

Struktur Sisik Sayap Kupu-Kupu Superfamili Papilionoidea (Lepidoptera)

Astrid Sri Wahyuni Sumah

*Program Pascasarjana Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Palembang
Jl. Jend. Ahmad Yani 13 Ulu Kota Palembang 30263
email: astrid.sumah@gmail.com*

Abstract

*The structure of wing scales in four species of papilionid butterflies were investigated. The aim of this study was to determine the differences of wing scales structure from four species butterflies in Superfamily Papilionoidea. Small fragments of wings vein M_1 and M_2 were cut and observed using Scanning Electron Microscopy (SEM). The wing scales had two types, i.e. rectangular and triangular. Microstructure of wings scales also had many forms consist with window, crossribs, and ridges. All scales of the wing of butterflies observed had different forms (scales, microstructures, and serrations), eventhough the point of viewd were the same. Only *Catopsilia scylla* had two types scales and *Arhopala araxes* had different forms of microstructures.*

Kata kunci: Wing scales, Superfamili Papilionoidea, structure

PENDAHULUAN

Kupu-kupu merupakan serangga yang menarik dan memiliki warna sayap yang cerah dan indah. Warna pada sayap kupu-kupu bertujuan sebagai alat kamuflase (perlindungan diri dari predator), warna peringatan atau sebagai alat untuk menarik perhatian pasangannya (Vértesy *et al.* 2006). Kupu-kupu memiliki karakteristik yang khusus pada sayap yaitu sisik. Pigmen melanin dan pterin pada sisik kupu-kupu memberikan warna hitam, kuning, dan coklat (Stavenga *et al.* 2012), tetapi warna biru, hijau, merah dan warna lainnya, dibentuk oleh kombinasi mikrostruktur sisik dan udara (Vukusic dan Sambles 2003) dan hasil dari cahaya sisik yang saling bertumpukan oleh kristal photonic alami (Vukusic *et al.* 2000; Prum *et al.* 2006).

Sisik kupu-kupu berperan dalam menentukan warna dan pola di kedua permukaan sayap (Beldade dan Brakefield 2002). Sisik-sisik ini tersusun bertumpuk dan saling tumpang tindih seperti genteng (Peggie, 2011). Sisik kupu-kupu dapat dijadikan sebagai karakter pembeda spesies dan pembeda individu jantan dan betina (selain dari segi genitalia). Contohnya perbedaan sisik sayap belakang bagian dasar (*basal*) pada *Heliconius erato* dengan *H. besckei* (Anken 1996) dan *Troides urvillianus* dengan *T. priamus hecuba* (Prum *et al.* 2006) yang merupakan spesies sibling.

Struktur warna sayap telah dipisahkan ke dalam berbagai perbedaan bentuk dalam struktur, mekanisme dan pola warna sayap. Zhiwu *et al.* (2009) melaporkan bahwa terdapat beberapa kupu-kupu, dimana struktur warnanya berasal dari campuran berbagai macam efek dan memiliki lapisan struktur selaput yang tipis dan sisik memberikan hasil berbagai pemilihan warna yang menarik dari pantulan cahaya matahari. Penelitian sebelumnya mengenai mekanisme sayap kupu-kupu dalam menghasilkan

warna yang cerah menunjukkan bahwa satu warna sayap seringkali terbentuk dari berbagai kombinasi fenomena penglihatan (Morehouse *et al.* 2007). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan struktur sisik sayap pada empat kupu-kupu yang mewakili tiap famili dalam Superfamili Papilionoidea, yaitu *Papilio demoleus* Linnaeus, 1758 (famili Papilionidae), *Catopsilia scylla* Staudinger, 1885 (famili Pieridae), *Ideopsis juvena* Butler, 1869 (famili Nymphalidae) dan *Arhopala araxes* Felder & Felder, 1865 (famili Lycaenidae).

METODE PENELITIAN

Lokasi Sampling dan Sampel Kupu-kupu

Sampel kupu-kupu yang digunakan berasal dari Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1). *Papilio demoleus* (Papilionidae) dan *Arhopala araxes* (Lycaenidae) berasal dari Cagar Alam Pattunuang di Kab. Maros (5°01'54.31" LS and 119°45'35.16" BT), sedangkan *Catopsilia scylla* (Pieridae) dan *Ideopsis juvena* (Nymphalidae) berasal dari Cagar Alam Leang-leang di Kab. Maros (4°59'31.01" LS dan 119°42'37.45" BT).

