditemukan dan mencari pakan pada daerah sungai, karena di daerah tersebut tersedia air dan mineral yang menempel pada batu-batuan disekitar habitat.

Menurut Mastrigt & Rosariyanto (2005) bahwa disekitar daerah sungai banyak ditemukan kupu-kupu yang kadang menghisap air mineral yang menempel pada pasir dan batu, salah satunya dari kelompok *Pieridae*. Selanjutnya Wallace (1869) mengemukakan bahwa kupu-kupu *O. croesus* hidup di dataran rendah yang terdapat di rawa-rawa dan tempat-tempat basah.

Analisis UPGMA pada dendrogram (Gambar 4.5) dapat dijelaskan bahwa terbentuk 2 cluster yaitu cluster 1 memiliki nilai kemiripan (similaritas) 0,76 dan pada cluster 2 memiliki nilai kemiripan 0,64, hal ini berarti *O. croesus* di berbagai ketinggian tempat (20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl dan 800 m dpl) pada kawasan cagar alam gunung Sibela memiliki keanekaragaman. Selanjutnya pada cluster 1 terdapat subcluster dengan nilai kemiripan tertinggi (0,870) pada *O. croesus* ♀ (800 m dpl) dan *O. croesus* ♀ (20 m dpl), hal ini menunjukkan bahwa terdapat kemiripan yang tinggi pada kedua kupu-kupu tersebut, demikian pula pada cluster 2 terdapat subcluster dengan nilai kemiripan tertinggi (0,820) pada *O. croesus* ♂ (200 m dpl) dan *O. croesus* ♂ (20 m dpl).

Berdasarkan penjelasan di atas dapat dijelaskan bahwa secara deskriptif pola clustering berdasarkan ketinggian tempat tidak mempengaruhi keanekaragaman genetik *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela. Nilai kemiripan tertinggi 0,870 dan 0,820 mengandung makna bahwa pada subcluster tersebut terdapat nilai disimilaritas sebesar 13% sampai 18% yang menunjukkan terdapat keanekaragaman pada level intraspecies. Level keanekaragaman intraspecies dapat dilihat

berdasarkan indikator nilai jarak genetik (Fingkelday, 2005) dan nilai disimilaritas yang nilainya maksimal 20%. Nilai disimilaritas merupakan nilai yang diperoleh dari pengurangan prosentase $100\%-x\%$ nilai similaritas (Nei & Kumar 2000).

C. Mengenal Karakteristik Warna *Ornithoptera croesus*

Karakteristik warna *O. croesus* ditunjukkan dengan adanya sisik-sisik khas pada sayapnya, sisik tersebut memberikan corak dan warna pada warna sayapnya. Keunikan warna pada tubuh *O. croesus* ini menarik perhatian untuk dikaji lebih lanjut dan memiliki potensi sebagai sumber obyek wisata biologi, dan konservasi spesies endemik di pulau Bacan. Keindahan dan corak warna sayap *O. croesus* memiliki daya tarik tersendiri dan mampu memikat hati banyak orang dan peneliti akan selalu mengkaji dan mengidentifikasi karakter morfologi yang berkaitanya dengan karakteristik pola warna tubuh dan warna sayap *O. croesus*.

Dalam penelitian Mas'ud (2018) menemukan ada indikator suatu proses perubahan yang terjadi pada warna sayap *O. croesus* betina yang telah dikemukakan oleh Wallace pada tahun 1859. Temuan dalam penelitian tersebut adalah; 1) secara umum, *O.*

croesus jantan dan betina (karakterisasi pembeda) memiliki perbedaan warna tubuh dan warna sayap yang jelas, 2) terdapat perbedaan spesifik warna sayap *O. croesus* betina di bagian bawah yang memiliki beberapa bintik putih keemasan dan ada yang memiliki beberapa bintik putih dan kuning keemasan, ada yang terdapat variasi bercak warna bintik-bintik putih pada sayap depan bagian bawah, dan ada juga terdapat warna coklat pucat pada seluruh permukaan warna sayap, terdapat bintik putih keemasan yang menyambung langsung ke bintik kuning keemasan.

Secara umum *O. croesus* betina memiliki sayap di bagian bawah terdapat sesekali bintik-bintik kekuningan abu-abu, terdapat pula beberapa bintik-bintik putih ditandai dengan garis chevrons kuning, (Wallace, 1869; Collins & Michael, 1985; Peggie, 2011; Widiastuty, 2012). Temuan dalam penelitian Mas'ud (2018) menunjukkan adanya fenomena baru yang memperbaharui hasil deskripsi Wallace (1869) tentang karakter warna sayap khususnya *O. croesus* betina. Tabel 3 dan Gambar 38-41 di bawah ini dapat memberikan informasi baru tentang *O. croesus* yang ditemukan di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan.

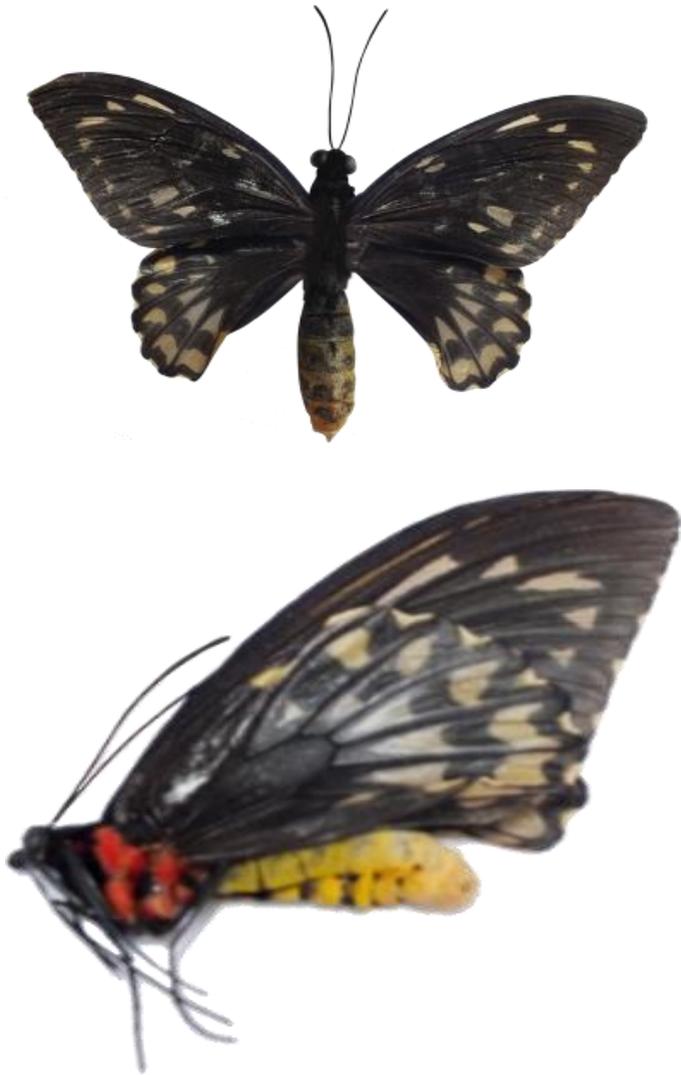
Tabel 3. Deskripsi warna tiap bagian tubuh dan pola warna sayap *O. croesus* jantan dan betina.

No	Bagian-Bagian Tubuh	Jantan	Betina
1	Caput	warna hitam	warna coklat kehitam-hitaman
2	Antena	warna hitam	warna hitam
3	Probosis	warna hitam	warna hitam
4	Mata	warna coklat gelap	warna coklat gelap
5	Torax atas	warna hitam, dengan bintik kecil memanjang di bagian tengah atas dada berwarna hijau keemasan	warna coklat gelap dengan bintik kecil memanjang di bagian tengah atas dada berwarna kuning hijauan.
6	Torax bawah	warna hitam, strep merah dan strep kecoklatan meluar pada pinggir dada	warna coklat gelap dengan sisi berwarna merah meluas pada pinggir dada
7	Abdomen	warna kuning dan sisiknya berbintik-bintik hitam serta pada bagian tepi jenis kelaminya berwarna hitam	warna putih kecoklatan bagiar atas dan kuning bagian bawah menyebar ke bagian belakang yang umumnya lebih kuning dengan garis titik coklat membujur searah garis segmen
8	Kaki	warna hitam	warna hitam
9	Sayap depan bagian atas	memiliki warna hitam dengan strep kuning keemasan pada bagian tengah dan sedikit ditandai warna kehijauan pada bagian proximal serta ditepi luar sayap ada beberapa emas kecil.	memiliki warna coklat gelap c terdapat beberapa bintik-bintik putih di bagian distal dan marginal sayap depan, ditandai dengan garis kuning ditepi luarnya.

10	Sayap depan bagian bawah	memiliki warna hitam kecoklatan dan dibagian tengahnya berbintik-bintik kehijauan	temuan dalam penelitian ini yaitu, pada ketinggian 800 md pada warna sayap betina terdapat variasi bercak bintik-bintik warna putih pada sayap depan bagian bawah.
11	Sayap belakang bagian atas	memiliki warna hitam kecoklatan melingkar, dengan warna kuning keemasan ditengahnya memiliki garis dan berbintik hitam kecil.	memiliki warna coklat gelap. Pada distal sayap belakang berwarna putih kecoklatan, terdapat titik hitam yang berbaris di sepanjang tepi distal dan warna kuning di sepanjang bagian submarginal.
12	Sayap belakang bagian bawah	memiliki warna hitam yang melingkar, bergaris ditengahnya dan berbintik-bintik hitam serta berwarna kuning keemasan dan hijau di tengah.	temuan dalam penelitian ini adalah; 1) pada ketinggian 20 mdpl pada warna sayap betina bagian bawah yang memil beberapa bintik putih keemasan dan ada yang memiliki beberapa bintik putih dan kuning keemasa 2) pada ketinggian 200 mdpl pada warna sayap betina terdapat warna coklat pud pada seluruh permukaan warna sayap 3) pada ketinggian 400 mdpl pada warna sayap betina terdapat bintik putih keemasan yang menyambi langsung ke bintik kuning keemasan.



Gambar 38. Karakter warna sayap *O. croesus* betina bagian bawah yang memiliki beberapa bintik putih keemasan dan ada yang memiliki beberapa bintik putih dan kuning keemasan.



Gambar 39. Karakter warna *O. croesus* betina yang mengalami warna sayap coklat pucat pada seluruh permukaan warna sayapnya.



Gambar 40. Karakter warna *O. croesus* betina yang mengalami warna sayapnya terdapat bintang putih keemasan yang menyambung langsung ke bintang kuning keemasan.



Gambar 41. Karakter warna *O. croesus* betina yang mengalami warna sayapnya terdapat variasi bercak warna bintik-bintik putih pada sayap depan bagian bawah.

Berdasarkan data Tabel 2 dan Gambar 38-41, maka temuan dalam penelitian Mas'ud (2018) yaitu pada analisis deskriptif kualitatif menunjukkan bahwa: 1) secara umum, kupu *O. croesus* jantan dan betina (karakterisasi pembeda) memiliki perbedaan warna tubuh dan warna sayap yang jelas. 2) terdapat perbedaan spesifik pada warna sayap *O. croesus* betina di empat lokasi ketinggian. 3) Temuan lain dari penelitian ini adalah; a) pada ketinggian 20 mdpl pada warna sayap betina bagian bawah yang memiliki beberapa bintik putih keemasan dan ada yang memiliki beberapa bintik putih dan kuning keemasan. b) pada ketinggian 200 mdpl pada warna sayap betina terdapat warna coklat pucat pada seluruh permukaan warna sayap. c) pada ketinggian 400 mdpl pada warna sayap betina terdapat bintik putih keemasan yang menyambung langsung ke bintik kuning keemasan, dan d) pada ketinggian 800 mdpl pada warna sayap betina terdapat variasi bercak warna bintik-bintik putih pada sayap depan bagian bawah. Temuan dalam penelitian ini menunjukkan adanya fenomena baru yang memperbaharui hasil deskripsi Wallace (1859) tentang karakter warna sayap khususnya pada kupu *O. croesus* betina.

Keanekaragaman pola warna *O. croesus* nampak pada perbedaan corak warna tubuh dan sayapnya. Wallace (1869) menyatakan bahwa karakter warna tubuh *O. croesus* jantan dan betina secara umum sangat bervariasi terutama pada warna sayap *O. croesus*. Variasi dan corak warna merupakan perpaduan antara faktor genetika dan lingkungan. Salah satu faktor lingkungan yang dapat berpengaruh pada fenotip kupu-kupu adalah ketinggian tempat.

Beberapa penelitian tentang pengaruh faktor ketinggian tempat terhadap ekspresi genetik dan warna tubuh kupu-kupu antara lain: Brown (1962) menyatakan terdapat variasi panjang tubuh dan warna sayap pada kupu-kupu *Draco* (Hysperidae) pada berbagai ketinggian tempat. Hal yang sama dikemukakan oleh Prakash & Arya (2007) tentang adanya keanekaragaman spesies kupu-kupu pada berbagai gradien ketinggian di India barat. Selanjutnya Forsman, dkk. (2002) menyatakan bahwa pada morfologi warna sayap kupu-kupu yang berbeda-beda dipengaruhi oleh faktor genetik, akan tetapi responnya juga dipengaruhi oleh adanya tingkat pemanasan dari lingkungan hidupnya.

Lebih lanjut Smetacek (2001) menyatakan bahwa terdapat variasi warna tubuh kupu-kupu, hal ini

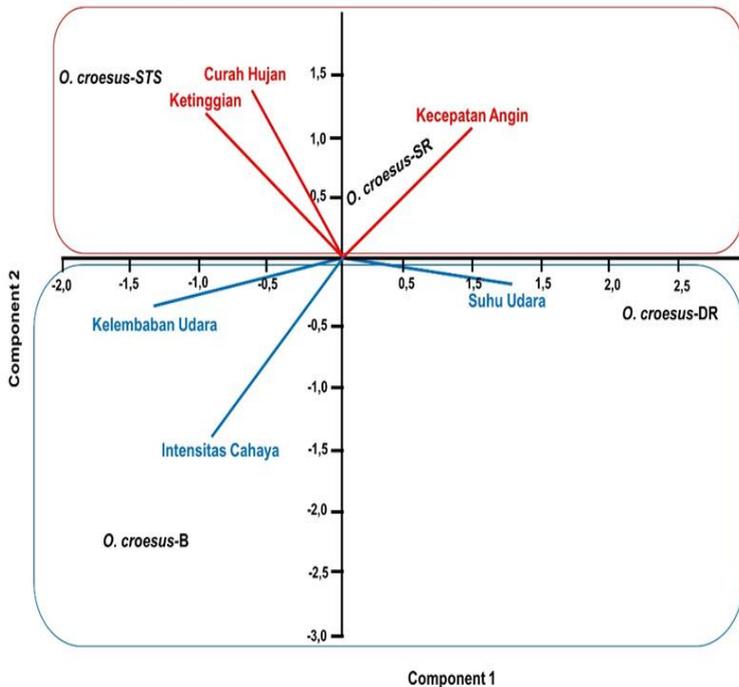
terjadi karena fenomena variasi genetik. Pernyataan tersebut sesuai dengan Zvereva & Rank (2003) yang menyatakan bahwa variasi fenotipe pada suatu spesies serangga (kupu-kupu) dapat terjadi akibat adanya interaksi genetik dan lingkungan. Demikian pula Sartiami, dkk. (1999) menyatakan bahwa pada spesies serangga, kondisi suhu yang lebih rendah cenderung meningkatkan ekspresi gen melanin yang berfungsi pada proses melanisasi (perubahan warna kulit) pada serangga, sehingga serangga yang hidup pada lingkungan suhu yang lebih rendah umumnya berwarna lebih gelap.

D. Pengaruh Lingkungan Terhadap Morfologi Kupu-Kupu *Ornithoptera croesus*

Bagian dari Sub-Bab ini, penulis menjelaskan bagaimana karakteristik tubuh, warna tubuh dan pola warna sayap *O. croesus* dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan baik pada ketinggian (20 mdpl, 200 mdpl, 400 mdpl, dan 800 mdpl,). Pengukuran faktor lingkungan yang diasumsikan berpengaruh terhadap keanekaragaman *O. croesus* pada beberapa hotspot (ketinggian tempat). Beberapa faktor lingkungan yang diukur adalah curah hujan, kecepatan angin (data

sekunder) dan data suhu udara, kelembaban dan intensitas cahaya (data primer).

Berikut hasil analisis kontribusi faktor lingkungan terhadap keanekaragaman *O. croesus* di berbagai ketinggian tempat.



Gambar 42. Analisis faktor lingkungan berdasarkan *Principal Component Analysis* (PCA) pada hotspot *O. croesus* di Ketinggian tempat.

Hasil analisis faktor lingkungan dengan menggunakan Analisis PCA (*Principal Component Analysis*) diketahui bahwa faktor lingkungan yang berpengaruh pada keanekaragaman intraspecies *O. croesus* antara lain: curah hujan, ketinggian, kelembaban, intensitas cahaya, dan suhu udara. Analisis PCA menjelaskan bahwa berdasarkan kontribusi dari beberapa faktor lingkungan tersebut terbentuk dua kelompok *hotspot* yang memiliki keanekaragaman *O. croesus* yang berbeda yaitu kelompok I terdiri dari *hotspot* Sungai Ra (SR) 400 m dpl dan Sibela Telaga sago (STS) 800 m dpl keanekaragaman *O. croesus* disini dipengaruhi oleh faktor curah hujan, ketinggian dan kecepatan angin.

Pada kelompok ini diketahui bahwa di *hotspot* STS faktor lingkungan yang paling berkontribusi terhadap keanekaragaman *O. croesus* adalah curah hujan dan ketinggian tempat yang memiliki korelasi negatif dan berkontribusinya terhadap keanekaragaman *O. croesus*, sedangkan pada *hotspot* SR faktor lingkungan yang paling berpengaruh adalah kecepatan angin, di Sungai Ra (SR) kecepatan angin berkorelasi positif terhadap keanekaragaman *O. croesus*.

Pada kelompok II terdiri dari *hotspot* Dataran Rendah (DR) 20 m dpl dan Balitro (B) 200 m dpl dengan

faktor lingkungan yang berpengaruh adalah intensitas cahaya, kelembaban, dan suhu udara. Pada kelompok II hotspot Dataran Rendah (DR) faktor lingkungan yang paling berpengaruh adalah dan suhu udara berkorelasi positif dengan keanekaragaman *O. croesus*, sedangkan pada hotspot Balitro (B), faktor lingkungan yang berpengaruh adalah intensitas cahaya dan kelembaban, faktor-faktor ini berkorelasi positif dan memberikan kontribusi terhadap keanekaragaman *O. croesus*.

Menurut Borror, dkk. (1996) kelembaban yang dibutuhkan oleh kupu-kupu untuk berkembang biak berkisar antara 84-92%. Umumnya faktor lingkungan dan kondisi habitat memberikan kontribusi terhadap viabilitas kupu-kupu dan mendukung pola adaptasi morfologi (ukuran tubuh, pola sayap dan warna tubuh) sehingga dapat diukur adanya keanekaragaman intraspesies (keanekaragaman genetik) (Dendang, 2009; Subahar & Yuliana, 2010; Peggie, 2011).

Secara umum faktor lingkungan yang berkontribusi dalam penelitian ini terdiri dari: keadaan iklim mikro (suhu udara, kelembaban dan curah hujan), Topografi (ketinggian tempat 20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl dan 800 m dpl) serta tipe vegetasi (jenis hotspot disetiap ketinggian tempat). Hal ini sesuai dengan

pendapat Jumar (2000) yang menyatakan bahwa faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap habitat kupu-kupu berupa faktor fisik seperti suhu udara, kelembapan udara, curah hujan, cahaya, angin atau dikenal dengan faktor iklim dan topografi, faktor makanan seperti vegetasi, dan faktor hayati seperti predator.

