

Analisis Plastisitas Fenotipe Kupu-Kupu *Papilio ulysses* Asal Papua

EUNICHE R.P.F. RAMANDEY, EVIE L. WARIKAR*

Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Cenderawasih, Jayapura-Papua

Diterima: 12 Oktober 2020 – Disetujui: 22 Agustus 2021
© 2021 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih

ABSTRACT

Papua has a high diversity of butterflies, especially in mainland areas. Most of the data on the diversity and distribution of Papilionoidea, such as the example of *Papilio ulysses* in the mainland of Papua, are well known. Butterfly research in Papua is mostly aimed at species richness and abundance. Based on the results of specimen collection at the Papua Insect Collection Laboratory (KSP) Br Henk van Mastrigt FMIPA UNCEN, it can be seen that there are differences in morphological characters between *P. ulysses* in several areas in Papua, especially in the highlands and lowlands. The purpose of this study was to analyze the phenotypic plasticity pattern of *P. ulysses* stored in the KSP Laboratory. This research method is descriptive quantitative. The research sample consisted of 58 specimens with perfect wing shapes. The specimens were collected from Jayapura, Sarmi, Mamberamo, Timika, Pegunungan Bintang, Waropen and Biak-Supiori. The samples were documented using a digital camera and observed for wing variations using the Adobe Photoshop CS5 and Image J free program. Based on the observations, it shows that there are significant differences in the shape and size of *P. ulysses* that are found on the mainland and on islands. The morphology of butterflies originating from large areas is bigger than those of butterflies on islands. This butterfly plasticity process is a form of morphological adaptation to the surrounding environment.

Key words: plasticity; *P. ulysses*; butterfly; Papua.

PENDAHULUAN

Karakteristik morfologi merupakan sumber informasi yang penting bagi kebanyakan kajian biologi, termasuk di dalamnya sistematika dan taxonomi. Suatu spesies seringkali dapat diidentifikasi daerah asalnya berdasarkan kekhasan morfologinya. Sebagai contoh, kupu-kupu diidentifikasi berdasarkan morfologi sayap.

Bentuk dan sayap kupu-kupu sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan.

Perubahan frekuensi gen dalam populasi dapat terjadi akibat terjadinya perbedaan lingkungan atau adanya isolasi geografis (Talloen *et al.*, 2009; Bai *et al.*, 2015; Saurakov, 2015). Fenomena ini disebabkan oleh kemampuan suatu organisme untuk mengubah morfologi atau fenotipenya sebagai bentuk respon terhadap lingkungan atau plastisitas fenotipe (Price *et al.*, 2003; Merila *et al.*, 2013).

Plastisitas (*plasticity*) merupakan kemampuan suatu organisme untuk menyesuaikan fenotipe sebagai bentuk respon terhadap lingkungan (Murren *et al.*, 2015; Davies & Saccheri, 2017; Yang *et al.*, 2019). Respon plastisitas pada suatu organisme diprediksikan sebagai langkah awal terbentuknya spesies baru. Proses ini merupakan tahapan dari evolusi suatu spesies (Moczek, 2010). Penelitian plastisitas pada serangga seperti kupu-

* *Alamat korespondensi:*

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Cenderawasih, Jayapura. Kampus Uncen
Waena, Jayapura, Papua. E-mail: icka_ramday@yahoo.
com; evie_warikar@gmail.com

kupu telah banyak dilakukan karena mudah diamati dan jumlah sampel melimpah (Kharouba *et al.*, 2018).

Penelitian plastisitas yang pernah dilakukan pada kupu-kupu *Bicyclus* sp., *Anthocharis cardamines*, *Utetheisa ornatrix* dan *Bombyx mori* menunjukkan bahwa adanya kemampuan sayap kupu-kupu untuk beradaptasi pada kondisi suhu lingkungan yang berubah, ketersediaan sumber pakan yang fluktuatif dan kelimpahan predator (Gibbs *et al.*, 2011; Saurakov, 2015; Davies & Saccheri, 2017). Kemampuan ini yang memungkinkan kupu-kupu seperti *Papilio ulysses* dapat beradaptasi pada berbagai jenis habitat dan ketinggian. Seperti yang diungkapkan van Mastrigt *et al.* (2010) dan van Mastrigt & Warikar (2013) bahwa *P. ulysses* ditemukan pada berbagai ketinggian mulai dari pesisir sampai pegunungan.