Pengamatan Mikrostruktur Sisik Sayap

Pengamatan dilakukan pada bagian kecil sisik sayap bagian dorsal sayap atas dan bawah. Bagian sisik sayap kupu-kupu *P. demoleus* berasal dari sekitar vena M₁ (sayap atas dan bawah), sedangkan *C. scylla*, *I. juvena* dan *A. araxes* berasal dari sekitar vena M₂ (sayap atas dan bawah). Pengamatan sisik sayap kupu-kupu dilakukan Laboratorium SEM, LIPI, Cibinong.

Bagian sisik sayap yang ingin diamati digunting dengan menggunakan gunting serangga dan pinset serangga. Bagian-bagian sayap tersebut kemudian ditaruh diatas alat penempel yang terbuat dari tembaga, yaitu *stub*. Sisik sayap diatur dan tidak boleh melewati batas *stub*. Setelah itu, *stub* tersebut ditaruh ke dalam *metal coating* yang bertujuan untuk melapisi spesimen tersebut dengan emas yang agar mudah ditembak dengan electron. Proses pelapisan specimen dengan emas memerlukan waktu selama 15 menit. Setelah specimen dilapisi dengan emas, *stub* tersebut kemudian dipindahkan ke dalam *stub holder* dan kemudian, ditaruh ke dalam SEM. Proses pembacaan specimen oleh SEM memerlukan waktu sekitar 2 menit hingga angka yang menunjukkan proses pembacaan mencapai 100%. Setelah itu, permukaan sisik sayap kupu-kupu dapat diamati dengan perbesaran 100x dan 7.500x.