Keragaman Spesies atau yang dikenal dengan kekayaan jenis adalah jumlah spesies yang beragam yang hidup di lokasi tertentu (Primack, dkk., 2007). Keragaman spesies dipengaruhi oleh keadaan iklim yang dapat mendukung dan mempengaruhi keanekaragaman intraspesies kupu-kupu (bentuk, ukuran, warna, dan sayap).

Analisis PCA (*Principal Component Analysis*) terhadap kupu-kupu *O. croesus* di empat ketinggian tempat (20 mdpl, 200 mdpl, 400 mdpl, dan 800 mdpl) di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan. (Gambar 42) telah diketahui bahwa tahapan pertumbuhan dan perkembangan *O. croesus* yang meliputi ukuran variasi tubuh dan sayap serta massa tumbuh dipengaruhi oleh suhu udara, kelembaban, intensitas cahaya dan kecepatan angin, faktor-faktor ini berkorelasi positif dengan keberadaan *O. croesus* pada empat ketinggian tempat.

Roff (1980) menyatakan apabila waktu yang tersedia untuk tiap-tiap fase perkembangan terbatas dikarenakan suhu yang ekstrim (seperti musim dingin), maka kupu-kupu cenderung mempercepat fase dewasa. Fenomena ini sejalan dengan pernyataan Wibowo (2008) yang menyatakan bahwa variasi morfologi pada kupu-kupu karena pengaruh faktor lingkungan. Menurut Primack, dkk. (2007) ketinggian tempat atau topografi bersama dengan faktor lain seperti iklim akan menentukan kekayaan spesies pada tingkat habitat. Keanekaragaman intraspesies *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan pada kawasan cagar alam gunung Sibela cenderung dipengaruhi oleh faktor lingkungan (curah hujan, ketinggian, kelembaban, intensitas cahaya dan suhu udara) selain ketersediaan pakan di berbagai ketinggian tempat. Menurut Syafitri, dkk. (2010) menyatakan bahwa faktor abiotik mempengaruhi siklus hidup dan kemampuan bertahan hidup serangga.

BAB V

Karakteristik Molekuler-RAPD *Ornithoptera croesus* (Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan)

A. Pengantar

Sejak ditemukannya *Ornithoptera croesus* oleh Wallace pada tahun 1859 dan pada saat ini dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan di bidang genetika molekuler. Maka seiring dengan itu para peneliti telah mempelajari keanekaragaman gen pada kupu-kupu untuk mengungkap adanya variasi genetik baik ditingkat populasi maupun ditingkat spesies.

Kajian morfologi kupu-kupu *Ornithoptera spp* sudah banyak peneliti mendeskripsikanya dengan menggunakan metode morfometrik, namun sampai saat ini para peneliti belum mengungkap keragaman genetik intraspesies *O. croesus* dengan menggunakan marka molekuler. Peneliti sebelumnya hanya mengungkap tentang sistematika molekuler kupu-kupu *Birdwing (Papilionidae)* dengan menggunakan gen mitokondria NDS oleh Kondo, dkk. (2003) dengan mengungkapnya kupu-kupu *birdwing* termasuk tiga generasi, (*Trogonoptera, Troides dan Ornithoptera*) adalah keturunan dari satu nenek moyang dan

monofiletik, namun *O. croesus* tidak dianalisis dalam penelitian ini.

Banyak publikasi tentang kupu-kupu *birdwing*, namun penulis hanya menemukan tulisan para peneliti sebelumnya tentang pelacakan proses evolusi dan keturunan dari kupu-kupu *birdwing* (*Papilionidae*) misalnya diteliti & Zeuner (1943) menyatakan taksonomi *Trogonoptera*, *Troides* dan *Ornithoptera* dengan *geohistory* dari kepulauan Indo Australia, mengingat pergeseran benua. Analisis sistematis berdasarkan DNA untuk berbagai kupu-kupu *Troidine* termasuk *Ornithoptera* oleh Morinaka, dkk. (2000). Kondo, dkk. (2003) menunjukkan bahwa *O. euphorion* bukanlah subspecies dari *O. priamus*. Dalam penelitiannya Morinaka, dkk. (2000) menunjukkan bahwa *O. aesacus* dan *O. priamus* merupakan satu nenek moyang yang sama. Morinaka, dkk. (1999); Morinaka, dkk. (2000) melakukan penelitian baru tentang filogeni DNA kupu-kupu *birdwing* untuk mengungkapkan hubungan kekerabatan antara *Troidine*, *Troides* dan *Ornithoptera*. Namun sampai saat ini belum terungkap secara molekuler baik diversitas maupun hubungan kekerabatan *O. croesus*.

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa *O. croesus* telah disebutkan oleh Wallace (1869) yaitu kupu-kupu

dari Australasia/Indomalaya ecozone (Australia). Pernyataan ini menjelaskan bahwa *O. croesus* adalah bagian dari kupu-kupu *birdwing* (kupu-kupu bersayap burung keemasan) yang berasal dari Australia dan merupakan bagian dari famili *Papilionidae*. *O. croesus* terlihat cantik dan sangat menarik dengan warna kuning keemasan yang unik serta menarik untuk dipandang, namun sampai saat ini masih belum ada penelitian dan informasi tentang diversitas intraspesies *O. croesus* berdasarkan karakter marka molekuler.

Beberapa publikasi yang mengungkap adanya keanekaragaman genetik kupu-kupu secara morfologi memiliki kemiripan misalnya Sharma, dkk. (2006) mengungkap tentang dua spesies *Catopsilia sp* telah ditandai pada tingkat molekuler RAPD-PCR adanya variasi genetik antar spesies. Ashish, dkk. (2009) meneliti tentang hubungan genetik antara beberapa kupu-kupu *Lycaenidae* dengan teknik RAPD membedakan lima spesies morfologi pada kupu *Lycaenidae* dan kesamaan genetik. Karakterisasi molekuler empat kupu-kupu yang memiliki kemiripan morfologi dengan menggunakan teknik RAPD oleh Ashish, dkk. (2010). Sharma, dkk. (2010) meneliti tentang karakterisasi genetik dua spesies *Catopsilia* melalui teknik RAPD dengan menggunakan primer acak

(P1, P2, P3). P1 menunjukkan adanya kesamaan, P2 menunjukkan adanya perbedaan antara kedua jenis kelamin, P3 menunjukkan hubungan antara jantan dan betina. Zothansangi, dkk. (2011) meneliti tentang variasi genetik dua spesies yang samar pada *Cirrochroa* dengan teknik RAPD-PCR menunjukkan adanya variasi genetik dengan kemiripan antara kedua spesies kriptik (samar).

Penelitian bidang biosistemika dan genetika kupu-kupu khususnya kajian keanekaragaman genetik dan biologi populasi dengan penanda molekuler RAPD telah banyak dilakukan. Teknik penanda molekuler RAPD telah menyediakan alat penting yang memudahkan penilaian keragaman genetik dan memfasilitasi genetik, klasifikasi, inventarisasi dan studi filogenetik. RAPD penanda sangat baik dan cocok untuk digunakan dalam sampel besar di seluruh sistem yang dibutuhkan untuk genetika populasi dalam penelitian keanekaragaman hayati.

Pada beberapa tahun terakhir telah banyak ditemukan penanda molekuler dalam kategori barcode DNA yaitu: *cytochrome oxidase* (CO1 & CO2), *phosphoglucose Isomerase* (Pgi), *lephidoprean-Lep* dan *gliserat*, *3 posphorilase* (G3P) sebagai penanda molekuler (marker) yang ditawarkan dengan berbagai

kelebihannya sebagai *advance* teknologi dalam penelitian molekuler. Namun pada penelitian Mas'ud (2016) untuk mendeteksi awal keragaman genetik (polimorfik) digunakan penanda molekuler RAPD. Telah terbukti bahwa teknologi RAPD merupakan salah satu teknik yang memproduksi secara cepat mengkopi DNA atau kode basa nitrogen yang dapat digunakan untuk pemeriksaan variasi genomik dan untuk memperkirakan hubungan kekerabatan antar spesies maupun antar individu pada satu spesies (intraspecies). RAPD merupakan salah satu teknik yang memiliki karakteristik yang tidak terkait dengan sesuatu gen saja, dan menggunakan primer acak untuk mendeteksi urutan band dan polimorfisme DNA pada genom dengan cepat dan efisien pada spesies *O. croesus*. Melalui informasi polimorfisme dalam intraspecies *O. croesus*, maka diharapkan dapat memberikan informasi pendukung untuk dilakukannya riset lanjutan dengan menggunakan barcode DNA untuk kajian yang lebih spesifik.

Metode tradisional untuk mengidentifikasi spesies oleh karakter morfologi secara bertahap digantikan oleh studi molekuler yang lebih handal karena beberapa keterbatasan data morfologi. Sejak ditemukan teknologi PCR (*polymerase chain reaction*)

oleh Mullis & Faloona (1987), penanda molekuler DNA diaplikasikan pada berbagai bidang, baik yang menggunakan primer acak yang tidak memerlukan informasi sekuen DNA maupun memerlukan informasi sekuen DNA. Teknologi PCR terus disederhanakan dan dikembangkan, sehingga mempunyai kecepatan tinggi, efisiensi dan kesuksesan dalam mendeteksi berbagai tipe variasi DNA yang tinggi. Ketahanan dan kesederhanaan teknik ini secara luas digunakan dalam mengkopi DNA kupu-kupu, aliran gen antara populasi, evaluasi struktur populasi genetik, penentuan hubungan genetik, dan filogenetik.

B. Karakteristik Molekuler-RAPD *Ornithoptera croesus*

Fenotip suatu individu menggambarkan karakter morfologi, fisiologi, anatomi, dan biokimia. Fenotip muncul sebagai hasil perwujudan atau ekspresi genotip pada lingkungan terkait (Primack, dkk., 2007). Sedangkan hubungan kekerabatan genetik intraspesifik di antara kupu-kupu dilihat dari penanda primer yang menghasilkan *band* tertentu dalam spesies yang diteliti, hal ini menunjukkan variasi genetik dalam spesies itu sendiri. RAPD-PCR banyak digunakan untuk mencetak tipe DNA *necrophageous insekta*, aliran gen antar populasi, antar spesies dan antara individu serta

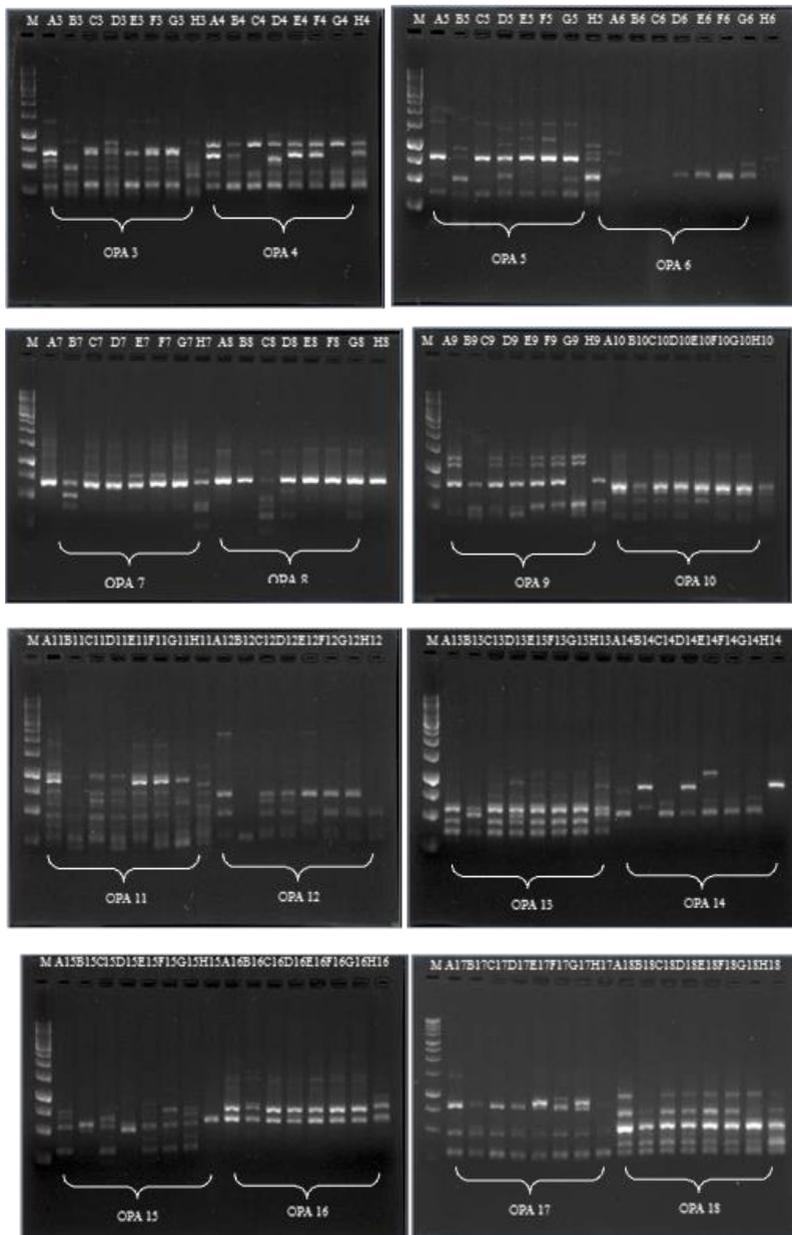
hubungan kekerabatan dalam populasi, spesies sampai pada individu dalam spesies itu sendiri.

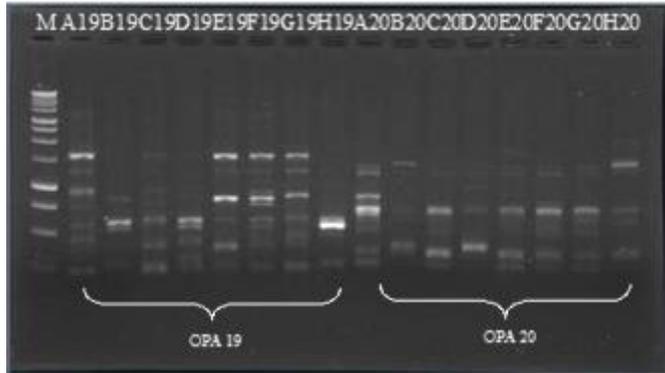
Selanjutnya kami tampilkan hasil penelitian karakteristik marka molekuler-RAPD *O. croesus* pada berbagai ketinggian tempat (20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl, dan 800 m dpl) di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan. Data penelitian yang digunakan adalah hasil pengukuran terhadap kemunculan pita DNA (band) dari *O. croesus* dengan total sampel sebanyak 8 individu (4 individu jantan dan 4 individu betina) seperti pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Data primer RAPD, urutan dan polymorphic % *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan dari ketinggian 20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl, dan 800 m dpl berdasarkan kehadiran pola pita DNA-RAPD yang dianalisis dengan metode UPGMA

Primer	Seq 5 to 3	Seq 5 to 3 bands	Polymorphic bands	Monomorphic bands	Polymorphism (%)
OPA-1	CAG GCC CTT C	07	06	01	85,71
OPA-2	TGC CGA GCT G	03	02	01	66,66
OPA-3	AGT CAG CCA C	11	11	00	100
OPA-4	AAT CGG GCT G	07	04	03	57,14
OPA-5	AGG GGT CTT G	13	11	02	84,61
OPA-6	GGT CCC TGA C	05	05	00	100
OPA-7	GAA ACG GGT G	10	09	01	90
OPA-8	GTG ACG TAG G	09	08	01	88,88
OPA-9	GGG TAA CGC C	09	09	00	100
OPA-10	GTG ATC GCA G	08	06	02	75
OPA-11	CAA TCG CCG T	17	17	00	100
OPA-12	TCG GCG ATA G	08	08	00	100
OPA-13	CAG CAC CCA C	08	05	03	62,5
OPA-14	TCT GTC CTG G	09	09	00	100
OPA-15	TTC CGA ACC C	09	09	00	100
OPA-16	AGC CAG CGA A	07	06	01	85,71
OPA-17	GAC CGC TTG T	08	06	02	75
OPA-18	AGG TGA CCG T	06	02	04	33,33
OPA-19	CAA ACG TCG G	14	14	00	100
OPA-20	GTT GCG ATC C	12	11	01	91,66
Total		180	158	22	84,81

Total pita yang dihasilkan sebanyak 180 pita dengan kriteria 158 polimorfik dan 22 monomorfik, hasil ini dilihat dari pola pita DNA yang muncul pada foto DNA. Rata-rata persentase polimorfisme adalah 84,81%, pada primer OPA 1-20. Selanjutnya dilakukan analisis kesamaan matrik berdasarkan pola kemunculan pita DNA (profil DNA) dengan skoring 1 untuk pita DNA yang muncul dan skoring 0 untuk pita DNA yang tidak muncul disetiap primer OPA 1-20. Profil pita DNA seperti yang disajikan pada Gambar 43 di bawah ini.





Gambar 43. RAPD pola pita 8 individu *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan dengan primer OPA 3-20.

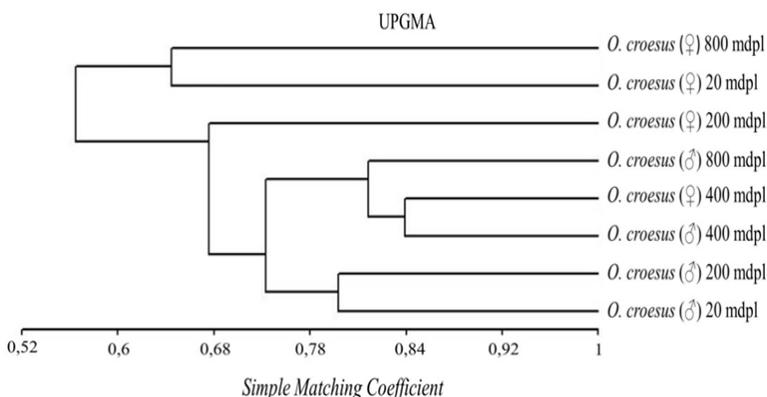
Berdasarkan profil pita DNA di atas maka dapat dianalisis kesamaan matrik *O. croesus* berdasarkan kehadiran pola pita DNA-RAPD yang dianalisis dengan metode UPGMA seperti disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Kesamaan matriks *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan dari ketinggian 20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl, dan 800 m dpl berdasarkan kehadiran pola pita DNA-RAPD yang dianalisis dengan metode UPGMA

	O. c (♂) 20 mdpl	O. c (♀) 20 mdpl	O. c (♂) 200 mdpl	O. c (♀) 200 mdpl	O. c (♂) 400 mdpl	O. c (♀) 400 mdpl	O. c (♂) 800 mdpl
O. c (♂) 20 mdpl	1						
O. c. (♀) 20 mdpl	0,550	1					
O. c (♂) 200 mdpl	0,783	0,600	1				
O. c. (♀) 200 mdpl	0,644	0,650	0,761	1			
O. c (♂) 400 mdpl	0,689	0,572	0,739	0,678	1		
O. c. (♀) 400 mdpl	0,733	0,606	0,772	0,689	0,833	1	
O. c (♂) 800 mdpl	0,639	0,556	0,744	0,639	0,761	0,839	1
O. c. (♀) 800 mdpl	0,650	0,522	0,539	0,533	0,533	0,578	0,606

Nilai kesamaan matrik tertinggi adalah 0,833% pada *O. croesus* ♂ 800 m dpl dan *O. croesus* ♀ 400 m dpl, hal tersebut memiliki makna bahwa terdapat kemiripan yang paling banyak antara *O. croesus* ♂ 800 m dpl dan *O. croesus* ♀ 400 m dpl berdasarkan analisis RAPD. Nilai kesamaan matrik terendah adalah 0,522% pada *O. croesus* ♀ 800 m dpl dan *O. croesus* ♀ 20 m dpl.