Berdasarkan hasil koleksi spesimen di Laboratorium Koleksi Serangga Papua (KSP) Br. Henk van Mastrigt FMIPA UNCEN Jayapura, terlihat bahwa ada perbedaan karakter morfologi antara kupu-kupu Famili Papilionidae di beberapa wilayah di Papua terutama daerah di dataran tinggi dan dataran rendah (Warikar *et al.*, 2019). Hal ini perlu dibuktikan dengan pengamatan morfologi pada *P. ulysses*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari bukti plastisitas fenotipe kupu-kupu

P. ulysses di Papua. Kontribusi penelitian ini sebagai data tambahan bagi ilmu pengetahuan mengenai fenomena plastisitas kupu-kupu di Papua yang merupakan salah satu bentuk adaptasi morfologi terhadap lingkungan sekitar.

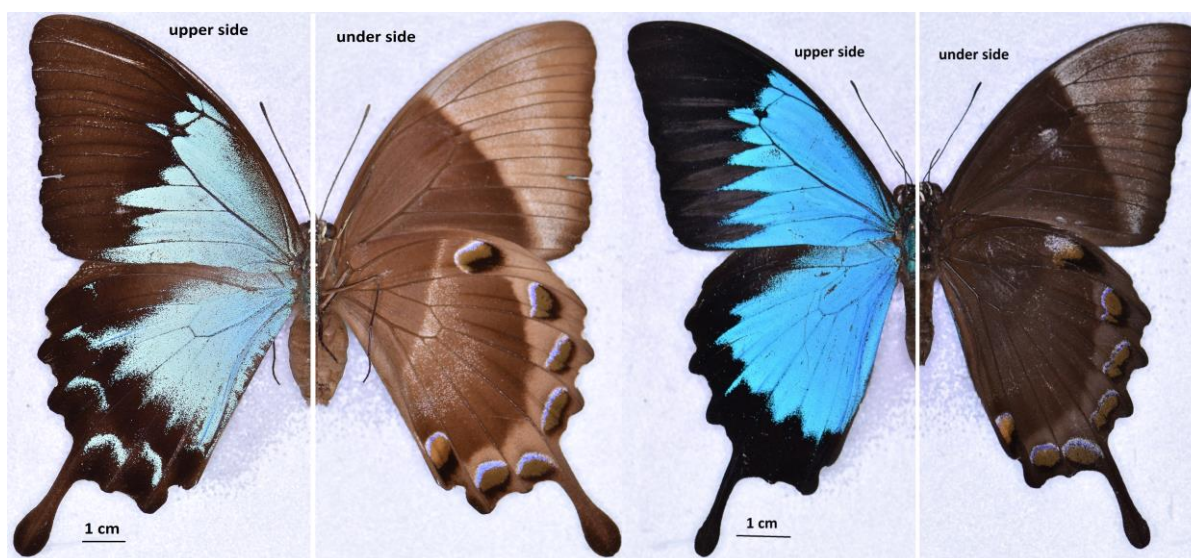
METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Penelitian ini berlangsung di Laboratorium Koleksi Serangga Papua (KSP) Br. Henk van Mastrigt FMIPA UNCEN Jayapura selama empat bulan dari Juni sampai September 2019. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk pengamatan koleksi spesimen kupu-kupu *P. ulysses*. Populasi dalam penelitian ini adalah semua spesimen kupu-kupu *P. ulysses* yang tersimpan di laboratorium sedangkan sampel merupakan spesimen kupu-kupu *P. ulysses* yang bentuk sayapnya sempurna.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat ukur berupa penggaris, lembar data, alat tulis, pinset, dan kamera digital Nikon D7200. Perangkat lunak yang digunakan adalah Camera Control Pro 2, Adobe Photoshop CS5 dan Image J (*free download*).