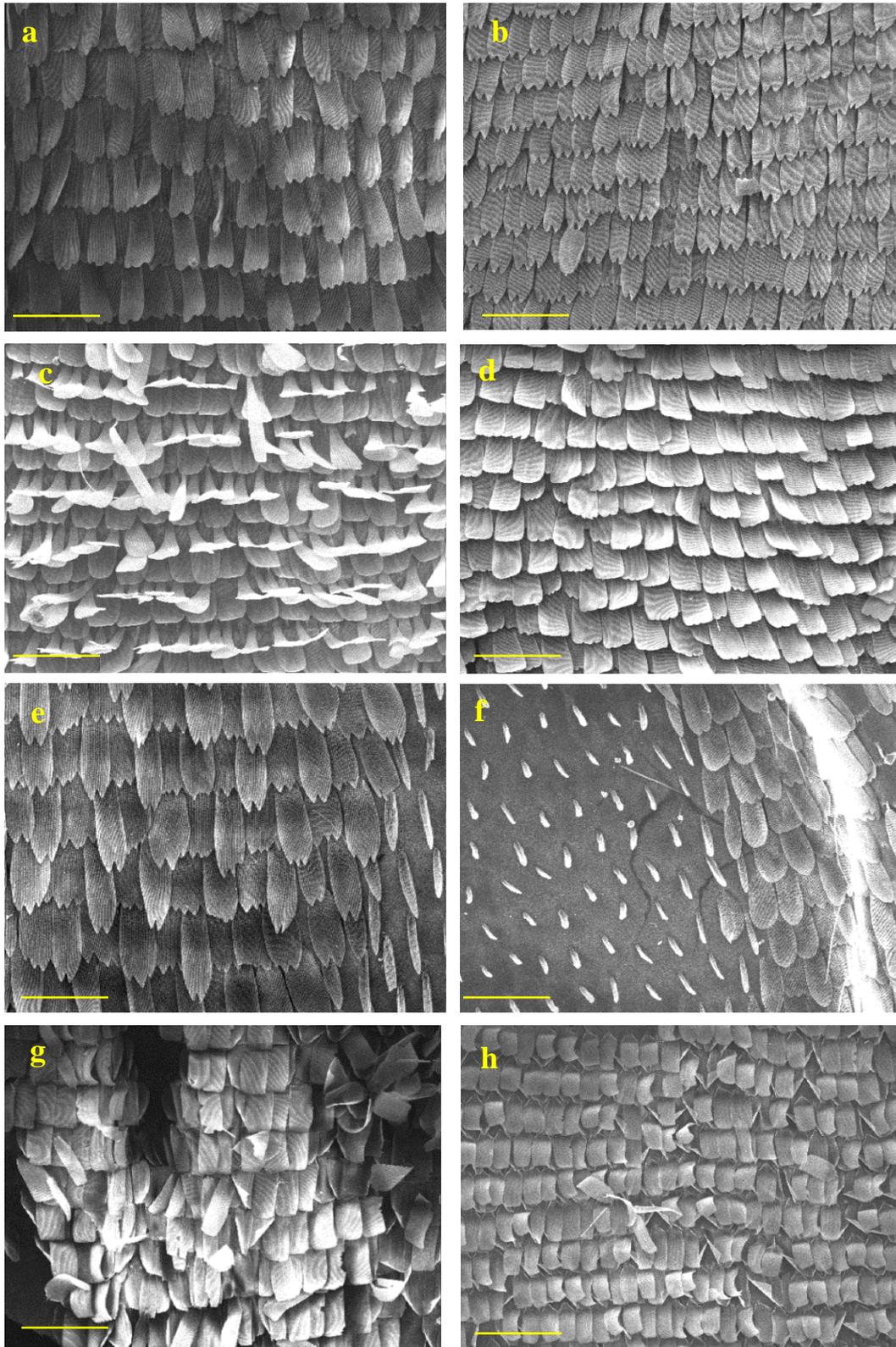
HASIL

Struktur sisik sayap tersusun menyerupai susunan genteng rumah dengan bentuk variasi sisik yang berbeda-beda, misalnya rata atau bergelombang. Sisik sayap pada kupu-kupu terdiri atas dua bentuk, yaitu bentuk segi empat (*rectangular*) dan segi tiga (*triangular*). Seluruh sisik sayap kupu-kupu memiliki bentuk yang sama, yaitu bentuk segi empat (*rectangular*), tetapi hanya *Catopsilia scylla* yang memiliki dua macam bentuk sisik, yaitu bentuk segi empat (*rectangular*) dan segi tiga (*triangular*). Struktur sisik ini memiliki ujung yang bergerigi dengan jumlah gerigi dua sampai empat (Gambar 2).