Dendrogram yang dihasilkan dari rata-rata kesamaan matrik 20 primer OPA yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 48.



Gambar 44. Dendrogram *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan dari ketinggian 20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl, dan 800 m dpl berdasarkan kehadiran pola pita DNA-RAPD yang dianalisis dengan metode UPGMA

Nilai kemiripan 0,56 terbentuk dua Kelompok utama yaitu kelompok utama I terdiri dari *O. croesus* ♀ 800 m dpl dan *O. croesus* ♀ 20 m dpl. Kelompok utama II terdiri dari *O. croesus* ♀ 200 m dpl, *O. croesus* ♂ 800 m dpl, *O. croesus* ♀ 400 m dpl, dan *O. croesus* ♂ 400 m dpl, *O. croesus* ♂ 200 m dpl, dan *O. croesus* ♂ 20 m dpl. Nilai kemiripan 0,69 terbentuk tiga subcluster utama yaitu *O. croesus* ♀ 200 m dpl, paling berbeda sebagai subcluster 1, subcluster 2 terdiri dari *O. croesus* ♂ 800 m dpl, *O. croesus* ♀ 400 m dpl, dan *O. croesus* ♂ 400 m dpl yang memiliki nilai kemiripan 0,80. Sedangkan subcluster 3 terdiri dari *O. croesus* ♂ 200 m dpl, dan *O. croesus* ♂ 20 m dpl dengan nilai kemiripan 0,79.

Diversitas intraspesies (keanekaragaman genetik) *O. croesus* dengan marka molekuler RAPD memiliki nilai polimorfisme sebesar 84,81%, dengan menggunakan primer OPA 1 sampai dengan OPA 20 (Tabel 4). Hal ini membuktikan bahwa terdapat keanekaragaman intraspesies (genetik) yang tinggi pada *O. croesus*. Nilai index kemiripan (koefisien similarity) tertinggi 0,833 terdapat pada *O. croesus* ♂ 800 m dpl dan *O. croesus* ♀ 400 m dpl (Tabel 5), hal

tersebut memiliki makna bahwa terdapat kemiripan yang paling banyak atau antara *O. croesus* 🏠 800 m dpl dan *O. croesus* 📍 400 m dpl memiliki jarak genetik terdekat berdasarkan analisis RAPD. Nilai koefisien similarity terendah adalah 0,522 pada *O. croesus* 📍 800 m dpl dan *O. croesus* 🏠 20 m dpl, hal ini mengandung makna bahwa berdasarkan analisis RAPD memiliki kemiripan paling sedikit atau tidak dekatnya jarak genetic.

Cluster dendrogram UPGMA (Gambar 48) telah diperkuat bahwa *O. croesus* 🏠 800 m dpl dan *O. croesus* 📍 400 m dpl dengan nilai koefisien similarity tertinggi 0,833 berada dalam satu subcluster 2 pada kelompok (cluster) utama II. Keterangan dendrogram ini menunjukkan bahwa ada sebuah anomali yang terjadi pada *O. croesus* di ketinggian tempat (20 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl dan 800 m dpl). Hal ini karena dipengaruhi keanekaragaman genetik (analisis marka molekuler RAPD) dengan kata lain kelompok *O. croesus* dari dataran tinggi (800 m dpl) berkerabat dengan kelompok *O. croesus* dari dataran rendah (20 m dpl) pada cluster I, sedangkan untuk kelompok kupu-kupu dataran sedang (200 m dpl dan 400 m dpl) tersebar secara acak dalam cluster yang lain.

BAB VI

Teknik Sampling dan Analisa Data dalam Penelitian Deskriptif Eksploratif dan Molekuler-RAPD

A. Pengantar

Banyak teknik sampling dan analisa data yang telah digunakan dalam penelitian, baik dalam penelitian deskriptif eksploratif maupun dalam penelitian molekuler. Sebelum kita mengkaji lebih lanjut, terlebih dahulu kita memahami secara bersama mengenai penelitian deskriptif eksploratif dan penelitian di bidang molekuler.

Penelitian deskriptif eksploratif adalah salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk menyajikan gambaran lengkap mengenai *setting* sosial atau dimaksudkan untuk eksplorasi dan klarifikasi mengenai suatu fenomena atau kenyataan sosial, dengan jalan mendeskripsikan sejumlah variabel yang berkenaan dengan masalah dan unit yang diteliti antara fenomena yang diuji. Dalam penelitian ini, peneliti telah memiliki definisi jelas tentang subjek penelitian dan akan menggunakan pertanyaan “*WHO*” siapa dalam menggali informasi yang dibutuhkan.

Tujuan dari penelitian deskriptif eksploratis adalah menghasilkan gambaran akurat tentang sebuah kelompok, menggambarkan mekanisme sebuah proses atau hubungan, memberikan gambaran lengkap baik dalam bentuk verbal atau numerikal, menyajikan informasi dasar akan suatu hubungan, menciptakan seperangkat kategori dan mengklasifikasikan subjek penelitian, menjelaskan seperangkat tahapan atau proses, serta untuk menyimpan informasi bersifat kontradiktif mengenai subjek penelitian.

Sedangkan penelitian molekuler (biologi molekuler) yaitu ilmu biologi yang memfokuskan kajiannya dalam bidang biomolekul, lipid, protein dan komponen molekul lain dari sel, atau pengkajian mengenai kehidupan pada skala molekul. Ini termasuk penyelidikan tentang interaksi molekul dalam benda hidup dan kesannya, terutama tentang interaksi berbagai sistem dalam sel, termasuk interaksi DNA, RNA, dan sintesis protein, dan bagaimana interaksi tersebut diatur.

Para peneliti biologi molekuler menggunakan teknik-teknik khusus yang khas biologi molekular, dan kini semakin memadukan teknik-teknik tersebut dengan teknik dan gagasan-gagasan dari genetika dan biokimia. Tidak terdapat lagi garis tegas yang

memisahkan disiplin-disiplin ilmu ini seperti sebelumnya. Secara umum keterkaitan bidang-bidang tersebut dapat digambarkan sebagai berikut; (1) Biokimia; telaah zat-zat kimia dan proses-proses vital yang berlangsung pada makhluk hidup. (2) Genetika; telaah atas efek perbedaan genetik pada makhluk hidup (misalnya telaah mengenai mutan). (3) Biologi molekular; telaah dalam skala molekul atas proses replikasi, transkripsi, dan translasi bahan genetik.

Semakin banyak bidang biologi lainnya yang memfokuskan diri pada molekul, baik secara langsung mempelajari interaksi molekular dalam bidang mereka sendiri seperti pada biologi sel dan biologi perkembangan, maupun secara tidak langsung (misalnya dengan menggunakan teknik biologi molekular untuk menyimpulkan ciri-ciri historis populasi atau spesies) seperti pada genetika populasi dan filogenetika.

Pada bagian ini penulis membagi dua sub bagian tentang; (1) teknik sampling dalam penelitian deskriptif dan (2) analisa data baik penelitian deskriptif eksploratif maupun penelitian molekuler RAPD.

B. Teknik Sampling dalam Penelitian Deskriptif

1. Pengambilan Sampel secara Acak (Random Sampling)

Sampel merupakan bagian dari populasi yang ingin diteliti. Sampel dipandang sebagai suatu pendugaan terhadap populasi, namun bukan populasi itu sendiri. Sampel dianggap sebagai perwakilan dari populasi yang hasilnya mewakili keseluruhan gejala yang diamati. Ukuran dan keragaman sampel menjadi penentu baik tidaknya sampel yang diambil. Terdapat dua cara pengambilan sampel, yaitu secara acak (random)/probability dan tidak acak (non-random)/non-probability.

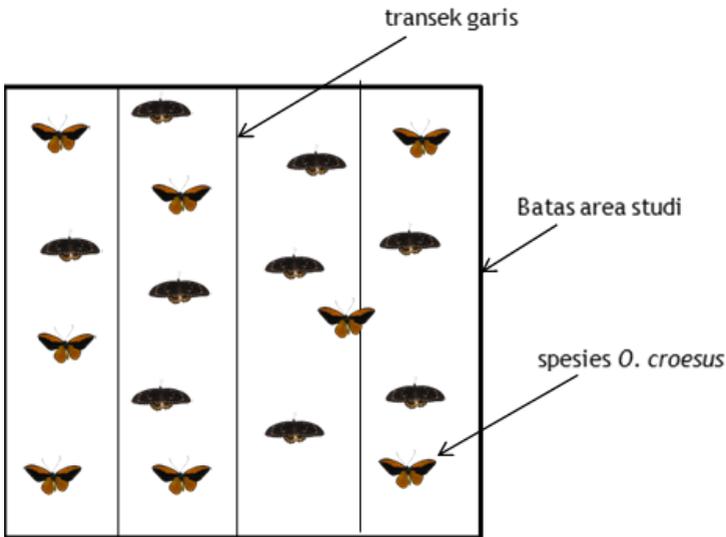
Pada bagian ini kita hanya membahas pada bagaimana cara pengambilan sampel secara acak (random)/probability. Pengambilan sampel secara acak artinya, setiap anggota dari populasi memiliki kesempatan dan peluang yang sama untuk dipilih sebagai sampel dan tidak ada intervensi tertentu dari peneliti.

Studi area pengambilan sampel. Pertama-tama kita harus menentukan titik pengamatan (pengambilan data) misalnya pada kupu-kupu. Kita menentukan luas area pengamatan (total panjang

dan total lebar). Setelah menentukan total panjang dan total lebar tersebut, selanjutnya menentukan sampel transek (*transect sampling*).

Sampel transek paling umum digunakan dalam penelitian baik hewan maupun tumbuhan begitu juga pada penelitian spesies *O. croesus*. Umumnya digunakan berupa transek garis (*line transect*). Survei yang kita lakukan pada komunitas spesies *O. croesus*, transek garis digunakan sebagai titik acuan untuk pengambilan sampel. Perlu diingat bahwa pengambilan sampel pada spesies *O. croesus* berbeda dengan pengambilan sampel pada hewan-hewan yg lain, karena pada spesies *O. croesus* mobilitasnya sangat tinggi jadi butuh kecepatan untuk melihat dan menangkapnya.

Pada penggunaan teknik pengambilan sampel secara acak (*random sampling*) ini peneliti bisa melakukan penelitian dengan tujuan untuk menjelaskan komposisi spesies *O. croesus*, distribusi, keanekaragaman, kelimpahan, dan mendeskripsikan tentang karakteristik spesies *O. croesus* baik morfologi maupun warna tubuh dan pola warna sayap *O. croesus*. Gambaran teknik pengambilan sampel secara acak (*random sampling*) dapat dilihat pada Gambar 45.



Gambar 45. Teknik pengambilan sampel secara acak (*random sampling*) pada kupu-kupu *O. croesus*.

2. Pengambilan Sampel yang Bertujuan (*Purposive Sampling*)

Pengertian *purposive sampling* menurut para ahli yaitu teknik untuk pengambilan sampel penelitian dengan beberapa pertimbangan tertentu seperti sifat-sifat populasi ataupun ciri-ciri yang sudah diketahui sebelumnya dan tidak berdasarkan random, daerah atau strata, melainkan berdasarkan atas adanya pertimbangan yang berfokus pada tujuan atau masalah penelitian dalam suatu populasi, agar data yang diperoleh

nantinya bisa lebih representatif. (Arikunto, 2006; Nursalam, 2003; Sugiyono, 2012; Notoadmodja, 2010).

Teknik untuk *purposive sampling* pada dasarnya dilakukan sebagai sebuah teknik yang secara sengaja mengambil sampel tertentu yang telah sesuai dan memenuhi segala persyaratan yang dibutuhkan meliputi; sifat-sifat, karakteristik ciri-ciri, tingkat kelahiran, jenis kelamin, umur dan kriteria sampel tertentu. Sebuah sampel yang tidak memenuhi kriteria yang telah ditetapkan, akan berdampak tidak baik pada hasil penelitian. Teknik pengambilan sampel yang bertujuan (*purposive sampling*) ini peneliti bisa melakukan penelitian dengan tujuan untuk menjelaskan komposisi spesies *O. croesus*, distribusi, keanekaragaman, kelimpahan, dan mendeskripsikan tentang karakteristik *O. croesus* baik morfologi maupun warna tubuh dan pola warna sayap *O. croesus*.

3. Pengambilan Sampel pada Wilayah atau Sampling Daerah (Area Sampling)

Teknik untuk pengambilan sampel penelitian dengan mempertimbangkan wakil-wakil dari geografis, dalam hal ini peneliti menentukan

objek penelitian yang akan diteliti; misalnya kupu-kupu di kepulauan Maluku Utara terdapat beberapa kupu-kupu endemik dari genus *Ornithoptera spp* yaitu *O. croesus* terdapat dan endemik di pulau Bacan, *O. croesus lydius* terdapat dan endemik di pulau Halmahera Barat, *O. croesus toeante* terdapat dan endemik di pulau Morotai, *O. aesacus* terdapat dan endemik di pulau Obi, *O. croesus sananaensis* terdapat dan endemik di pulau Sanana, *O. croesus helius* terdapat dan endemik di pulau Kasiruta Island, dan *O. croesus walacii* terdapat dan endemik di pulau Mandioli, maka peneliti menentukan titik pengambil sampel berdasarkan daerah geografis sebaran pada *Ornithoptera spp* di kepulauan Maluku Utara.

Teknik pengambilan sampel pada wilayah atau sampling daerah (*area sampling*) ini peneliti bisa melakukan penelitian dengan tujuan untuk menjelaskan komposisi jenis kupu-kupu *Ornithoptera spp*, distribusi, keanekaragaman, kelimpahan, dan mendeskripsikan tentang karakteristik kupu-kupu *Ornithoptera spp* baik morfologi maupun warna tubuh dan pola warna sayap *Ornithoptera spp*.

4. Metode morfometrik

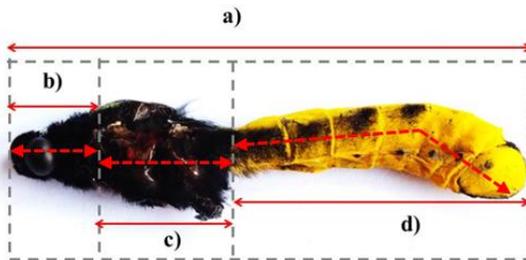
Metode morfometri dapat dilakukan dengan pengukuran standar yang biasa dilakukan untuk kupu-kupu meliputi pengukuran panjang kepala, panjang thorak, panjang abdomen, panjang antena, panjang sayap dan lebar sayap. Selain karakter standar yang berupa ukuran tubuh dilakukan juga pengukuran terhadap venasi sayap.

Sayap merupakan organ yang terpenting bagi pergerakan kupu-kupu, berupa selaput tipis dan dilengkapi dengan vena-vena sehingga memperkuat melekatnya sayap pada toraks. (Makhzuni, dkk 2013). Secara kuantitas dideskripsikan dari hasil pengukuran panjang tubuh yang bervariasi, namun secara kualitas bisa juga dideskripsikan warna tubuh dan pola warna sayapnya yang bervariasi agar dapat mengungkapkan adanya variasi warna pada spesies kupu-kupu.

Salah satu contoh pengukuran karakter morfologi spesies *O. croesus* pada 23 karakter. Anda dapat melihat deskriptor yang telah disajikan pada Gambar 50-58 di bawah ini.

- a. Panjang seluruh tubuh (PST) jarak dari ujung caput sampai pada ujung abdomen.

- b. Panjang caput (PC): jarak dari ujung caput sampai perbatasan antar caput dan pangkal thorax.
- c. Panjang thorax (PTh): jarak dari trakea sampai torax.
- d. Panjang abdomen (Pabd): jarak dari torax sampai ujung abdomen



Gambar 46. Skema *O. croesus* yang menunjukkan ciri-ciri morfometrik dan ukuran yang digunakan dalam identifikasi. (a. PST; b. PC; c. PTh; d. Pabd).

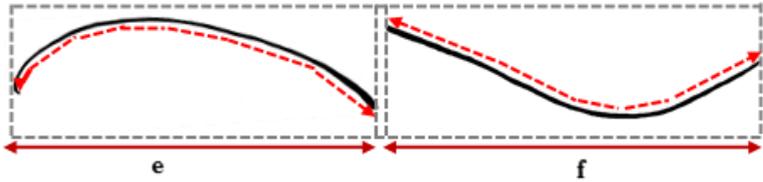
Ket:

===== garis pembatas

----- garis pengukuran dengan menggunakan alat dino lite

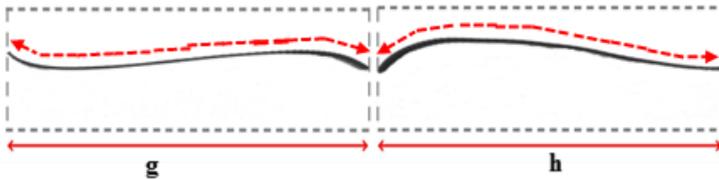
←→ garis pengukur morfometrik

- e. panjang probosis bagian kiri (Pbsi); jarak dari probosis sampai ujung probosis.
- f. panjang probosis bagian kanan (Pbsa) jarak dari probosis sampai ujung probosis.



Gambar 47. Skema *O. croesus* yang menunjukkan ciri-ciri morfometrik dan ukuran yang digunakan dalam identifikasi. (e. Pbsi; f. Pbsa).

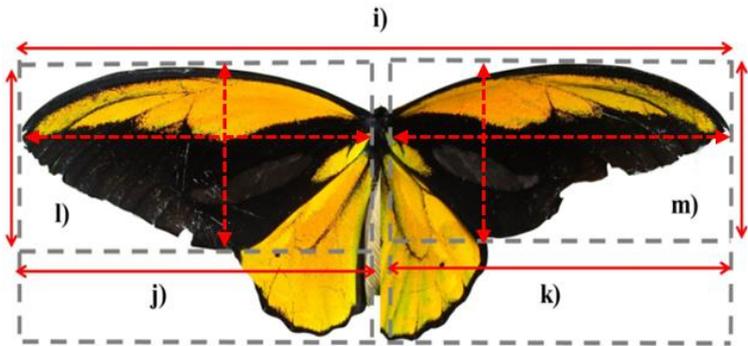
- g. Panjang Antena bgn kiri (PAi) jarak dari antena sampai ujung antena.
- h. Panjang Antena bgn kanan (PAa) jarak dari antena sampai ujung antena.



Gambar 48. Skema *O. croesus* yang menunjukkan ciri-ciri morfometrik dan ukuran yang digunakan dalam identifikasi. (g. PAi; h. PAa).

- i. Ukuran rentang sayap (RS) jarak ujung/apex sayap depan bagian kiri hingga ujung/apex sayap depan bagian kanan.
- j. Panjang Sayap Depan bgn kiri (PSDi): jarak ujung/apex sayap depan hingga pangkal/base sayap.