Gambar 1. Perbedaan ukuran dan warna *P. ulysses*. a) betina dan b) jantan.

Prosedur Kerja

Sampel yang diamati merupakan koleksi *P. ulysses* yang tersimpan sejak tahun 1975, maka dilakukan pengamatan berdasarkan hasil pemotretan untuk mencegah kerusakan pada sayap. Pemotretan menggunakan kamera digital dan program Nikon Control Pro 2 (*free*). Gambar kupu-kupu yang dihasilkan kemudian diamati pada kepala, thorak, abdomen, antena dan sayap (van Mastrigt *et al.*, 2010; van Mastrigt & Warikar, 2013). Selain karakter standar dilakukan juga pengamatan terhadap variasi warna sayap.

Analisis Data

Karakter morfologi diamati secara detail untuk membedakan antara jantan dan betina. Pengamatan dan pengukuran sayap kupu-kupu *P. ulysses* menggunakan bantuan aplikasi Adobe Photoshop CS5 (*free download*) (Holzenthall, 2008; Lehnert, 2010; Bevilaqua, 2020). Pengukuran perbandingan persentase warna sayap menggunakan *free* program Image J (Robot *et al.*, 2018 dengan modifikasi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbedaan Kupu-kupu *P. ulysses* jantan dan betina

Pengamatan terhadap 58 spesimen kupu-kupu yang tersimpan di laboratorium terungkap bahwa terlihat sedikit perbedaan pada kupu-kupu jantan dan betina (Gambar 1). Perbedaan jantan dan betina terlihat pada warna dan ukuran. Ukuran betina lebih besar (105–110 mm) dibandingkan jantan (80–100 mm).

Pada pola gambar sayap depan betina terdapat garis melengkung di sekitar ujung bawah. Pola sayap belakang jantan dan betina sama. Namun perbedaan pola tersebut sulit diamati saat kupu-kupu terbang. Warna sayap jantan dan betina biru metalik tetapi warna sayap betina lebih buram, sedangkan jantan lebih mengkilat bila terpapar matahari.

Bentuk sayap jantan lebih ramping dibanding betina. Bentuk sayap ini menyebabkan jantan lebih lincah terbang dibandingkan betina. Betina *P.*

ulysses di alam sering ditemukan terbang lambat di antara pepohonan sedangkan jantan sering ditemukan pada permukaan bebatuan di tepian sungai.

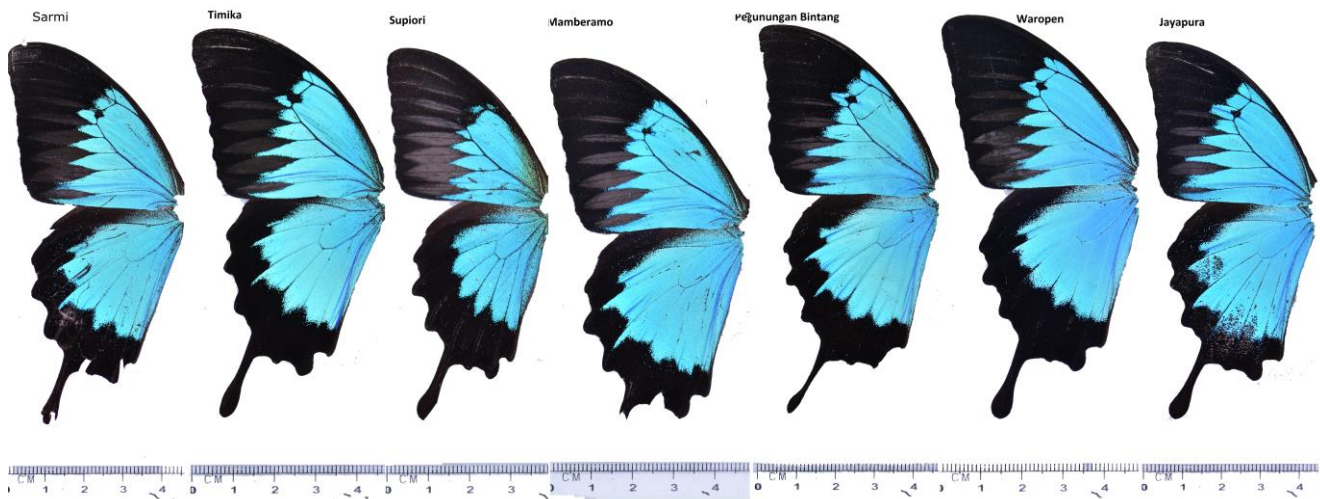
Total 58 spesimen kupu-kupu *P. ulysses* yang dikoleksi selama 38 tahun (1975–2013) hanya mendapatkan 10 spesimen kupu-kupu *P. ulysses* betina. Berdasarkan wawancara dengan para peneliti lapangan bahwa sulit untuk mendapatkan kupu-kupu betina karena terbangnya tinggi lebih dari 3 m di antara pepohonan hutan. Hal ini merupakan salah satu bentuk adaptasi dari spesies ini untuk menjaga kelangsungan hidup dan menghindari dari predator.