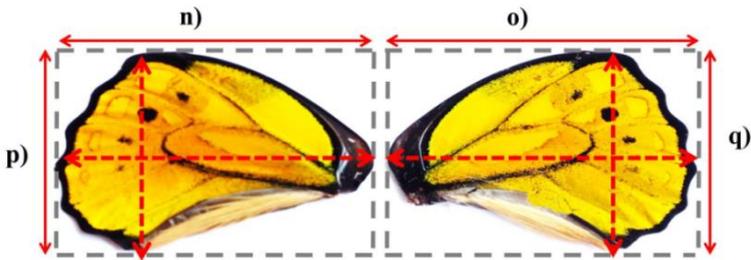
- k. Panjang Sayap Depan bgn kanan (PSDa): jarak ujung/apex sayap depan hingga pangkal/base sayap.
- l. Lebar Sayap Depan bgn kiri (LSDi: jarak antara kedua ujung sayap depan pada posisi terbentang (Apex-Tornus).
- m. Lebar Sayap Depan bgn kanan (LSDa): jarak antara kedua ujung sayap depan pada posisi terbentang (Apex-Tornus).



Gambar 49. Skema *O. croesus* yang menunjukkan ciri-ciri morfometrik dan ukuran yang digunakan dalam identifikasi. (i. RS; j. PSDi; k. PSDa; l. LSDi; m. LSDa).

- n. Panjang Sayap Belakang bgn kiri (PSBi): jarak ujung sayap belakang hingga pangkal sayap.
- o. Panjang Sayap Belakang bgn kanan (PSBa): jarak ujung sayap belakang hingga pangkal sayap.

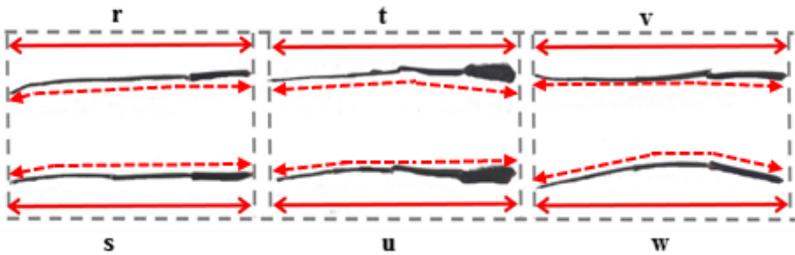
- p. Lebar Sayap Belakang bgn kiri (LSBi): jarak antara kedua ujung sayap belakang pada posisi terbentang (Apex-Tornus).
- q. Lebar Sayap Belakang bgn kanan (LSBa): jarak antara kedua ujung sayap belakang pada posisi terbentang (Apex-Tornus).



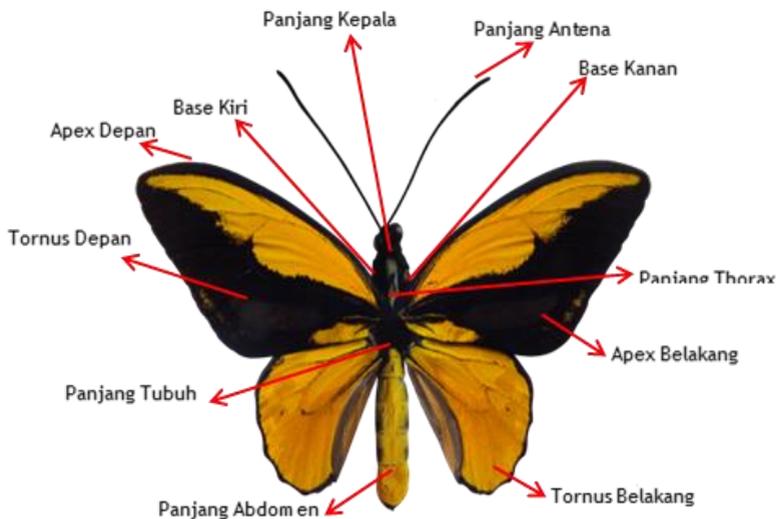
Gambar 50. Skema *O. croesus* yang menunjukkan ciri-ciri morfometrik dan ukuran yang digunakan dalam identifikasi (n. PSBi; o. PSBa p. LSBi q. LSBa).

- r. Panjang kaki depan bgn kiri (PKDi) merupakan jumlah dari panjang tibia, femur, tarsus dan nail kaki depan.
- s. Panjang kaki depan bgn kanan (PKDa) merupakan jumlah dari panjang tibia, femur, tarsus dan nail kaki depan
- t. Panjang kaki tengah bgn kiri (PKTi) merupakan jumlah dari panjang tibia, femur, tarsus dan nail kaki tengah kiri bagian depan.

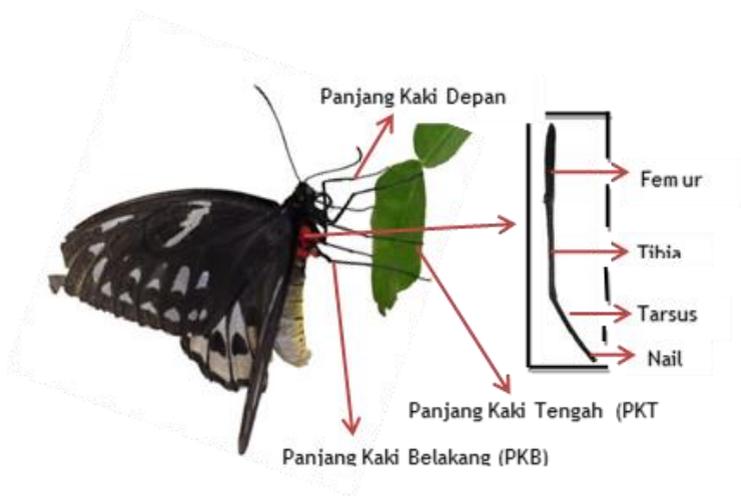
- u. Panjang kaki tengah bgn kanan (PKTa) merupakan jumlah dari panjang tibia, femur, tarsus dan nail kaki tengah kanan bagian depan.
- v. Panjang kaki belakang bgn kiri (PKBi) merupakan jumlah dari panjang tibia, femur, tarsus dan nail kaki belakang kiri bagian depan.
- w. Panjang kaki belakang bgn kanan (PKBa) merupakan jumlah dari panjang tibia, femur, tarsus dan nail kaki belakang kanan bagian depan.



Gambar 51. Skema *O. croesus* yang menunjukkan ciri-ciri morfometrik dan ukuran yang digunakan dalam identifikasi (r. PKDi; s. PKDa; t. PKTi; u. PKTa; v. PKBi; w. PKBa).



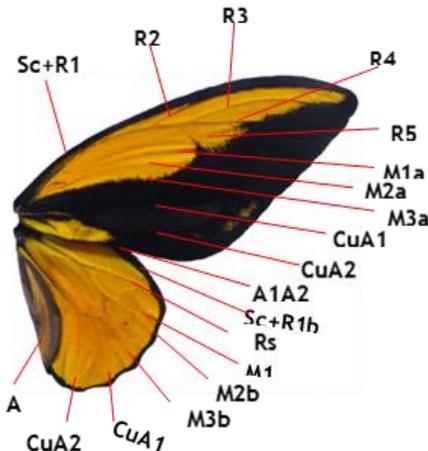
Gambar 52. Karakter morfologi *O. croesus* ♂ yang diukur



Gambar 53. Karakter morfologi *O. croesus* ♀ yang diukur

Selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap venasi sayap, meliputi:

- 1) Sc+R1a: Subcosta + Radius 1 sayap depan;
- 2) R2: Radius 2;
- 3) R3: Radius 3;
- 4) R4: Radius 4;
- 5) R5: Radius 5;
- 6) M1 a: Media 1 sayap depan;
- 7) M2 a: Media 2 sayap depan;
- 8) M3 a: Media 3 sayap depan;
- 9) CuA1a: Cubitus anterior;
- 10) CuA2a: Cubitus anterior;
- 11) A1A2: Anal veins sayap depan;
- 12) Sc+R1b: Subcosta + Radius 1 sayap belakang;
- 13) Rs: Radius sector;
- 14) M1b: Media 1 sayap belakang;
- 15) M2b: Media 2 sayap belakang;
- 16) M3b: Media 3 sayap belakang;
- 17) CuA1b: Cubitus anterior;
- 18) CuA2b: Cubitus anterior dan
- 19) A: Anal veins sayap belakang.



Gambar 54. Karakter venasi sayap *O. croesus* ♂ yang diukur

5. Teknik Molekuler-RAPD berbasis PCR

Salah satu contoh pengamatan karakter *marka molekuler-RAPD* yang digunakan untuk mengetahui dan menjelaskan variasi intraspecies dan sampai pada kekerabatan *O. croesus* di antaranya:

➤ Koleksi Spesimen

O. croesus dewasa dikumpulkan dari lokasi pengambilan sampel dengan menggunakan *insect net* selanjutnya koleksi *O. croesus* dibersihkan dan diawetkan dalam alkohol 70% untuk analisis molekuler.

➤ Teknik isolasi DNA

Tahap awal analisis molekuler adalah dengan melakukan isolasi DNA *O. croesus* dengan mengikuti langkah-langkah yaitu bagian yang diambil adalah kaki *O. croesus*, dimasukkan kaki tersebut pada tube lalu diisi dengan *buffer* T1 180 μ l dan dipotong kecil-kecil lalu ditambahkan 25 μ l pro-K. Diinkubasi dalam *thermomixer* suhu 560C dan di *shaker* 500 rpm selama 3 jam. Disentifugasi 11000xg, 250C, selama 5 menit. Supernatan dipindahkan ke tube baru dan ditambahkan 200 μ l *buffer* B3 □ di *mixgentle* sehingga homogen, selanjutnya diinkubasi dalam *thermomixer* 700C

selama 30 menit, di *shaker* 400 rpm dan ditambahkan 210 μl *etanol absolute* tidak dingin (*non vortex*). Disentrifugasi 11000xg, selama 1 menit, 250C. *Colum* diganti dan ditambahkan 500 μl *buffer* BW lalu disentrifugasi 11000xg, 1 menit 250C. *Colum* yang diganti dan ditambahkan 600 μl *buffer* BS lalu disentrifugasi 11000xg, selama 1 menit, 250C. Dry silica membran tersebut disentrifugasi 11000xg, selama 1 menit, 250C. Tube dipindahkan ke tube 1,5 mL lalu ditambahkan 25 μl *buffer* BE hangat (700C) di inkuubasi 5 menit suhu ruang dan selanjutnya disentrifugasi 11000xg, selama 3 menit, 250C. Selanjutnya ditambahkan 25 μl *buffer* BE hangat dan di inkubasi selama 5 menit suhu ruang dan disentrifugasi 11000xg, 250C \square DNA.

RAPD Mix

$\sqrt{10}$ Konsentrasi	Volume
Primer 10 pmol/ μl	1 μl
ddH ₂ O	2,75 μl
PCR Mix	5 μl
BSA 10mg/mL	0,25 μl
DNA	1 μl

Program RAPD- PCR

Hot Start	92°C	4 menit	} 30 detik	} 45X
Denaturasi	92°C	2 menit		
Annealing	36°C	1 menit		
Extension	72°C	2 menit		
Post Extension	72°C	10 menit		

C. Macam-Macam Analisa Data Secara Ekologi

1. Analisis Indeks Keanekaragaman

Analisis. Indeks Shannon Wiener (Magurran, 1988), digunakan untuk mengetahui keanekaragaman spesies pada setiap habitat, dengan rumus:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \text{ dimana } p_i = n_i/N \text{ dan } N = \sum n_i$$

Keterangan:

H' = Indeks Shannon Wiener

p_i = proporsi tiap spesies

\ln = Logaritme natural (bilangan alami)

n_i = Jumlah individu untuk spesies yang diamati

N = Jumlah total individu

Nilai keanekaragaman berdasarkan Indeks Shannon Wiener dikelompokkan dalam tiga kriteria, yaitu: apabila $H' = 1,5-3,5$ maka keanekaragaman rendah. Selanjutnya apabila nilai $H' = 3.6-4,5$ maka keanekaragaman sedang dan apabila nilai H' berada

pada 4,6-5,0 maka keanekaragaman adalah tinggi (Magurran,1988).

2. Analisis Kelimpahan

Analisis. Nilai Kelimpahan adalah jumlah total individu tiap spesies tiap jalur pengamatan. Selanjutnya untuk mengetahui dominasi dan keseragaman penyebaran individu spesies kupu-kupu dapat menggunakan rumus Indeks Simpson dan Evenness Indeks Simpson (Magurran 1988) dengan rumus:

$$\text{Indeks Simpson } (1/D) = 1/\sum p_i^2 \text{ atau } D = \frac{\sum(n_i-1)}{(N(N-1))}$$

$$\text{Evenness Indeks Simpson } (E) = \frac{1/D}{S}$$

Keterangan;

p_i : Proporsi kelimpahan tiap spesies

n_i : Jumlah individu tiap spesies

N : Jumlah keseluruhan individu

S : Jumlah spesies

3. Analisis Distribusi

Analisis. Nilai distribusi spesies setiap individu kupu-kupu memiliki pola distribusi yang berbeda ataupun sama. Untuk itu menentukan pola distribusi masing-masing spesies kupu-kupu dapat menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Southwood (1978).

Nilai ragam (S^2) dapat ditemukan dengan rumus:

$$S^2 = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}$$

Dimana; $\bar{x} = \sum x/n$

Keterangan:

x : Jumlah individu tiap spesies

n : Jumlah transek pengamatan tiap jalur

\bar{x} : Rata-rata jumlah individu berdasarkan jalur

Jika:

$S^2 < \bar{x}$, maka penyebaran secara teratur

$S^2 = \bar{x}$, maka penyebaran secara acak

$S^2 > \bar{x}$ maka penyebaran secara berkelompok

D. Program Analisa Data Statistik Secara Morfometrik dan Molekuler RAPD

1. Program/Analisis Multivariate Statistical Package (MVSP) 3.22.

Seorang peneliti yang ingin mengetahui posisi (status) dari sampel yang digunakan apakah berasal dari induk (tertua) yang sama atau berbeda dalam suatu populasi (kupu-kupu) maka dapat disusun pohon filogenetik menggunakan metode maksimum *persimoni*, maksimum *likelihood* dan *neighbor joint* dengan menggunakan program MEGA6 atau dapat pula dikembangkan dendrogram dengan metode UPGMA (*Unweight Pair Group*

Method with Arithmetic Mean) yang diperkenalkan oleh Radford (1981), dengan menggunakan program MVSP (Multivariate Statistical Package) 3.22 yang dikemukakan oleh Kovach (2007) untuk membangun dendrogram.

Analisis karakteristik molekuler RAPD dengan menggunakan metode UPGMA pada kupu-kupu dapat diperoleh skor data biner yang dinilai adalah 1 untuk kehadiran pola pita DNA dan 0 untuk tidak adanya pola pita DNA antar individu, antar spesies dan antar populasi untuk menjelaskan polimorfisme dan monomorfisme. Untuk menjelaskan kesamaan matriks antar individu, antar spesies dan antar populasi yang disiapkan dengan menggunakan Simple Matching Coefficient. Rata-rata kesamaan matriks digunakan untuk menghasilkan pohon filogenetik untuk menjelaskan kekerabatan antar individu, antar spesies dan antar populasi pada berbagai ketinggian tempat, antar pulau atau bahkan sampai pada antar negara.

Gambaran secara umum langkah analisis cluster UPGMA dengan menggunakan program MVSP 3.22 yaitu;

- a. Data pita hasil foto DNA yang telah dicocokkan dengan marker dimasukkan dalam program excel berupa 0 (bila pita tidak muncul) atau 1 (bila pita muncul).

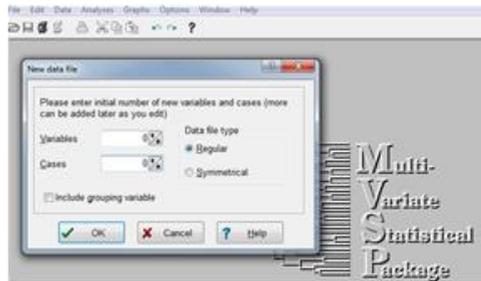
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
2																						
3																						
4	run 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	run 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	run 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	run 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	run 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	run 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	run 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	run 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12																						
13																						
14																						

Tahapan-1

- b. Program MVSP 3.22 pada menu bar itama klik “file” dan pilih “New” hingga muncul tampilan “New Data File.”

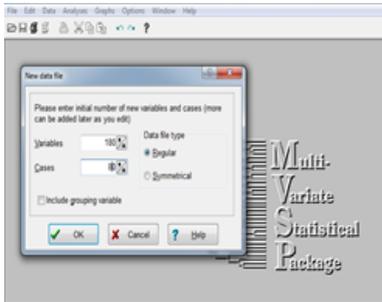


Tahapan-2

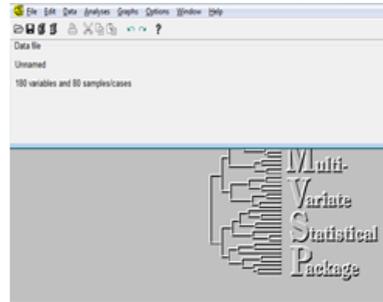


Tahapan-3

- c. isi data *Variable* (untuk jumlah total pita yang muncul dari primer yang diperoleh) dan *Cases* (untuk banyaknya sampel), untuk “Data File Type” pilih Reguler dan klik Ok.

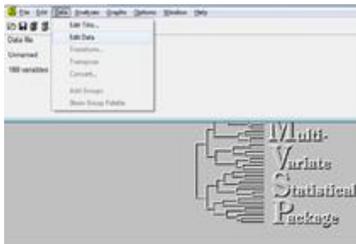


Tahapan-4

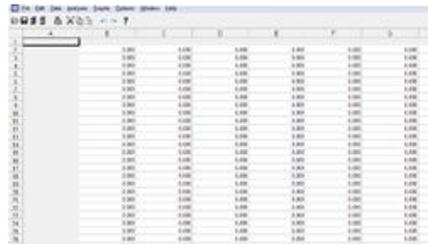


Tahapan-5

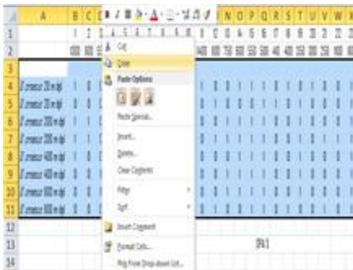
d. Menu bar “Data” pilih edit data, data dari excel kemudian dicopy dan dimasukkan dalam data editor.



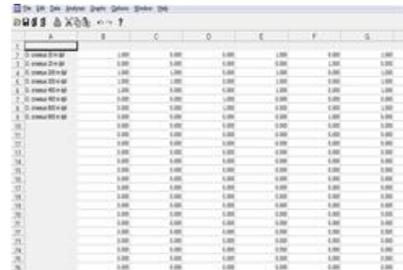
Tahapan-6



Tahapan-7

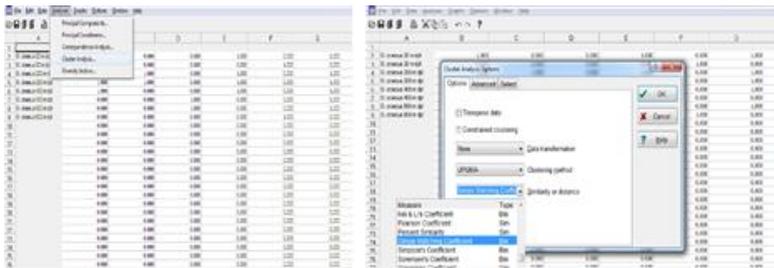


Tahapan-8



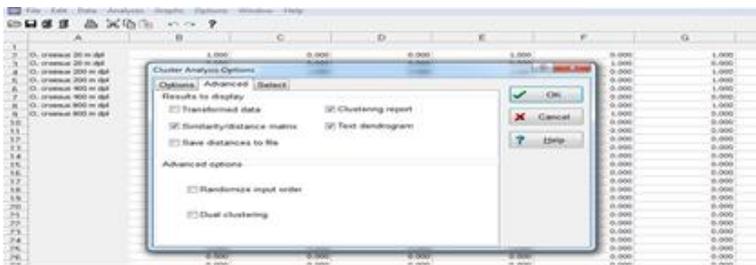
Tahapan-9

- e. menu bar klik “Analysis” dan pilihn *cluster analysis* hingga muncul tampilan *Cluster Analysis Option*, untuk data transformation pilih None; untuk clustering method pilih UPGMA; untuk *similarity or distance* pilih “*Simple Matching Coefficient*” kemudian klik “Ok” hingga muncul tampilan “MVSP Graph.”



Tahapan-10

Tahapan-11



Tahapan-11

- f. Menu-menu bar pada promrag ini bisa juga menganalisis tentang *principal component analysis* (PCA), *principal coordinate analysis*, *diversity index shannon wiener* dan *evenness*.

	D	E	F	G
1	0,00	0,00	1,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	1,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00

Tahapan-12

	D	E	F	G
1	0,00	0,00	1,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	1,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00

Tahapan-13

2. Program Analisis PAST (*Paleontological Statistics*)

PAST (*Paleontological Statistics*) merupakan sebuah paket perangkat lunak yang komprehensif, sederhana dapat digunakan untuk berbagai analisis numerik standar dan operasi yang menggunakan data paleontologi kuantitatif. PAST dikembangkan oleh Ryan, dkk. (1995). Program Ini mencakup banyak fungsi umum digunakan dalam penelitian kuantitatif. Program, yang disebut PAST (*Paleontological Statistics*), dijalankan pada komputer *Windows* standar dan tersedia secara gratis. PAST mengintegrasikan jenis data *univariate* dan *multivariate statistics*, *curve fitting*, *timeseries analysis*, data yang direncanakan, dan dianalisis filogenetik sederhana (Ryan, dkk., 1995).

Salah satu contoh pada analisis faktor lingkungan terhadap karakteristik morfometrik *O*.

O. croesus dengan menggunakan analisis PCA (*Principle Componen Analisis*) menggunakan jenis data *multivariate statistics* kita dapat mengetahui dan bisa menjelaskan hubungan faktor lingkungan terhadap karakteristik morfometrik *O. croesus* di suatu area tertentu.

Gambaran secara umum langkah analisis lingkungan melalui PCA (*Principle Componen Analisis*) dengan menggunakan PAST (*program Analisis Paleontological Statistics Software*) yaitu;

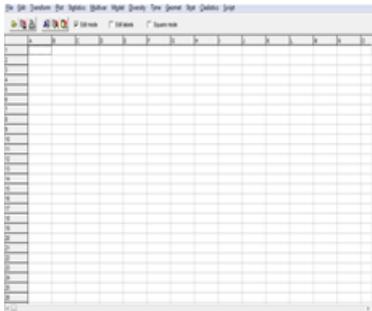
- a. Data faktor lingkungan berupa data suhu, pH, kelembaban, intensitas cahaya, kecepatan angin, dan curah hujan telah dimasukkan ke dalam *microsoft excel 2010*.

No Koleksi	Kelangkaan	Suhu	pH	Kelembaban	Intensitas cahaya	Kecepatan angin	Curah hujan	Kawasan
1. O. croesus-08	20	29	7	67%	1122	1008.8	212.3	Dusun Indah
2. O. croesus-8	200	26	6.6	82%	1405	1008.8	214.7	Sidra
3. O. croesus-02	400	27	7	82%	99.3	1008.7	213.8	Sungai Ta
4. O. croesus-573	800	26	6.4	83%	99.1	1008.5	276	Sidra Talaga Sup

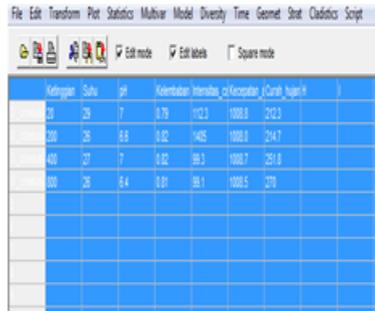
Tahapan-1

Tahapan-2

- b. Program PAST ditampilkan terlebih dahulu, data dari *microsoft excel 2010* kemudian dicopy dan dimasukkan dalam data editor.

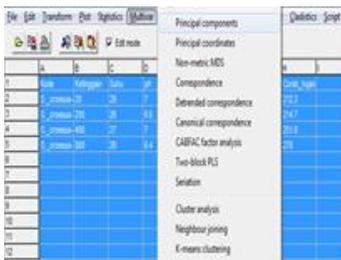


Tahapan-3



Tahapan-4

- c. Program PAST pada menu bar itama klik “multivar” dan pilih “principal components” hingga muncul tampilan “principal components.”

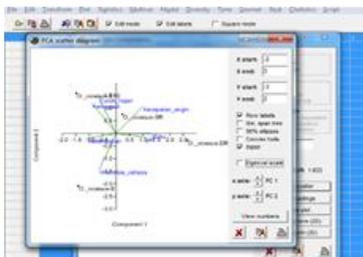


Tahapan-5

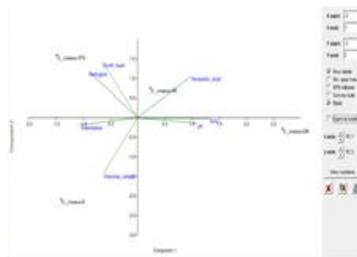


Tahapan-6

- d. Pilih lagi menu “view scatter” dan klik view scatter tersebut untuk menampilkan hasil analisis PCA (Principle Componen Analisis).

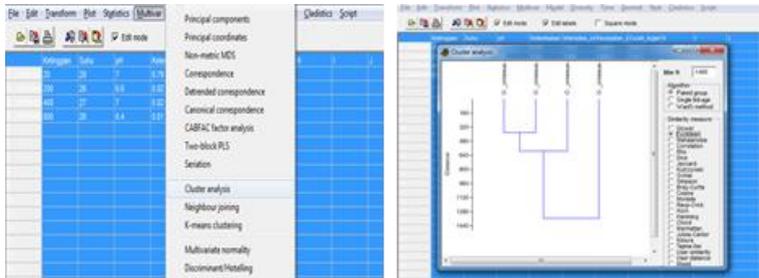


Tahapan-7



Tahapan-8

- e. Menu-menu bar pada program ini bisa juga menganalisis tentang *cluster analysis*, program PAST pada menu bar itama klik “multivar” dan pilih “*cluster analysis*” hingga muncul tampilan “*cluster analysis*.”



Tahapan-9

Tahapan-10

BAB VII

Ancaman Kepunahan *Ornithoptera croesus* dan Strategi Konservasinya

A. Pengantar

O. croesus merupakan salah satu spesies sumber daya genetik, spesies kupu-kupu endemik pulau Bacan kabupaten Halmahera Selatan (Collins dan Morris 1985). Kupu-kupu endemik mempunyai nilai konservasi yang sangat tinggi dibandingkan dengan kupu-kupu *generalist* (Koh dkk 2004). Spesies endemic mempunyai keterbatasan penyebaran geografis, sangat peka terhadap perubahan suhu dan kelembaban hutan yang disebabkan oleh adanya gangguan hutan sehingga sangat mudah punah secara lokal (Hill, dkk., 2001; Bobo, dkk., 2006, Spitzer, dkk., 1997; Willot, dkk., 2000, Koh, dkk., 2004). Henle, dkk. (2004) menyatakan bahwa populasi kecil akan lebih peka terhadap gangguan lingkungan.

Faktor lain yang menyebabkan spesies endemik sangat peka terhadap perubahan lingkungan antara lain keterbatasan toleransi suhu, kelembaban dan intensitas cahaya (Gaston, dkk., 1997; Widhiono, 2014). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa spesies kupu-kupu endemik kurang menyukai habitat

hasil modifikasi manusia seperti yang terjadi di Costa Rica (Thomas, 1991). Di Vietnam utara, tercatat bahwa spesies kupu-kupu endemik lebih menyukai habitat hutan tertutup, sedangkan spesies *generalist* lebih menyukai habitat yang terbuka (Spitzer *dkk* 1997; Widhiono 2014). Charrette, *dkk.* (2006) menyatakan bahwa peningkatan skala dan frekwensi gangguan lokal akan mengawali kepunahan lokal spesies kupu-kupu dengan keterbatasan penyebaran geografis di Indonesia. Sebagian besar kupu-kupu endemik atau spesies kupu-kupu yang rentan terhadap perubahan ekosistem hutan (alih fungsi hutan) akan sangat bergantung pada kondisi hutan yang tertutup (Koh, *dkk.*, 2004).

B. Ancaman Kepunahan *Ornithoptera croesus* Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan

Kerusakan hutan akan menyebabkan terjadinya fragmentasi habitat. Fragmentasi habitat akan mengancam keanekaragaman hayati termasuk spesies *O. croesus*. Hasil penelitian oleh Speight, *dkk.* (2008) menunjukkan bahwa terjadinya kerusakan hutan di daerah tropis yang disebabkan oleh penebangan liar, pengambilan kayu dari hutan dan alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian akan mempengaruhi

distribusi, struktur dan komposisi komunitas, kekayaan spesies dan keanekaragaman hayati. Suatu kawasan perlu dikelola secara intensif agar tipe-tipe habitat asli di dalam kawasan dapat terjaga, karena banyak spesies yang hanya menempati habitat tertentu dari suksesi habitat. Lahan-lahan yang telah disiapkan untuk kawasan perlindungan dan penggunaan oleh manusia, mungkin kawasan tersebut akan berubah sedemikian jauh sehingga banyak spesies yang akhirnya gagal bertahan (Gomez & Kaus, 1999; Primack, 2007).

O. croesus betina dewasa biasanya menghasilkan telur dalam jumlah cukup banyak selama hidupnya, tetapi seringkali hanya sebagian kecil yang dapat mencapai fase berikutnya, karena kematian selalu terjadi pada setiap fase. Hal ini sangat menentukan kestabilan populasinya yang bervariasi dari waktu ke waktu. *O. croesus* membutuhkan komponen habitat yang stabil, misalnya tersedianya komponen vegetasi sebagai sumber pakan, jika tidak ada atau kurang dari kebutuhannya, maka akan terjadi migrasi *O. croesus* untuk mencari wilayah baru yang cukup tersedia sumber pakan, dan sebagai tempat berlindung dari musuh.

Ancaman utama *O. croesus* adalah kerusakan hutan dan perubahan dari tipe-tipe hutan yang

merupakan habitat *O. croesus*. Kelangsungan hidup semua organisme termasuk *O. croesus* sangat bergantung pada daya dukung lingkungan (faktor fisik dan biologis) yang membentuk habitat bagi *O. croesus*. Kepunahan *O. croesus* juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan (vegetasi) dan juga kondisi abiotik (iklim, topografi, tanah, mineral, cahaya).

Bentuk-bentuk perubahan habitat yang tidak sesuai dengan habitat *O. croesus* adalah: (1) **deforestasi**; kegiatan penebangan hutan atau tegakan pohon (*stand of trees*) sehingga lahannya dapat dialihgunakan untuk penggunaan nir-hutan (*non-forest use*), yakni pertanian, peternakan atau kawasan perkotaan, (2) **konversi pertanian**; perubahan fungsi kawasan lahan dari fungsinya semula (seperti yang direncanakan) menjadi fungsi lain yang menjadi dampak negatif (masalah) terhadap lingkungan dan potensi lahan itu sendiri, (3) **intensifikasi**; peningkatan hasil produksi tanpa menambah faktor-faktor produksi, (4) **perubahan padang rumput**; lahan asli dipenuhi oleh rumput atau tanaman tak berkayu, di ubah menjadi lahan tumbuhan yang berkayu, (5) **industrialisasi**; suatu proses perubahan sosial ekonomi yang mengubah sistem pencaharian masyarakat agraris menjadi masyarakat industri, dan (6) **urbanisasi**;

perpindahan penduduk dari desa ke kota atrinya gedung-gedung perkotaan telah dibangun dan menjadi kota.

Hutan asli di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan ada dua bentuk tipe hutan yaitu: hutan produksi konservasi dan hutan produksi terbatas (Balai Konservasi Sumber Daya Alam, 1996). Kedua jenis hutan tersebut terletak di sepanjang tepi kawasan hutan cagar alam gunung Sibela. Hutan produksi konversi telah dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk perkebunan rakyat (Mas'ud, 2010; 2011).

Keberadaan kawasan hutan ini semakin terdesak dan dikonversi menjadi lahan-lahan pemukiman dan pertanian. Kebanyakan spesies kupu-kupu terutama pada kupu-kupu endemik (*O. croesus*) sangat bergantung pada satu atau dua jenis tumbuhan inang, sehingga ancaman terhadap jenis tumbuhan tersebut sama saja dengan mengancam keberadaan kupu-kupu. Penyusutan dan perubahan ekosistem hutan yang terjadi karena eksploitasi yang sangat cepat merupakan ancaman bagi keberadaan kupu-kupu di pulau Bacan. Misalnya daerah yang kaya dengan kehidupan kupu-kupu dibersihkan dan diolah untuk pertanian dan perkebunan. Walaupun ada yang dapat berpindah ke habitat yang baru, akan tetapi sumber

makanan larvanya telah musnah yang mungkin merupakan makanan yang spesifik bagi larva kupu-kupu.

Selama ini masyarakat lokal yang ada di sekitar kawasan cagar alam gunung Sibela hanya memanfaatkan potensi hutan dengan cara mengeksploitasi jenis-jenis sumberdaya flora untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, misalnya rotan, getah nila, kayu, dan hasil hutan lainnya. Perburuan terhadap beberapa satwa juga dilakukan, misalnya monyet hitam, beberapa jenis burung, dan rusa, (Mas'ud, 2010; 2011). Kegiatan eksploitasi yang dilakukan masyarakat secara terus menerus dilakukan tanpa adanya upaya konservasi, hal ini dikhawatirkan akan mengurangi diversitas *O. croesus*, yang pada akhirnya akan menimbulkan kelangkaan *O. croesus*. Dalam jangka waktu panjang dapat mengalami kepunahan *O. croesus*.

Di sisi yang lain kupu-kupu mempunyai nilai ekonomis, terutama dalam bentuk dewasa dijadikan koleksi, dan sebagai bahan pola dan seni (Borrer, dkk.,1996). *O. croesus* memiliki potensi yang dapat dimanfaatkan sebagai objek penelitian ilmiah, cendera mata, koleksi, dan berkembang menjadi objek wisata yang mempunyai daya tarik tinggi dan mendatangkan

banyak devisa. Namun habitatnya tidak dikelola dengan baik, maka potensi-potensi tersebut tidak akan terwujud. Syaputra (2011) menyatakan bahwa koleksi kupu-kupu di pasar Internasional dihargai mulai dari US\$ 1 hingga US\$ 3.400 tergantung tingkat kelangkaannya. Collins & Morris (1985) menyatakan bahwa pada tahun 1979, harga awal *O. croesus* US S 90 sepasang atau lebih tetapi pada pertengahan tahun 1982 telah turun menjadi US S 24 sepasang di Amerika Serikat.

Berdasarkan observasi di lapangan bahwa koleksi *O. croesus* di pasar lokal dihargai Rp 550.000 sepasang sedangkan di pasar internasional dihargai Rp 1.250.000 sepasang. Hal ini menimbulkan motivasi bagi masyarakat setempat untuk mengeksploitasi *O. croesus* dari alam semakin meningkat, pada akhirnya dapat mengakibatkan kepunahan *O. croesus* yang memiliki nilai ekonomi tinggi.

Mengatasi kepunahan yang akan terjadi pada *O. croesus* di habitat aslinya, baik di hutan produksi konservasi maupun di hutan produksi terbatas (tipe-tipe hutan dengan kondisi lingkungan biotik maupun abiotik) pada kawasan cagar alam gunung Sibela, maka diperlukan sebuah strategi konservasi bagi kupu-kupu *O. croesus*. Strategi konservasi yang dimaksud di sini

diperlukan guna mempertahankan keanekaragaman hayati yang selama ini semakin terancam oleh kerusakan habitat, eksploitasi, dan perubahan lingkungan akibat ulah manusia.

Strategi konservasi yang dirancang haruslah tepat karena kegiatan konservasi melibatkan banyak faktor dan digunakan untuk mengambil suatu keputusan/kebijakan yang mempengaruhi keberadaan suatu spesies di alam.

Sampai saat ini (lebih dari satu dekade), studi konservasi *O. croesus* belum mendapatkan strategi konservasi yang tepat yang dapat digunakan untuk pengambilan sebuah keputusan. Dengan adanya studi keanekaragaman *O. croesus* baik dilihat dari karakter morfologi dan karakter molekuler berbasis riset dalam buku ini, maka diharapkan dapat menghasilkan sebuah strategi konservasi *O. croesus* berbasis data diversitas genetik dan tipe-tipe habitat pada berbagai ketinggian tempat.

Sejauh ini pemerintah Indonesia, telah menyadari bahwa beberapa jenis satwa dikhawatirkan akan punah dan memberikan status perlindungan kepada jenis-jenis satwa tertentu, termasuk salah satunya kupu-kupu Papilionidae (*O. croesus*) kupu-kupu endemik. Mengantisipasi ancaman kerusakan

terhadap sumberdaya alam dan ekosistemnya, pemerintah Indonesia mengeluarkan berbagai peraturan yang berisi tata cara pengaturan dan pemanfaatan sumberdaya sedemikian rupa tetap memelihara keseimbangan ekologis lingkungan.

Beberapa peraturan antara lain: Peraturan Pemerintah No. 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati beserta Ekosistemnya, Peraturan Pemerintah No. 7 tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa dan PP No. 8 tahun 1999 tentang Pemanfaatan Jenis Tumbuhan dan Satwa Liar. Sekitar 65 jenis flora yang dilindungi dalam undang-undang sebagian besar di dalamnya merupakan flora langka di Indonesia. Di dalamnya juga tercantum program konservasi "*in situ*" dan "*ex situ*" khusus untuk spesies yang terancam punah dan langka.

C. Strategi Konservasi *Ornithoptera croesus* Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan

Pada dasarnya konservasi merupakan suatu perlindungan terhadap alam dan makhluk hidup lainnya. Sesuatu yang mendapat perlindungan maka dengan sendiri akan terwujud kelestariannya.

Manfaat-manfaat konservasi antara lain: 1) **terjaganya kondisi alam dan lingkungannya**, berarti

upaya konservasi dilakukan dengan memelihara agar kawasan konservasi tidak rusak; 2) **terhindarnya bencana akibat perubahan alam**, yang berarti gangguan-gangguan terhadap flora fauna dan ekosistem pada khususnya serta sumber daya alam pada umumnya menyebabkan perubahan berupa kerusakan maupun penurunan jumlah dan mutu sumber daya alam tersebut; 3) **terhindarnya makhluk hidup dari kepunahan**, berarti jika gangguan-gangguan penyebab turunnya jumlah dan mutu makhluk hidup terus dibiarkan tanpa upaya pengendalian, maka mengakibatkan makhluk hidup tersebut menuju kepunahan; 4) **mampu mewujudkan keseimbangan lingkungan baik mikro maupun makro**, berarti dalam ekosistem terdapat hubungan yang erat antara makhluk hidup dengan lingkungannya.

“Strategi konservasi merupakan salah satu cara pengambilan keputusan untuk menetapkan atau mempertahankan suatu sistem nasional kawasan yang dilindungi”.

Pemilihan strategi konservasi ditentukan oleh tujuan konservasi. Finkeldey (2005) membagi tujuan konservasi menjadi (1) preservasi terhadap penampilan karakter tertentu, (2) preservasi terhadap variasi maksimum, dan (3) preservasi terhadap adaptabilitas.