Penyebaran Kupu-kupu *P. ulysses* di Papua

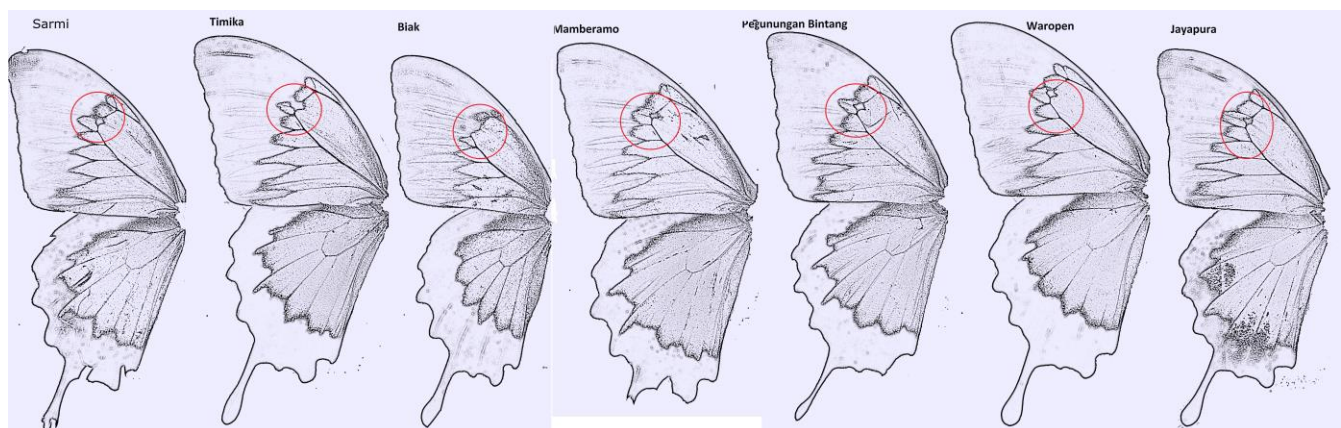
Penyebaran kupu-kupu *P. ulysses* di Papua sangat luas mulai dari dataran rendah sampai pegunungan. Penyebaran kupu-kupu ini mulai dari ketinggian 0–3.000 m di atas permukaan laut. Spesimen yang ditemukan berasal dari berbagai wilayah di Papua seperti Jayapura, Sarmi, Mamberamo, Timika, Pegunungan Bintang, Waropen dan Biak-Supiori (Gambar 2). Berdasarkan Gambar 2., bentuk dan ukuran kupu-kupu ini lebih besar di daerah dataran utama (*mainland*) dibandingkan pada pulau Biak-Supiori. *P. ulysses* dapat ditemukan pada habitat dengan tipe vegetasi sekunder dan areal perkebunan di pinggir hutan. Makanan ulat spesies ini adalah tanaman jeruk dari famili Rutaceae. Terdapat monomorfisme pada jantan dan betina, yaitu tidak terlihat perbedaan warna yang signifikan dan ukuran sayap jantan dan betina.