Untuk mencapai tujuan ke-1; populasi yang akan dikonservasi didasarkan atas penilaian keunggulan rata-rata dari populasi alaminya, di hutan tanaman atau di tanaman uji. Untuk mencapai tujuan ke-2; konservasi berusaha menangkap semua alel-alel yang ada pada sumberdaya genetik. Sedangkan Untuk mencapai tujuan ke-3; didasarkan pada kemampuan pohon-pohon hutan toleran terhadap variasi lingkungan yang tinggi sehingga mempunyai kemampuan dan bereproduksi pada berbagai kondisi lingkungan.

“strategi konservasi dapat digolongkan menjadi dua: konservasi insitu yaitu sumberdaya genetik yang dikonservasi secara alami di populasi aslinya dan konservasi exsitu yaitu pemindahan informasi genetik keluar dari populasi alaminya (Finkeldey, 2005).”

D. Status Konservasi *Ornithoptera croesus* Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan

Eksistensi *O. croesus* di pulau Bacan telah diketahui oleh masyarakat sebanyak 20% (Mas’ud, 2015). Namun sejauh ini belum ada upaya konservasi baik oleh masyarakat maupun pemerintah daerah. Kurangnya peran serta lembaga pendidikan dalam upaya konservasi sumber daya lokal juga merupakan

salah satu faktor kurangnya kepedulian masyarakat terhadap eksistensi satwa liar termasuk *O. croesus*. Perlu adanya peran serta dunia pendidikan khususnya pendidikan tinggi di wilayah setempat untuk berpartisipasi dalam melakukan upaya konservasi sumber daya hayati termasuk kupu-kupu endemik pulau Bacan.

O. croesus masih memiliki eksistensi kehidupan di pulau Bacan, hal ini dapat diketahui pada setiap lokasi ketinggian tempat di kawasan cagar alam gunung Sibela dapat ditemukan *O. croesus* meskipun dalam jumlah yang relatif sedikit (63 individu *O. croesus*). Kondisi habitat *O. croesus* dapat dikatakan masih mencukupi ketersediaan sumber pakan yaitu tumbuhan musaenda, asoka dan gosale. Pada umumnya ancaman utama penurunan populasi spesies endemik adalah akibat kerusakan hutan dan fragmentasi habitat, polusi, pemanfaatan jenis flora dan fauna secara berlebihan, introduksi jenis eksotik dan penyebaran penyakit (Primack, dkk., 2007).

Status konservasi *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela berdasarkan PP No. 7 tahun 1999, Red data Book *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) 2014 dan appendix II CITES (*Convention on International Trade in*

Endangered Species of Wild Fauna and Flora) dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Stataus konservasi *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau

Bacan.			
Lokasi	Ketinggian	Tumbuhan Pakan Dominan	Jumlah Ind <i>croes</i>
Pemukiman	20 mdpl	Musaenda	14
		Asoka	3
Perkebunan	200 mdpl	Musaenda	7
		Asoka	2
Hutan produksi	400 mdpl	Musaenda	9
		Asoka	1
		Gosale	4
Hutan konversi terbatas	800 mdpl	Gosale	8
Total			48

(Sumber: data primer 2016)

Status konservasi *O. croesus* (kupu-kupu endemik pulau Bacan) adalah dilindungi dan terancam/rawan punah. Sekarang terdaftar sebagai kupu-kupu yang terancam punah dan masuk ke dalam daftar Appendix II CITES (2011) membatasi perdagangan internasional untuk spesimen tawanan. Menurut PP No.7 Tahun 1999, *O. croesus* merupakan spesies kupu-kupu yang dilindungi karena populasinya yang terus menurun. menurut *International Union for Conservation of Nature-IUCN* (2014) menyatakan bahwa status konservasi *O. croesus* dalam kategori **Endangered** yang berarti kondisi spesies tersebut

terancam punah. Hal ini terjadi karena *O. croesus* merupakan spesies kupu-kupu sayap besar yang paling diminati oleh para kolektor karena keindahan sayapnya, menjadi objek perburuan para kolektor karena mempunyai bentuk dan pola warna yang menarik. Di alam, kelangsungan hidup kupu-kupu ini semakin terancam karena berkurangnya habitat sebagai tempat hidup dan reproduksi dan akibat perburuan untuk diperdagangkan. Status konservasi *O. croesus* kupu-kupu endemik pulau Bacan yang telah dijelaskan pada Tabel 6 ini sejalan dengan hasil penelitian Mas'ud (2016) tentang diversitas intraspesies *O. croesus* (kupu-kupu endemik pulau Bacan) di kawasan cagar alam gunung Sibela bahwa Status *O. croesus* sangat menurun keberadaanya.

Status konservasi suatu spesies yang dibuat selama ini adalah berdasarkan kategori IUCN dan CITES. IUCN khusus membuat daftar semua jenis flora yang perlu mendapatkan perhatian khusus. Perhatian khusus ini disebabkan adanya potensi di habitat alaminya, terutama di dataran tinggi dan dataran rendah yang mulai menurun. Sedangkan jenis fauna yang diperdagangkan adalah jenis hewan langka dan endemik secara internasional, CITES telah membuat daftar jenis-jenis yang perlu dilindungi berdasarkan

tingkat kelangkaannya. Daftar ini sangat membantu dalam upaya mencegah penebangan liar, perdagangan satwa liar dan pasar gelap.

CITES membagi kelompok/kategori berdasarkan status kelangkaan jenis di alam yaitu Appendix I tentang jenis-jenis yang sudah terancam punah sehingga peredaran antar negara dilarang, kecuali untuk tujuan tertentu dan tidak merusak habitat alamnya. Appendix II memuat jenis yang belum terancam punah namun jika perdagangan internasional tidak dikontrol maka terjadi resiko kepunahan. Sedangkan Appendix III memuat jenis-jenis yang perlu diawasi oleh suatu negara secara internasional, meskipun negara tempat penyebaran jenis yang bersangkutan belum memerlukan alat control secara internasional. Seperti kasus ramin di Indonesia, yaitu menurunnya potensi ramin di alam serta tingginya resiko kepunahan, sedangkan ramin masih diperdagangkan secara internasional, maka perdagangan yang tidak dikontrol dikuatirkan akan menyebabkan kepunahan jenis ramin dalam waktu singkat. Dengan demikian ramin masuk dalam kategori Appendix III (Sumarhani, 2007).

Pulau Bacan merupakan salah satu spot dalam ekspedisi Wallace. Menurut Myers, dkk. (2000) daerah

Wallacea termasuk dalam 25 habitat paling penting untuk konservasi. Daerah ini mempunyai 529 spesies invertebrata endemik (1,9% dari jumlah di dunia). Spesies-spesies tersebut mengalami ancaman yang serius, sebab hanya 15% habitat alami yang masih tersisa. Dari habitat alami yang masih tersisa tersebut, 39,2% di antaranya terdapat dalam kawasan konservasi.

Collins & Morris (1985) dalam buku “*Threatened Swallowtail Butterflies of the World. The IUCN Red Data Book*” menjelaskan bahwa konservasi tindakan gugusan pulau Halmahera pernah diusulkan kepada pemerintah, termasuk Morotai, Bacan dan Obi. Pulau-pulau ini memiliki sejumlah spesies endemik terbesar, begitu pula di pulau-pulau ini juga memiliki jangkauan lahan terluas, jenis, bentuk dan iklim yang paling beragam di seluruh Maluku Utara. Sayangnya, tidak ada cagar alam tunggal yang didirikan atau bahkan disetujui oleh pemerintah untuk salah satu pulau-pulau ini. Tujuh rancangan telah diusulkan dalam Rencana Konservasi Nasional Indonesia, termasuk satu di Obi, satu di Morotai, satu di Bacan dan empat di Halmahera.

Upaya konservasi *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan segera mendapat perhatian baik masyarakat maupun pemerintah

setempat agar ditemukannya jenis kupu-kupu lokal unggulan lainnya, melalui data kupu-kupu secara keseluruhan dapat menjadikan suatu basis data untuk pengembangan potensi kupu-kupu melalui usaha konservasi yang cukup populer saat ini yakni ekowisata atau eko-eduwisata. Prinsip dari usaha konservasi ini adalah memanfaatkan potensi alam suatu daerah untuk dijadikan objek wisata. Wisata yang dilakukan bertujuan untuk mendorong kegiatan-kegiatan konservasi di daerah tersebut. Kelebihan dari usaha konservasi semacam ini adalah adanya keterlibatan secara aktif oleh penduduk sekitar untuk mendukung usaha konservasi yang dilakukan. Penduduk setempat secara tidak langsung akan mendapatkan masukan tambahan yang berasal dari wisatawan yang berkunjung, sehingga usaha konservasi ini akan menguntungkan semua pihak yang terlibat.

Kehilangan keragaman genetik dapat muncul oleh mekanisme: (1) punahnya spesies dan populasi; (2) fiksasi (penetapan/pemilihan) alel-alel yang menguntungkan oleh seleksi; (3) penghapusan secara selektif alel-alel yang merugikan; (4) hilangnya alel-alel secara acak oleh sampling dalam populasi kecil; dan (5) silang dalam (inbreeding/perkawinan sekerabat) di dalam populasi yang dapat mengurangi

heterozigositas. Pemeliharaan keragaman genetik merupakan fokus utama dalam konservasi biologi. Hal ini dikarenakan: (1) perubahan lingkungan merupakan proses yang berkelanjutan sehingga keragaman genetik diperlukan populasi untuk berkembang dan beradaptasi terhadap perubahan; dan (2) kehilangan keragaman genetik berhubungan dengan silang dalam (inbreeding/perkawinan sekerabat)) dan pengurangan dalam daya hidup reproduksi.

Tabel 7. Kondisi habitat dan jumlah individu *O. croesus* pada 4 lokasi penelitian

Lokasi	Ketinggian	Tumbuhan Pakan Dominan	Jumlah Ind <i>croes</i>
Pemukiman	20 mdpl	Musaenda	14
		Asoka	3
Perkebunan	200 mdpl	Musaenda	7
		Asoka	2
Hutan produksi	400 mdpl	Musaenda	9
		Asoka	1
		Gosale	4
Hutan konversi terbatas	800 mdpl	Gosale	8
Total			48

(Sumber: data primer 2016)

Berdasarkan analisa kondisi habitat dan analisis status konservasi *O. croesus* (berdasarkan PP No. 7 tahun 1999; CITES 2011; IUCN 2014 dan hasil-hasil penelitian/data base *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela) di atas, maka dapat direkomendasikan dalam buku ini adalah strategi konservasi secara *in situ* dengan penangkaran untuk mempercepat perkembangbiakan *O. croesus* (kupu-kupu endemik pulau Bacan). Dengan memperhatikan kondisi alih fungsi habitat yang dapat diasumsikan bahwa jumlah makanan yang terbatas sehingga menyebabkan *O. croesus* harus bermigrasi untuk memperoleh makanan.

E. Strategi Konservasi *In situ Ornithoptera croesus* Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa potensi yang ada di kawasan cagar alam gunung Sibela, sangat beranekaragam jenis flora maupun fauna (baca sumber: Balai Konservasi Sumber Daya Alam, 199; Mas'ud, 2010; 2011). Begitu pula beranekaragam kupu-kupu yang ada di sepanjang kawasan cagar alam gunung Sibela (baca sumber: Togubu, 2009; Ahmad, dkk., 2015; Mas'ud, dkk., 2016; 2017), salah satunya *O. croesus*. Namun disini yang lain sesuai dengan hasil penelitian Mas'ud (2016) bahwa di kawasan ini sudah

terjadi pengalihan fungsi hutan di sepanjang kawasan cagar alam gunung Sibela oleh masyarakat setempat. *O. croesus* hanya dapat ditemukan pada berbagai lokasi tertentu sebagai relung ekologinya Mas'ud, dkk. (2016). Habitat *O. croesus* memiliki karakteristik adanya tumbuhan *mussaenda* dan *asoka* yang merupakan jenis makanan *Ornithoptera* spp (Mas'ud, dkk., 2016).

Potensi yang ada di sepanjang kawasan cagar alam gunung Sibela dan keberadaan *O. croesus* ini berkembang dengan baik apabila daya dukung lingkungannya sangat berkualitas. Selama ini masyarakat selalu berhubungan langsung atau beraktifitas di sepanjang kawasan cagar alam gunung Sibela yaitu ada 5 desa masing-masing diantaranya; Kampungmakian, Hidayat, Marabose, Wayamiga, dan Babang (Mas'ud, 2015).

Menurut Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997, daya dukung lingkungan adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung kehidupan manusia dan makhluk hidup lain. Menurut Brown (1962) daya dukung adalah jumlah satwa maksimum yang dapat ditampung suatu areal pada periode beberapa tahun, tanpa merusak tanah, bahan makanan, pertumbuhan vegetasi, mata air atau keperluan lainnya. Dasman

(1964) mendefinisikan daya dukung adalah habitat hanya dapat menampung jumlah satwa pada suatu batas tertentu sehingga daya dukung menyatakan fungsi dari habitat.

Konservasi secara *in situ* (di dalam kawasan) adalah konservasi flora fauna dan ekosistem yang dilakukan di dalam habitat aslinya agar tetap utuh dan segala proses kehidupan yang terjadi berjalan secara alami. Kegiatan ini meliputi perlindungan contoh-contoh perwakilan ekosistem darat dan laut beserta flora fauna di dalamnya. Konservasi *in situ* dilakukan dalam bentuk kawasan suaka alam (cagar alam, suaka marga satwa), zona inti taman nasional dan hutan lindung.

Tujuan konservasi *in situ* untuk menjaga keutuhan dan keaslian jenis tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya secara alami melalui proses evolusinya. Perluasan kawasan sangat dibutuhkan dalam upaya memelihara proses ekologi yang esensial, menunjang system penyangga kehidupan, mempertahankan keanekaragaman genetik dan menjamin pemanfaatan jenis secara lestari dan berkelanjutan.

Salah satu cara untuk mempertahankan populasi *O. croesus* di kawasan cagar alam gunung Sibela pulau Bacan

melalui integrasi strategi konservasi secara *in situ* yang telah dijelaskan sebelumnya. Regulasi dan penegakan hukum adalah upaya-upaya mengatur pemanfaatan flora dan fauna secara bertanggung jawab. Kegiatan kongkritnya berupa pengawasan lalu lintas flora dan fauna, penetapan quota dan penegakan hukum serta pembuatan peraturan dan pembuatan undang-undang di bidang konservasi.

Serta peningkatan peran serta masyarakat termasuk **Perguruan Tinggi** dan **Masyarakat Akademis** merupakan upaya untuk meningkatkan kepedulian masyarakat dalam konservasi sumber daya alam hayati. Program ini dilaksanakan melalui kegiatan pendidikan dan penyuluhan. Dalam hubungan ini dikenal adanya kelompok pecinta alam, kader konservasi kelompok pelestari sumber daya alam, LSM dan lain lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Achmad A. 2002. Potensi dan Sebaran Kupu-Kupu di Kawasan Taman Wisata Alam Bantimurung. Dalam: Workshop Pengelolaan Kupu-kupu Berbasis Masyarakat. Bantimurung, 05 Juni 2002. On line at <http://www.unhas.ac.id/>.pdf (di akses pada 09 Juni 2017).
- Ahmad H., Mas'ud A., dan Ahmad Z., 2015. Butterfly on the Island Bacan North Mollucas Province; How Density. *International Journal of Engineering Research and Development*. Volume 11, Issue 01. PP.01-07.
- Alikodra H.S., 1990. Pengelolaan Satwaliar. Jilid 1 Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor.
- Amir M, Noerdjito WA. 1990. Kupu-Kupu yang Terancam Punah dan Pelestariannya. Bogor: Pusat Penelitian Pengembangan Biologi-LIPI.
- Arikunto, 2006. Prosedur Penelitian “Suatu Pendekatan Praktis”. Jakarta; PT Rineka Cipta.
- Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSD), 1992. Laporan Penilaian Potensi Kawasan Konservasi Cagar Alam gunung Sibela di Pulau Bacan. Maluku: Departemen Kehutanan Provinsi Maluku. 130: 92-93.
- Bookstein, F.L., dan Strauss R.E. 1982. The Truss: Body Form Reconstruction in Morphometrics. *Systematic Zoology* 3: 113-115.
- Bobo K.S., Waltert M., Fermon H., Njokagbor J dan Muhlenberg M., 2006. Form Forest to Farmland

Butterfly Diversity And Habitat Associations Along a Gradient of Forest Conversion In Southwest Cameroon. *J. Ins. Consev.* 10: 29-42.

Borrer D.J., Triplehorn C. A., dan Johnson N.F., 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi keenam. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta Indonesia.

Brown, F.M 1962. The Variation of *Polites draco* (Hesperiidje) With Altitude. *Journal of the Lepidopterists' Society.* 16 (4): 239-242.

United Nations Environment Programme-UNEP. 1972. Convention and International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora-CITES. 2011. Appendix I,II, and III valid from 27 april 2011.

Clifford dan Stephenson. 1975. An Introduction to Numerical Classification. Academic Press, New York.

Charrette N.A., Clearly F.R dan Mooers A.O., 2006. Rang Restricted, Specialist Bornean Butterflies Are Less Lokely to Recover From ENSO Induced Disturbance. *Journal Ecology*, 9: 2330-2337.

Collins, N.M. dan Morris, M.G. 1985. Threatened Swallowtail Butterflies of the World. The IUCN Red Data Book. IUCN, Gland and Cambridge. 440: 294-295.

Common I.F.B., Waterhouse D.F., 1981. Butterflies of Australia. Angus and Robertson, Sydney.

Dasman R.F., 1964. Wildlife Biology. John Wiley and Sons, Inc., *New Tork*. Pp 45-92.

- D'Abbrera, B. 1990. Butterflies of the Australian region. Revised 1st edition. Melbourne and London:
- Dendang, B., 2009. Keragaman Kupu-Kupu di Resort Selabintana Taman Nasional Gunung Gede Pangrango Jawa Barat. *Jurnal penelitian hutan dan konservasi alam*, 4 (1): 25-36.
- Djuhanda, T. 1981. Dunia Ikan. Armico, Bandung.
- Endo, T. & Ueda, K. 2004. A Complete Guide to the Endangered Swallowtail Butterflies of the World. Endless Science Information, Tokyo, Japan, 100 pp.
- Feeny, P. (1995). Ecological opportunism and chemical constraints on the host associations of swallowtail butterflies. *Swallowtail Butterflies*, 9-15.
- Finkeldey R, 2005. *Pengantar Genetika Hutan tropik*. Terjemahan. Edje Djamhuri, Iskandar Z Siregar, Ulfah J. Siregar, Arti W. Kertadikara. Fak. Kehutanan IPB.
- Fitzgerald, T., and Costa, J. (1999). Collective behavior in social caterpillars. *Information Processing in Social Insects*. 4: 379-400.
- Forsman, A., Ringblom, K., Civantos, E., and Ahnesjö, J. (2002). Coevolution of color pattern and thermoregulatory behavior in polymorphic pygmy grasshoppers *Tetrix undulate*. *Evolution*. 56: 349-360.
- Futuyama D.J. 1986. *Evolutionary Biology*. Sunderland. Mass: Sinauer Associates, Inc. Itaca.