Plastisitas Kupu-kupu Papua

Plastisitas pada kupu-kupu merupakan kemampuan suatu organisme untuk menyesuaikan fenotipe sesuai keadaan lingkungan sekitar. Kemampuan kupu-kupu beradaptasi pada perubahan lingkungan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti morfologi. Berdasarkan pengamatan kupu-kupu *P. ulysses* di Papua pada wilayah Jayapura, Sarmi, Pegunungan Bintang, Mamberamo, Waropen dan Supiori. Pada 6 wilayah Papua ini terdapat



Gambar 2. Variasi morfologi *P. ulysses* jantan pada tujuh wilayah di Papua.



Gambar 3. Perbedaan motif pada sayap depan kupu-kupu *P. ulysses*.

perbedaan signifikan pada sayap kupu-kupu di dataran Papua dan wilayah Supiori (Gambar 3).

Wilayah Jayapura, Sarmi, Pegunungan Bintang, Mamberamo, dan Waropen merupakan daerah dataran utama di Papua. Karakteristik lingkungan di dataran utama dan Pulau Biak-Supiori sangat berbeda dapat dilihat dari beberapa parameter seperti tipe komunitas vegetasi penyusun dan predator kupu-kupu tersebut. Berdasarkan Kartikasari *et al.* (2012) bahwa menurut sejarah geologinya, Biak dan Supiori merupakan pulau yang hampir bersambungan dan terletak di luar lempeng Papua dan tidak terhubung dengan pulau utama. Biak dan Supiori

merupakan kepulauan yang terisolasi oleh samudera, hal ini dapat diketahui berdasarkan beberapa jenis flora dan fauna yang berbeda. Pulau Biak-Supiori terkenal dengan berbagai jenis burung frugivora dan insektivora. Warsito & Yuliana (2007) mengungkapkan bahwa ditemukan 16 spesies burung insektivora di Numfor Barat (Kabupaten Biak Numfor). Burung insektivora merupakan salah satu predator *P. ulysses*. Salah satu upaya kupu-kupu ini beradaptasi untuk menghindari predator terlihat dari bentuk sayap yang lebih kecil dibanding daerah lainnya. Bentuk sayap seperti ini memudahkan kupu-kupu terbang lebih lincah. Bentuk adaptasi lainnya