- Gaston KJ, Blackburn JH, and Lawton JH. 1997. Interspecific abundance range size relationships : an appraisal of Mechanism. *Journal of Animal Ecology* 66: 579-601.
- Gomez Pompa A., Kaus A. (1999) From pre-Hispanic to future conservation alternatives: lessons from Mexico, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 96, 5982-5986.
- Halmahera Selatan dalam Angka., 2014. Badan Pusat Statistik Kabupaten Halmahera Selatan. Katalog BPS 110.2001.8204.
- Henle K., Davies K.F., Kleyer M., Margules C dan Settele., 2004. Predictors Of Species Sensitivity To Fragmentation. *Biodiversity and Conservation* 13: 207-251.
- Hill J.K., Hamer K.C., Tangah J dan Dawood M., 2001. Ecology Of Tropical Butterflies In Rainforest Gaps. *Journal Oecologia* 128: 294-302.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) 2014. *IUCN Red List Catagories*. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland.
- Jumar. 2000. *Entomologi Serangga*. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Kovach, W.L. 2007. Mutivariate Statistical Package (MVSP) Plus Version 3.22 User's Manual. *Publish by Kovach Computing Services*. Pentracth, Wales. Printed. Sept 2007. p. 137.
- Koh L.P., Sodhi N.S dan Brook B.W., 2004. Ecological Correltes of Exctintion Proneness in Tropical

Butterflies. *Journal Conservation Biology*. 18: 1571-1578.

Kondo Kiyotaro, Tsutomu Shinkawa dan Hirotaka Matsuka 2003. Molecular Systematics Of Birdwing Butterflies (Papilionidae) Inferred From Mitochondrial NDS Gene; *Journal of the Lepidopterists Society*. 57: 17-24.

Koneril, Roni dan Saroyo. 2012. Distribusi dan Keanekaragaman Kupu-Kupu (Lepidoptera) Di Gunung Manado Tua, Kawasan Taman Nasional Laut Bunaken, Sulawesi Utara. *Jurnal Bumi Lestari, Volume 12 No. 2, Agustus 2012, hlm. 357 - 365*

Lewis, T.O. 2001. Effect Of Experimental Selective Logging On Tropical Butterflies. *Conservation Biologi*, 15. 389-400.

Nakamura T. 2003. Meristic and Morphometric Variations in Fluvial Japanese Charr Between River System and Among Tributaries of a River System. *Environmental Biology of Fishes* 66: 133-141.

Nursalam, 2003, Konsep Dan Penerapan Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan, Pedoman Skripsi, Tesis, Dan Instrumen Penelitian Keperawatan. Jakarta : Salemba Medika.

Magurran AE. 1988. *Ecological Divercity and Its Measurement*. Princeton Univercity Press. 179: 7-46.

Makhzuni R, Syaifullah, dan Dahelmi 2013. Variasi Morfometri Papilio Polytes L. (lepidoptera: papilionidae) di Beberapa Lokasi di Sumatera

Barat. *Jurnal Biologi Univ. Andalas (J. Bio. UA)*. 50-56.

Mas'ud, A., 2010. *Biodiversitas Epifauna Tanah di Kawasan Cagar Alam Gunung Sibela*. Tesis PPS UM (Tidak diterbitkan).

Mas'ud, A., 2011. Kajian Struktur Komunitas Epifauna Tanah di Kawasan Hutan Konservasi Gunung Sibelah Halmahera Selatan Maluku Utara. "*BIOEDUKASI*" *Jurnal Pendidikan Biologi FKIP UM Metro*. Volume 2, No. 1, Mei 2011.

Mas'ud, A., 2015. *Analisis Tingkat Pengetahuan Masyarakat Sekitar Kawasan Cagar Alam Gunung Sibela Terhadap Kupu Endemik Pulau Bacan (Kajian Bahan Kebijakan Konservasi Ornithoptera Croesus)*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya. Jurusan Biologi FMIPA UM, Malang 17 Oktober 2015. In Press.

Mas'ud A., Hasan S., Abdullah A., 2016. Keanekaragaman Kupu family Papilionidae di Berbagai Ketinggian Tempat di Kawasan Cagar Alam Gunung Sibela. *Prosiding Seminar Nasional VI Biodiveritas Jurusan Biologi*. FMIPA. Universitas Airlangga.

Mas' ud, A. 2018. Diversitas Intraspesies *Ornithoptera croesus* Kupu-Kupu Endemik Pulau Bacan pada Berbagai Ketinggian Tempat di Gunung Sibela Berdasarkan Karakter Morfologi, Marka Molekuler-RAPD dan Strategi Konservasinya serta Pengembangan Buku Referensi. *DISERTASI Program Pascasarjana UM*.

- Matsuka, H., (2001). Natural History of Birdwing Butterflies.
- Mayr E., dan Ashlock P.D., 1991. Principles of Syatematic Zoology. Second Edition.McGraw-Hill, Inc.
- Mastricht Van Henk & Rosariyanto Edy M., 2005. Buku Panduan Lapangan: Kupu-kupu untuk Wilayah Mamberamo sampai pegunungan Cyclops. Jakarta, Conervation International-Indonesia program : xii + 146 hlm.
- Mcllroy R J. 1964. An Introduction to Tropical Grass Land Husbandry. Oxfort University Press.
- Miller W.E. 1991. Body Size in North American Lepidopteras Related to Geography. *Journal of the Lepidoptera Society* 45 (2) : 158-168.
- Morinaka S., Maeyama T., Maekawa K., Erniwati D., Prijono S.N., Ginarsa K., Nakazawa T dan Hidaka T., 1999. Molecular phylogeny of Birdwing Butterflies Based On The Representatives In Most Genera Of The Tribe Troidini. *Entomol. SCI.* 2: 374-358.
- Morinaka S., Minaka N., Sekiguchi M., Erniwati D., Prljono S.N., Ginahsa K dan Miyata T., 2000. Molecular Phylogeny of Birdwing Butterflies of The Tribe Troidini (Lepidoptera: Papilionidae) Using All Species of The Genus Ornithoptera. *Biogeography* 2: 103-111
- Mullis, K.B., Faloona F, 1987. Specific synthesis of DNA in vitro via polymerase chain reaction. *Methods Enzymology*, 155: 350-355.

- Myers N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier., 2000. *Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature* 403:853-858.
- Odum E.P 1998. *Dasar-dasar Ekologi*, Edisi Ketiga, Terjemahan: Tjahyono Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Parrott, R.E. and Schmid, F. (1984) 'a new subspecies of ornithoptera croesus from morotai island, indonesia, and a gynandromorph of o. croesus lydius (lepidoptera: Papilionidae)', *The Canadian Entomologist*, 116(11), pp. 1519-1524. doi: 10.4039/Ent1161519-11.
- Peggie, Dj. 2011. *Precious and Protected (Indonesian Butterflies). Kupu-kupu Indonesia yang Bernilai dan Dilindungi*. Diterbitkan oleh; PT Binamitra Megawarna, Jakarta, Indonesia. ISBN: 978-979-15217-4-1.
- Peggie, Dj. 2014. *Mengenal Kupu-kupu*. Pandu Aksara Publishing. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah R.I No. 7 Tahun 1999. *Tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa*. tanggal 27 Januari 1999.
- Prakash J., dan Arya M., 2007. Butterfly Communities Along Altitudinal Gradients in a Protected Forest in the Western Himalayas, India. *Natural History Journal Of Chulalongkom University* 7: 1-9 may 2007.
- Primack R.B., Supriatna J dan Indrawan M., 2007. *Biologi Konservasi edisi Revisi. Yayasan Obor Indonesia*. Jakarta.

- Radford A E (1981) *Fundamentals of Plant Systematics*. Harper and Rows. New York.
- Ryan, P.D., Harper, D.A.T.& Whalley, J.S. 1995. *PALSTAT, Statistics for palaeontologists*. Chapman & Hall (now Kluwer Academic Publishers).
- Sartiarni, D., Sosromarsono S., Buchori D., dan Suryobroto B. 1999. Keragaman Spesies Kutu Putih pada Tanaman Buah-buahan di Daerah Bogor: Peranan Entomologi dalam Pengendalian Hama yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis . Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia (PEI), 16 Februari 1999, Bogor. Bogor: PE.
- Sands D.P.A., New T.R, 2013. *Conservation of the Richmond Birdwing Butterfly in Australia*. Springer Dordrecht Heidelberg New York London. 220; 40-44.
- Santosa K. 2006. *Pengantar Ilmu Lingkungan*. Semarang: UNNES PRESS.
- Selvey H., 2008. Studies of the eggs and larvae of the Richmond birdwing butterfly (*Ornithoptera richmondia*). *Metamorphosis Aust Issue* 5:15-16.
- Selvey H., 2009 Letter to the editor. *Metamorphosis* no 5(2):29-30.
- Scriber JM, Tsubaki Y, Lederhouse RC 1995 Swallowtail butterflies: their ecology and evolutionary biology. *Science Publishers, Gainesville*, pp 9-15.
- Sihombing DTH. 2002. *Satwa Harapan I: Pengantar Ilmu dan Teknologi Budidaya*. Bogor: Pustaka Wirausaha Muda.

- Southcott RV (1991) A further revision of Charletonia (Acarina: Erythraeidae) based on larvae, protonymphs and deutonymphs. *Invertebr Taxon* 5:61-131.
- Soekardi H. 2007. Kupu-kupu di Kampus Unila. On line at <http://www.unila.ac.id> (di akses pada 13 Oktober 2017).
- Straatman R (1962) Notes on certain Lepidoptera ovipositing on plants which are toxic to their larvae. *J Lepidopt Soc* 16:99-103.
- Shalihah A., Pamula G., Cindy R., Rizkawati W., Anwar Z.I, 2012. *Kupu-Kupu Di Kampus Universitas Padjajaran Jatinangor*. HMDP UNPAD.
- Sharma Vijay L, Suman Bhatia, Tajinder K Gill, Adnan A Badran, Mamtesh Kumari, Jagmohan J Singh dan Ranbir C. Sobti 2006. Molecular Characterization of Two Species of Butterflies (Lepidoptera: Insecta) through RAPD-PCR Technique. *The Japan Mendel Society; Journal Cytologia* 71: 81-85, Corresponding author, e-mail: rcsobti@pu.ac.in
- Sharma Vijay L, Param Kaur, Tajinder K. Gill, Mamtesh Kumari dan Ranbir C Sobti 2010. Genetic Characterisation In Two Species Of Catopsilia (Pieridae: Lepidoptera) By RAPD-PCR Technique. *Journal Caryologia*. Vol. 63 No. 3 250-256.
- Sharon K. Collinge, Kathleen I. Prudic, and Jeffrey C. Oliver. 2003. Grassland Butterfly Diversity. *Conservation Biology*, P.178-187.

- Sihombing DTH. 1999. *Satwa Harapan I: Pengantar Ilmu dan Teknologi Budidaya*. Bogor: Pustaka Wirausaha Muda.
- Smart P. 1976. *The Illustrated Encyclopedia of Butterfly World in Color*. Paul Smartv Press.
- Spitzer, K., Jaros, J., Havelka, J. & Leps, J. (1997) Effect of small-scale disturbance on butterfly communities of an Indo-Chinese montane rainforest. *Biological Conservation*,80,9-15.
- Smetacek, P. (2001). *The Study of Butterflies*. 3 Intra specific variation. *Resonance*. 5 (6): 8-14.
- Southwood T R E., 1978 *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. Chapman and Hall, London, 524p.
- Speight, M.R., Hunter M.D., and Allan D.W., 2008. *Ecology of Insects: Concepts and application* 2nd edition. *Wiley-Blackwell Pub*.
- Steffan-Dewenter, I. & Tschardtke, T. (2000) Butterfly community structure in fragmented habitats. *Ecology Letters*,3,449-456.
- Subahar, T.S. dan Yuliana, A. 2010. Butterfly diversity as a data base for the development plan of Butterfly Garden at Bosscha Observatory, Lembang, West Java. *Biodiversitas*, Volume 11, Number 1: 24-28.
- Sugiyono 2012. *Memahami Penelitian Kuantitatif*. Penerbit Alfabeta. Bandung. Hal 16-17.

- Susetyo S. 1980. Padang Pengembalaan Pengelolaan Pastura dan Padang Rumput. Bogor: Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- Syaputra M. 2011. Pengelolaan Penangkaran Kupu-Kupu di PT. Ikas Amboina dan Bali Butterfly Park Tabanan Bali.
- Syarief A. 1974. Kemungkinan pembinaan dan pembiakan rusa di Indonesia, Direktorat P. P. A., Bogor.
- Thomas J.A., 1991. Habitat Use and Geographic Range of Butterflies From Wet Lowlands of Costa Rica. *Journal Biological Canservation* 55: 269-281.
- Taylor MFJ (1984) The dependence of development and fecundity of *Samea multiplicalis* on earlylarval nitrogen intake. *J Insect Physiol* 30:779-785.
- Taylor MFJ, Sands DPA (1986) Effects of ageing and nutrition on the reproductive system of *Samea multiplicalis* (Guenee) (Lepidoptera: Pyralidae). *Bull Entomol Res* 76:513-517.
- Tiple A.D., Arun M.K dan Sonali V.P., 2009. Genetic Relationships among Some Lycaenidae Butterflies as Revealed by RAPD Analysis. *The Japan Mendel Society. Cytologia* 2: 165-169.
- Tiple A.D., Padwad S.V dan Deshmukh V.P., 2010. Molecular Characterization Of Morphologically Similar Four Pieridae Butterflies (Lepidoptera Insecta) By RAPD PCR Technique. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*.
- Togubu, I. 2009. Studi Preferensi Kupu-Kupu Famili Papilionidae (*Papilio ulysses* dan *Ornithoptera*

croesus) pada Tanaman Inang di Alam dan di Penangkaran Kecamatan Bacan Kabupaten Halmahera Selatan Maluku Utara. (Tesis tidak dipublikasikan). Universitas Brawijaya. Malang.

Undang-Undang No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, berdasarkan atas tiga asas yaitu tanggung jawab, berkelanjutan, dan bermanfaat. Oleh: Presiden Republik Indonesia Nomor: 23 Tahun 1997 (23/1997) Tanggal : 19 September 1997 (Jakarta).

Wallace, A.R. 1869. The Malay Archipelago. Foreword 1987, by Lioyd Fernando. Printed in Singapore. 479: 257-258.

Wibowo A., Sunarmo M.T.D., Makmur S., dan Subagja. 2008. Identifikasi Struktur Stok Ikan Belida (*Chitala spp.*) dan Implikasinya Untuk Manajemen Populasi Alami. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 14: 31-44.

Widhiono I., 2014. Diversity and Abundance of Java Endemics Butterfly (Lepidoptera: Rhopalocera) at Slamet Mountain, Central Java. *Biospecies* Vol. 7 No.2, Juli 2014, hal. 59-67.

Widiastuty R. 2012. Manajemen Pemeliharaan dan Persilangan Kupu-Kupu *Ornithoptera priamus* dengan *ornithoptera croesus* di Penangkaran (studi kasus di pt kupu-kupu taman lestari tabanan, bali) Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor; 73.

Willot S.J., Lim DC., Compton SG dan Sutton., 2000. Effects of Selective Logging on Butterflies of Bornean

Rainforest. *Journal Conservation Biology* 8: 388-397.

Wright-Vane, R. I., & de Jong, R. (2003). *The butterflies of Sulawesi: annotated checklist for a critical island fauna*. Nationaal Natuurhistorisch Museum. p.267.

Zeuner F.E., 1943. Studies in The Systematics of *Troides Huebner* (Lepidoptera, Papilionidae) and Its Allies, Distribution and Phylogeny In Relation To The Geological History of The Australian Archipelago. *Trans. Zool. Soc. Lond.* 25:107- 184.

Zothansangi, Vanlalruati C., Kumar N.S dan Gurusubramanian G., 2011. Genetic Variation Within Two Cryptic Species Of *Cirrochroa* (Heliconiinae: Lepidoptera) By RAPD-PCR Technique. *Science Vision. Journal Mipograss*. All rights reserved. *SCI Vis* 3: 165-170.

Zvereva, E.L, and Rank N.E. (2003). Host Plant Effects on Parasitoid Attack on the Leaf Beetle *Chrysomela Lapponica*. *Oecologia* 135: 258-267

Biografi Penulis



Dr. Abdu Mas'ud, S.Pd., M.Pd. adalah staf dosen Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kahirun. Lulus di Fakultas Keguruan & Ilmu Pendidikan, Universitas Khairun, pada tahun 2002; Memperoleh gelar Magister Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Malang (UM) pada tahun 2010 dan gelar Doktor Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Malang (UM), pada tahun 2018.

Mempunyai angan-angan dan tujuan kedepan sebagai ahli kupu-kupu lokal di kepulauan Maluku Utara dan dapat menyediakan buku kupu-kupu lokal kepulauan Maluku Utara serta panduan praktis kupu-kupu lokal. Saat ini telah mempersiapkan beberapa buku dengan judul “Pengenalan Familia Papilionidae Kupu-Kupu Endemik Antar Pulau Maluku Utara”; “Panduan Praktis Kupu-Kupu Lokal di Kepulauan Maluku Utara”; dan Ensiklopedia Kupu-Kupu Maluku Utara”.

Telah memiliki karya ilmiah yang dihasilkan di antaranya (1) Jenis Kupu-Kupu Pengunjung Bunga *Mussaenda* dan *Asoka* di Kawasan Cagar Alam Gunung Sibela Pulau Bacan (2) RAPD based molecular analysis genetic diversity of *Ornithoptera croesus* found in Bacan Island, Indonesia (3) Variabilitas Genetik *Ornithoptera croesus lydius* Kupu-Kupu Endemik Pulau Halmahera Berbasis Data Molekuler PCR-RAPD (In Press) (4) Tinjauan Filogenetik

Kupu-Kupu *Ornithoptera spp.* Berdasarkan Sekuen Mitokondria ND5 Gen (5) Phylogenetik Study of *Papilio Spp.* Butterfly Based on ND5 Genetik Sequence in In Silico (6) Keanekaragaman Kupu Famili Papilionidae pada Berbagai Ketinggian di Cagar Alam Gunung Sibela Pulau Bacan (7) Genetic Variability of *Ornithoptera croesus toeantei* Endemic Butterfly in Morotai Island, Based on Morphology and Molecular. Selain bidang Entomologi, bidang pendidikan dan pembelajaran juga telah ditekuni dan menghasilkan 26 karya ilmiah yang suda di publikasikan dari berbagai jurnal yang beraputasi dapat dilihat pada laman google scholar https://scholar.google.co.id/citations?user=nGe47_cAAAAJ&hl=id Alamat E-mail: abdumasud@unkhair.ac.id



Prof. Dr. Duran Corebima Aloysius, M.Pd. adalah staf dosen Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang. Mendapatkan gelar S1 (DRS) Pendidikan Biologi, IKIP MALANG pada tahun 1976; Memperoleh gelar Magister (M.Pd.) Pendidikan Biologi, IKIP MALANG pada tahun 1989 dan gelar Doktor (Dr) Ilmu Genetika UNAIR Surabaya pada tahun 1995.

Telah memiliki karya ilmiah yang dihasilkan di antaranya (1) Genetika Mendel (2) Genetika Kelamin (3) Genetika Mutasi dan Rekombinasi (4) Pembelajaran biologi di Indonesia bukan untuk hidup (5) Fenomena gagal berpisah, epistasis, dan nisbah kelamin pada *Drosophila melanogaster* (6) Pemanfaatan *Drosophila melanogaster* sebagai organisme model dalam mempelajari Hukum Pewarisan Mendel (7) Pemanfaatan *Drosophila melanogaster* sebagai organisme model dalam mengungkap berbagai fenomena penyimpangan rasio Mendel. Selain bidang ilmu Biologi, bidang pendidikan dan pembelajaran juga telah ditekuni dan menghasilkan 100 karya ilmiah yang suda di publikasikan dari berbagai jurnal yang beraputasi dapat dilihat pada laman google scholar <https://scholar.google.co.id/citations?user=EobB1ssAAAAJ&hl=id>; Alamat E-mail: duran.corebima.fmipa@um.ac.id



Prof. Dr. agr. Mohamad Amin, S.Pd., M.Si. adalah staf dosen Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang. Mendapatkan gelar S1 (S.Pd.) Pendidikan Biologi, IKIP MALANG pada tahun 1991; Memperoleh gelar Magister (M.Si.) Biologi, ITB Bandung pada tahun 1997 dan dan gelar Doktor (Dr. agr) Molekular Genetik, Martin Luther University Halle-Wittenberg Jerman pada tahun 2003.

Telah memiliki karya ilmiah yang dihasilkan di antaranya (1) Characterization and Application of Molecular Markers In The Peking Duck and Other Waterfowl Species (2) Intervesion of Genetic Flow the Foreign Cattle toward Diversity of Phenotype Expression of Local Cattle in the District of Banyuwangi (3) Discovering Novel Antimicrobial Peptides from Solanum tuberosum based on In Silico Models (4) In Silico Screening of Natural Bioactive Compound from Moringa oleifera Against Cancer (5) Potensi, Eksploitasi, Dan Konservasi Lahan Basah Indonesia Berkelanjutan (6) Identifikasi Keragaman Genetik Kerbau Lokal Populasi Jawa Timur Dan Nusatenggara Barat berbasis Mikrosatellite sebagai Model Pengembangan Konservasi Kerbau secara EX SITU. Selain bidang ilmu Biologi, bidang pendidikan dan pembelajaran juga telah ditekuni dan menghasilkan 57 karya ilmiah yang suda di publikasikan dari berbagai jurnal yang beraputasi. Hasil karya ilmiahnya dapat dilihat pada laman google scholar <https://scholar.google.co.id/citations?user=tY4L5pwAAAAJ&hl=en> Alamat E-mail: mohamad.amin.fmipa@um.ac.id



Dr. Fatchur Rohman, M.Si. adalah staf dosen Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang. Mendapatkan gelar S1 (S.Pd.) Pendidikan Biologi, IKIP MALANG pada tahun 1990; Memperoleh gelar Magister (M.Si.) Biologi, ITB Bandung pada tahun 1997 dan dan gelar Doktor (Dr) Ilmu Pertanian, UB Malang pada tahun 2008.

Telah memiliki karya ilmiah yang dihasilkan di antaranya (1) Struktur Komunitas Tumbuhan Liar dan Arthropoda sebagai Komponen Evaluasi Agroekosistem di Kebun Teh Wonosari Singosari Kabupaten Malang (2) Karakteristik Komunitas Herba di Hutan Jati Resort Pemangkuan Hutan (RPH) Dander Petak 12B Kabupaten Bojonegoro (3) Struktur Komunitas Collembola pada Tiga Tipe Habitat Sepanjang Daerah Aliran Sungai Brantas Hulu Kota Batu (4) Kajian Bioekologi Serangga Hama Di perkebunan Apel (*Malus sylvestris* Mill) Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu (5) Struktur dan Komposisi Komunitas Artropoda Tanah di Lahan Perkebunan Kopi (*Coffea* Spp). DiKecamatan Wonosari Kabupaten Malang (6) Ketertarikan Arthropoda Predator pada Tumbuhan Gulma di Lahan Pertanian Brokoli (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L.) Desa Sumber Brantas Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Selain bidang ilmu Biologi, bidang pendidikan dan pembelajaran juga telah ditekuni dan menghasilkan 92 karya ilmiah yang suda di publikasikan dari berbagai jurnal yang beraputasi. Hasil karya ilmiahnya dapat dilihat pada laman [google scholar](#)

[https://scholar.google.co.id/citations?user=WtWV9QAAAA
J&hl=en&AlamatE-mail: fatchur.rohman.fmipa@um.ac.id](https://scholar.google.co.id/citations?user=WtWV9QAAAA&hl=en&AlamatE-mail=fatchur.rohman.fmipa@um.ac.id)

Daftar Istilah (Glosarium)

- Abdomen = perut kupu-kupu. Letaknya di bagian belakang dada (*thoraks*), terdiri dari beberapa segmen (bagian), di dalamnya terdapat alat pencernaan, perkembangbiakan dan lain-lain.
- Altitude = jarak vertikal di atas sebuah titik atau level yang dipakai sebagai patokan atau referensi. Atau letak tinggi rendahnya suatu daratan diukur dari permukaan laut
- Annealing = sebuah proses perlakuan panas yang digunakan untuk meniadakan pengaruh dari *cold work*, dan juga berfungsi untuk membuat material menjadi lebih lunak dan meningkatkan *ductility*.
- Area Sampling = pengambilan sampel pada wilayah atau sampling daerah.
- Bentang alam = (Inggris: *landform*) adalah suatu unit geomorfologis yang dikategorikan berdasarkan karakteristik seperti elevasi, kelandaian, orientasi, stratifikasi, paparan batuan, dan jenis

- tanah. Beberapa faktor, mulai dari lempeng tektonik hingga erosi dan deposisi dapat membentuk dan memengaruhi **bentang alam Birdwing**
- Buffer** = Larutan penyangga (*buffer*) adalah larutan yang dapat menjaga (mempertahankan) pHnya dari penambahan asam, basa, maupun pengenceran oleh air. pH larutan buffer tidak berubah (konstan) setelah penambahan sejumlah asam, basa, maupun air.
- Caput** = **caput** merupakan kepala serangga yang berfungsi sebagai tempat melekatnya antena, mata majemuk, mata oseli, dan alat mulut
- Cengkeh Avo** = Cengkeh alam yang sudah berumur cukup lama (ratusan tahun)
- Cluster** = kelompok atau gugus (ditinjau dari pengambilan sampel dalam penelitian secara kelompok atau gugus (cluster sampling maka pada teknik ini sampel bukan terdiri dari unit individu, tetapi terdiri dari **kelompok** atau **gugusan**.)
- Chrysalis** = kepompong

- DNA = asam nukleat dan salah satu makromolekul utama yang penting untuk semua bentuk. DNA adalah sebagian besar terbuat dari dua untai, digulung untuk membentuk heliks ganda. Untai DNA terbuat dari urutan nukleotida. Nukleotida terdiri dari basa nitrogen, gula monosakarida dan gugus fosfat
- Dendrogram = diagram yang bercabang-cabang menyerupai pohon yang dipakai untuk menggambarkan derajat kesamaan, kekerabatan atau silsilah suatu golongan makhluk hidup.
- Deforestasi = kegiatan penebangan hutan atau tegakan pohon (stand of trees) sehingga lahannya dapat dialihgunakan untuk penggunaan nir-hutan (non-forest use), yakni pertanian, peternakan atau kawasan perkotaan.
- Diversitas = perbedaan, kelainan, keragaman; aspek Biologi variasi bentuk dan/atau rupa jenis yang hidup dalam habitat yang sama dan dimakan oleh pemangsa.

- Diferensiasi = proses, cara, perbuatan membedakan; perbedaan; atau perkembangan tunggal, kebanyakan dari sederhana ke rumit, dari homogen ke heterogen.
- Diurnal = giat siang atau diurnal adalah sifat perilaku hewan (atau juga tumbuhan) yang aktif di siang hari, sementara di malam harinya tidur.
- Denaturasi = sebuah proses di mana protein atau asam nukleat kehilangan struktur tersier dan struktur sekunder dengan penerapan beberapa tekanan eksternal atau senyawa, seperti asam kuat atau basa, garam anorganik terkonsentrasi, sebuah misalnya pelarut organik (cth, alkohol atau kloroform), atau panas.
- Egg = telur
- Endemik = endemik dalam ekologi adalah gejala yang dialami oleh organisme untuk menjadi unik pada satu lokasi geografi tertentu, seperti pulau, Relung (*niche*), negara, atau zona ekologi tertentu

Ecdysis	= melepaskan atau menyetelongsongkan kutikula, kulit atau kerangka luar secara berkala
Enzim	= biomolekul berupa protein yang berfungsi sebagai katalis (senyawa yang mempercepat proses reaksi tanpa habis bereaksi) dalam suatu reaksi kimia organik.
Eclosion	= (eclosions jamak) (biologi). Munculnya upu-kupu dari kasus pupa, atau dari larva dari telur
Eksotis	= segala sesuatu yang berasal dari luar negeri dan terlihat aneh atau berbeda dari yang biasa kita lihat tetapi memiliki daya tarik
Entomologi	= cabang sains yang mengkaji mengenai serangga. Berasal dari bahasa Latin yaitu entomon bermakna serangga dan logos bermakna ilmu pengetahuan.
Emigrasi	= tindakan meninggalkan habitat asal kupu-kupu atau wilayah untuk menetap di wilayah lain
Evolusi	= proses perubahan secara berangsur-angsur (bertingkat) dimana sesuatu berubah menjadi bentuk lain (yang

	biasanya) menjadi lebih kompleks/rumit ataupun berubah menjadi bentuk yang lebih baik
Flora	= dari bahasa Latin, alam tumbuhan atau <i>nabatah</i> adalah <i>khazanah</i> segala macam jenis tanaman atau tumbuhan.
Fauna	= dari bahasa Latin, atau alam hewan artinya adalah <i>khazanah</i> segala macam jenis hewan yang hidup di bagian tertentu atau periode tertentu
Famili	= (Bahasa Latin: familia, jamak familiae) dalam klasifikasi ilmiah adalah suatu takson yang berada antara ordo dan genus, merupakan taksonomi yang di dalamnya terdiri atas beberapa genus yang secara filogenetis terpisah dari familia lainnya.
Foodplant	= tumbuhan inang yang menjadi kupu-kupu dewasa.
Fragmentasi	= merupakan cara perkembangbiakan suatu organisme dari fragmen-fragmen atau potongan tubuh induknya. Sedangkan prinsip perkembangbiakan dengan fragmentasi adalah tubuh

- induk terpotong-potong, baik secara sengaja atau tidak sengaja.
- Fenotipe** = suatu karakteristik (baik struktural, biokimiawi, fisiologis, dan perilaku) yang dapat diamati dari suatu organisme yang diatur oleh genotipe dan lingkungan serta interaksi keduanya. Sedangkan pengertian fenotipe mencakup berbagai tingkat dalam ekspresi gen dari suatu organisme.
- Filogenetik** = cabang dari biologi yang berhubungan dengan mempelajari dan menentukan hubungan evolusioner, atau pola keturunan, kelompok organisme.
- Genus** = Dalam biologi, **genus** (jamak genera) atau marga adalah salah satu bentuk pengelompokan dalam klasifikasi makhluk hidup yang secara hierarki tingkatnya di atas spesies, tetapi lebih rendah daripada familia
- Genetik** = ilmu yang berhubungan dengan studi dan pemahaman tentang faktor keturunan, evolusi, perkembangan,

	ekologi, biologi molekuler dan ilmu forensi
Genotip	= susunan genetik suatu individu (sesuatu yang tidak dapat diamati).
Gen	= (dari bahasa Belanda: gen) adalah unit pewarisan sifat bagi organisme hidup
Hemolymph	= sebuah cairan yang beredar di tubuh beberapa invertebrata yang setara dengan darah
Hostplant	= tumbuhan inang yang menjadi makanan larva atau ulat dimana mulanya <i>O. croesus</i> metakkan telur-telurnya
Hospot	= suatu istilah bagi sebuah area dimana kupu-kupu menempati area tersebut dan bisa mengakses berbagai sumber pakan
Instars	= larva/ulat
Inang	= organisme yang menampung virus, parasit, partner mutualisme, atau partner komensalisme, umumnya dengan menyediakan makanan dan tempat berlindung.
Intensifikasi	= peningkatan hasil produksi tanpa menambah faktor-faktor produksi,

- Industrialisasi = suatu proses perubahan sosial ekonomi yang mengubah sistem pencaharian masyarakat agraris menjadi masyarakat industri,
- Imago = Kupu-kupu muda
- Kepompong = pupa
- Konservasi = pelestarian atau perlindungan atau upaya perlindungan dan pengelolaan yang hati-hati terhadap lingkungan dan sumber daya alam.
- konservasi insitu = sumberdaya genetik yang dikonservasi secara alami di populasi aslinya
- konservasi exsitu = pemindahan informasi genetik keluar dari populasi alaminya
- konversi pertanian = perubahan fungsi kawasan lahan dari fungsinya semula (seperti yang direncanakan) menjadi fungsi lain yang menjadi dampak negatif (masalah) terhadap lingkungan dan potensi lahan itu sendiri,
- Karakteristik = suatu kajian yang menitik beratkan pada ciri-ciri suatu organisme (hewan)
- Klasifikasi = proses pengelompokkan takson berdasarkan ciri-ciri persamaan dan perbedaan

Koefisien	= bilangan yang memuat variabel dari suatu suku pada bentuk aljabar
Line trasect	= suatu metode dengan cara menentukan dua titik sebagai pusat garis transek.
Latitude	= garis yang horisontal/mendatar
Lepidoptera	= Lepidoptera berasal dari kata Latin lepidō (berarti sisik) dan kata Yunani pteron (berarti sayap), maka secara umum lepidoptera dapat diartikan sebagai kupu-kupu yang mempunyai sayap bersisik.
Natalitas	= kelahiran
Nokturnal	= hewan yang tidur pada siang hari, dan aktif pada malam hari
Nutrisi	= gizi adalah substansi organik yang dibutuhkan organisme untuk fungsi normal dari sistem tubuh, pertumbuhan, pemeliharaan kesehatan
Matriks	= susunan kumpulan bilangan yang diatur dalam baris dan kolom berbentuk persegi panjang
Metamorfosis	= sebuah kata yang menggambarkan perubahan bentuk (dalam dunia serangga, istilah ini digunakan untuk

	menentukan tahapan perkembangan kupu-kupu)
Meconium	= tinja janin yang pertama
Mitokondria	= salah satu organel sel dan berfungsi sebagai tempat berlangsungnya fungsi respirasi sel pada makhluk hidup,
Morfologi	= merupakan suatu kajian yang mempelajari bentuk dan struktur organ tubuh yang tampak dari luar pada suatu organisme (hewan)
Molekuler	= cabang dari ilmu biologi yang memfokuskan kajiannya dalam bidang makromolek, lipid, protein dan komponen molekul lain dari sel.
Morfometri	= suatu studi yang bersangkutan dengan variasi dan perubahan dalam bentuk (ukuran dan bentuk) dari organisme, meliputi pengukuran panjang dan analisis kerangka suatu organisme
Mortalitas	= ukuran jumlah kematian (umumnya, atau karena akibat yang spesifik) pada suatu populasi, skala besar suatu populasi, per dikali satuan
Protein	= (asal kata protos dari bahasa Yunani yang berarti "yang paling utama")

adalah senyawa organik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida

Probosis = alat penghisap berbentuk belahan tabung yang bersatu.

Probosis terletak pada bagian kepala dan letaknya sama pada semua jenis kupu-kupu tetapi ukuran panjangnya berbeda-beda

Purposive Sampling = Pengambilan Sampel yang Bertujuan

Niche = istilah ini digunakan dalam ekologi untuk menggambarkan spesies hidup dan lingkungan mereka

Random Sampling = Pengambilan Sampel secara Acak

Relung = pertelaan lengkap bagaimana suatu organisme berhubungan dengan lingkungan fisik dan biologisnya
Strategi

Spesies = spesies atau jenis adalah suatu takson yang dipakai dalam taksonomi untuk menunjuk pada satu atau beberapa kelompok individu (populasi) yang serupa dan dapat saling membuahi satu

	sama lain di dalam kelompoknya (saling membagi gen) namun tidak dapat dengan anggota kelompok yang lain.
Sel	= sebuah organisme terkecil sebagai penyusun makhluk hidup
Segmen	= bagian
Similarity	= kesamaan
Trikoma	= alat tambahan pada tumbuhan yang terletak di epidermis, baik yang unisel, maupun multisel
Thorak	= dada kupu-kupu (bagian tubuh kupu-kupu yang terletak antara kepala dan perut).
Urbanisasi	= perpindahan penduduk dari desa ke kota atrinya gedung-gedung perkotaan telah dibangun dan menjadi kota

Halaman Indeks

<i>Aesacus</i>	1 53 64		
<i>alba</i>	3		
<i>bornea</i>	3		
<i>catopsilia</i>	54		
<i>chimaera</i>	2 6		
<i>cofassus</i>	3		
<i>croesus</i>	1 3 5 6 7 8 9 11		
	12 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25		
	26 27 28 29 30 32 33 34 35 36 37 38 39		
	40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52		
	53 54 55 56 57 58 59 60 63 64 65 66 67		
	68 69 75 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87		
	88		
<i>euphorion</i>	24 53	<i>priamus</i>	2 24 53
<i>garulus</i>	3	<i>regius</i>	3
<i>goliath</i>	2 6	<i>richmondia</i>	24
<i>helius</i>	1 2 64	<i>rothschildi</i>	2 6
<i>lanceolante</i>	7	<i>roratus</i>	3
<i>lydius</i>	1 64	<i>sananaensis</i>	1 2 64
<i>nigra sp</i>	3	<i>squamata</i>	3
<i>macrophyllus</i>	3	<i>tithonus</i>	2 6
<i>meridionalis</i>	2	<i>toeante</i>	1 64
<i>paradisea</i>	6	<i>walacii</i>	1 2 6

KUPU-KUPU ENDEMIK PULAU BACAN *Ornithoptera croesus*

DAN STRATEGI KONSERVASINYA

(Suatu Hasil Pengembangan Buku Berbasis Riset)

Kupu-kupu *Ornithoptera croesus* merupakan kupu-kupu endemik pulau Bacan Kabupaten Halmahera Selatan. Sampai saat ini eksistensi kupu-kupu ini kurang dikenal oleh masyarakat setempat. Status konservasi *O. croesus* dalam list *International United Conservation of Nature* (IUCN) dalam kategori *Treathed* (terancam punah). Pada buku ini penulis mengulas tentang kondisi habitat, pengenalan eksistensi melalui karakterisasi morfologi dan dikonfirmasi dengan karakter molekuler serta strategi konservasi kupu-kupu ini berdasarkan basis data terkumpul. Buku ini merupakan buku referensi yang dikembangkan berbasis Riset yang dikombinasikan dengan informasi ilmiah dan up date tentang variasi genetic *O. croesus* berdasarkan karakter morfologi dan marka molekuler-RAPD.

Deskripsi karakteristik habitat kupu endemic pulau Bacan adalah kawasan gunung sibela dengan indikator foodplant musaenda dan asoka; dekripsi morfologi pada warna tubuh dan pola warna sayap *O. croesus* jantan memiliki warna tubuh lebih cerah dengan perpaduan warna hitam dengan variasi warna mencolok dibanding betina. Deskripsi karakter molekuler RAPD diketahui bahwa terdapat keanekaragaman intraspesies *O. croesus* dengan nilai polimorfisme sebesar 84,81%, yang artinya terdapat keanekaragaman intraspesies yang tinggi pada *O. croesus*.

Beberapa rekomendasi strategi konservasi kupu-kupu *O. croesus* antara lain perlu upaya: (1) dilakukan program inventarisasi dan penyusunan database kupu-kupu *O. croesus* dalam rangka penentuan model konservasi; (2) dilakukan penanaman jenis tanaman musaenda, dan asoka sebagai tanaman hias dan pakan produktif bagi *O. croesus*; (3) promosi ekowisata cagar alam gunung Sibela dengan pembangunan ekoturisme kupu-kupu endemik pulau Bacan; (4) pelatihan manajemen konservasi dan ekowisata kupu-kupu endemik pulau Bacan; (5) Program reboisasi (restorasi) kawasan cagar alam gunung Sibela terutama hotspot kupu-kupu *O. croesus* yang telah rusak.



Penerbit LPP Balai Insan Cendekia
Perum BTI No. 53, Solok – Sumbar
Email : redaksi.icm@gmail.com
Website : www.insancendekiamandiri.co.id

ISBN 978-623-7139-94-2