untuk menghindari predator burung juga terlihat pada variasi warna biru metalik dan hitam pada sayap. Berdasarkan analisis menggunakan program Image J diketahui warna biru metalik pada sayap kupu-kupu *P. ulysses* lebih sedikit (rata-rata 37,17%) dibandingkan warna hitam. Sedangkan *P. ulysses* dari daerah lain 41,56% warna sayap biru metalik.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ada fenomena plastisitas fenotipe dapat diamati pada perbedaan corak dan ukuran sayap kupu-kupu *P. ulysses* di Biak-Supiori dibandingkan area dataran utama di Papua.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kepala Laboratorium Koleksi Serangga Papua (KSP) Br. Henk van Mastrigt FMIPA UNCEN Jayapura, yang telah memberikan kesempatan dalam penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Ketua LPPM UNCEN yang telah mendukung penelitian ini melalui pendanaan hibah PNPB tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Bai, Y., L.B. Ma, S.-Q. Xu, and G.-H. Wang. 2015. A geometric morphometric study of the wing shapes of *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae) from the Qinling Mountains and adjacent regions: An environmental distance-based consideration. *Florida Entomologist*. 98(1): 162-167.
- Bevilaqua, M. 2020. Guide to image editing and production of figures for scientific publications with an emphasis on taxonomy. *Zoosyst. Evol.* 96(1): 139-158.
- Davies, W.J and I.J. Saccheri. 2017. Evolution of adaptative phenotypic plasticity in male orange-tip butterflies. *Ann. Zool. Fennici*. 54: 225-236.
- Gibbs, M., C. Wiklund, and H. van Dyck. 2011. Phenotypic plasticity in butterfly morphology in response to weather conditions during development. *Journal of Zoology*. 283: 162-168.
- Holzenthall, R.W. 2008. Digital illustration for insects. *American Entomologist*. 54(4): 218-221.
- Kartikasari, S.N., A.J. Marshall, and B.M. Beehler. 2012. *Ekologi Papua*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta.
- Kharouba, H.M., J.M.M. Lewthwaite, R. Guralnick, J.T.Kerr and M. Vellend. 2018. Using insect natural history collections to study global change impacts: Challenges and opportunities. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 374: 1-10. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0405>.
- Lehnert, M.S. 2010. New protocol for measuring Lepidoptera wing damage. *J. Lepidopt. Soc.* 64(1): 29-31.
- Murren, C.J., J.R. Auld, H. Callahan, C.K. Ghalambor, C.A. Handelsman, M.A. Heskell, J.G.H.J. Maclean, J. Masel, H. Maughan, D.W. Pfennig, R.A. Relyea, S. Seiter, E. Snellwood, and C.D. Schlichting. 2015. Constraints on the evolution of phenotypic plasticity: Limits and costs of pnenotype and plasticity (Rev). *Heredity*. 115: 293-301.
- Merila, J., and A.P. Hendry. 2013. *Climate Change, Adaptation, and Phenotypic Plasticity: the Problem and the Evidence*. Evolutionary Application. John Wiley & Sons Ltd 7 (2014). ISSN 1752-4571: 1-14.
- Moczek, A.P. 2010. Phenotypic plasticity and diversity in insects (Review). *Phil. Trans. R. Soc. B*. doi:10.1098/rstb.2009.0263. 365: 593-603.
- Price, D.T., A. Qvarnstrom, and D.E. Irwin. 2003. The role of phenotypic plasticity in driving genetic evolution. *Proc. R. Soc. Lond. B*. 270: 1433-1440.
- Robot, R., J.R.R. Sangari, and B.H. Toloh. 2018. Visualisasi data digital morfometrik daun *Avicennia marina* di perairan pantai Tongkaina dan Bintauna. *Jurnal Ilmiah Platax*. 6(1): 42-53.
- Sourakov, A. 2015. Temperatere-dependent phenotypic plasticity in wing pattern of *Utetheisa ornatrix* Bella (Erebidae, Arctiinae). *Trop. Lepid. Res.* 25(1): 34-45.
- Talloe, W., S. van Dongen, H. van Dyck, and L. Lens. 2009. Environmental stress and quantitative genetic variation in butterfly wing characteristics. *Evolutionary Ecology*. 23: 473-485.
- van Mastrigt, H., E.R.P.F. Ramandey, and R. Mambrasar. 2010. *Buku panduan lapangan kupu-kupu untuk wilayah kepala burung termasuk pulau-pulau Provinsi Papua Barat*. Kelompok Entomologi Papua. KEP (Kelompok Entomologi Papua), Jayapura.
- van Mastrigt, H. dan E.L. Warikar. 2013. *Buku panduan lapangan kupu-kupu untuk wilayah pulau-pulau Teluk Cenderawasih terfokus pada Numfor, Supiori, Biak, dan Yapen*. Kelompok Entomologi Papua. KEP (Kelompok Entomologi Papua). Jayapura.
- Warikar, E.L., E.R.P.F. Ramandey, dan H.K. Maury. 2019. Analisis dimorfisme kupu-kupu sayap burung (*Ornithoptera* sp.) endemik Papua. *Jurnal Biologi Papua*. 11(1): 1-7.
- Warsito, H., dan S. Yuliana. 2007. Keanekaragaman jenis burung di Saribi, Numfor Barat, Papua: Beberapa catatan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 4(6): 553-560.
- Yang, C.-H., and A. Pospisilik. 2019. Polyphenism- A window into gene-environment interactions and phenotypic plasticity. *Front. Genet.* 10(132): 1-9. doi: 10.3389/fgene.2019.00132.