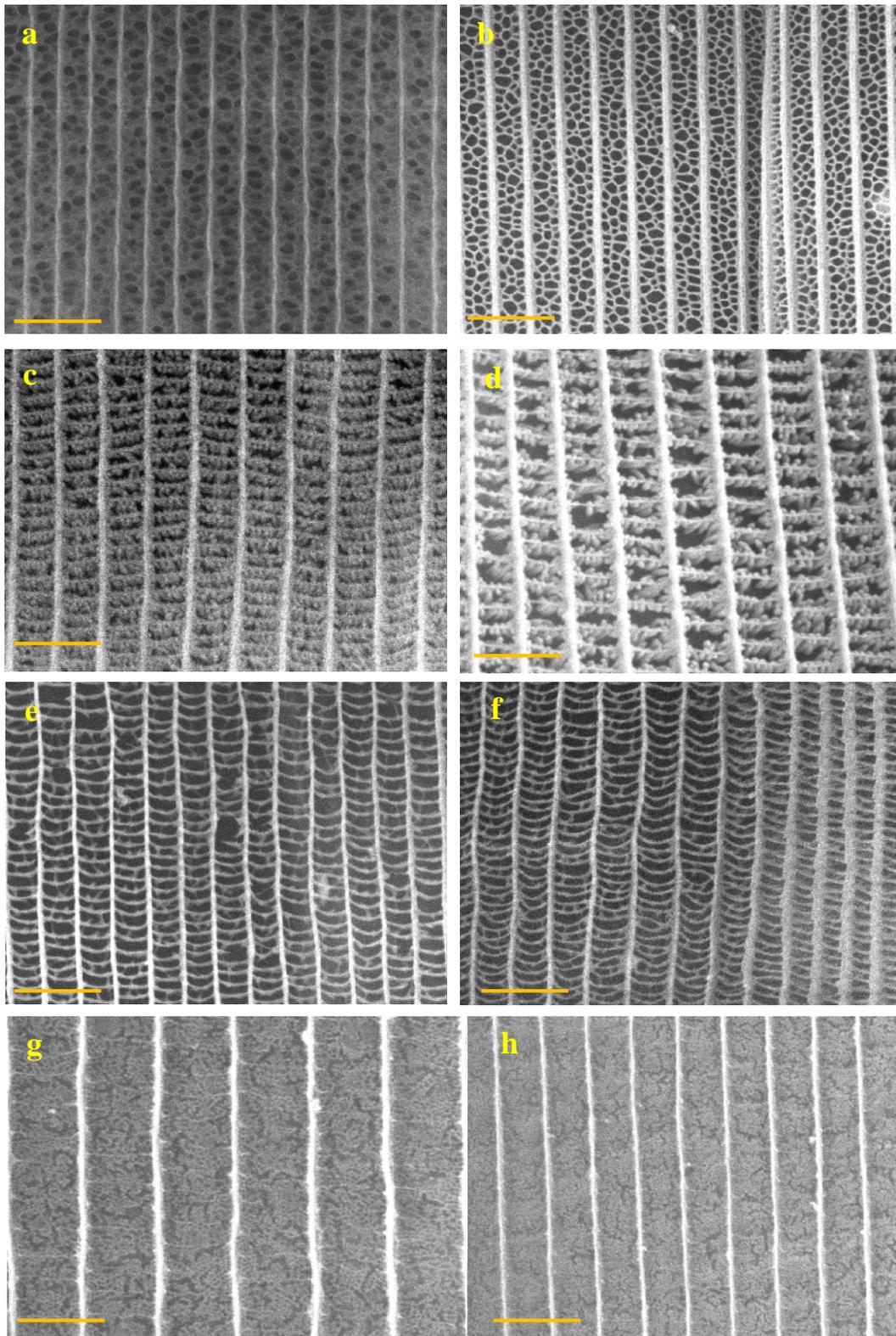


Gambar 1. Spesies kupu-kupu yang diamati: (a) *Papilio demoleus* (Papilionidae), (b) *Catopsilia scylla* (Pieridae), (c) *Ideopsis juventa* (Nymphalidae), (d) *Arhopala araxes* (Lycaenidae). Skala 1 cm.

Susunan *scale beads* pada tiap sisik sayap kupu-kupu bervariasi dan pada umumnya, tiap sisik sayap kupu-kupu hanya memiliki satu macam bentuk *scale beads*. *Scale beads* berfungsi untuk penyerapan cahaya dan peredaran udara. *Papilio demoleus* memiliki bentuk *scale beads* yang berbentuk seperti jala. Pada *scale beads* sisik sayap atas terlihat seperti lapisan tipis yang menghubungkan tiap lubang (Gambar 3a), sedangkan pada sisik sayap bawah dapat terlihat seperti terdapat tiang yang keras yang menghubungkan tiap lubang pada *scale beads* (Gambar 3b). *Catopsilia scylla* memiliki bentuk *scale beads* yang berbentuk seperti gelang dengan berbagai butiran batu, yang disebut dengan *elipsoidal beads* (Gambar 3c-d). *Ideopsis juventa* memiliki bentuk *scale beads* yang berbentuk seperti garis melengkung yang tipis dengan lapisan tipis yang menghubungkan tiap garis (Gambar 3e-f). *Arhopala araxes* memiliki bentuk *scale beads* yang berbentuk seperti permukaan tanah yang kering dengan retakan-retakan yang terlihat pada tiap permukaan (Gambar 3g-h).



Gambar 2. Bentuk sisik sayap kupu-kupu yang diamati: (a,b) *Papilio demoleus* (Papilionidae), (c,d) *Catopsilia scylla* (Pieridae), (e,f) *Ideopsis juventa* (Nymphalidae), (g,h) *Arhopala araxes* (Lycaenidae). Skala 100 μ m.



Gambar 3. Bentuk *scale beads* sisik sayap kupu-kupu yang diamati: (a,b) *Papilio demoleus* (Papilionidae), (c,d) *Catopsilia scylla* (Pieridae), (e,f) *Ideopsis juvena* (Nymphalidae), (g,h) *Arhopala araxes* (Lycaenidae). Skala 500 μm .

PEMBAHASAN

Variasi pola sayap tiap spesies kupu-kupu menyediakan berbagai bahan penelitian, misalnya untuk mengetahui berbagai seleksi alam dan variasi genetik. Warna sayap kupu-kupu dibentuk oleh susunan sisik yang tersusun seperti genteng dan sisik pada tiap spesies berbeda variasi, walaupun sisik tersebut rata atau bergelombang, metalik, transparan atau berkilau (Tabata *et al.* 1996; Prum *et al.* 2006). Nijhout (2001) menyatakan bahwa prinsip pengaturan utama dari pola warna kupu-kupu adalah *basal symmetry system*, *central symmetry system* dan *border symmetry system* yang berdasarkan atas kumpulan warna sayap kupu-kupu dengan sudut tertentu.

Bentuk sisik dan jumlah gerigi pada tiap sisik sayap kupu-kupu berbeda-beda dengan lebar yang konstan (Kusaba & Otaki 2009). Struktur warna sisik sayap kupu-kupu merupakan salah satu contoh penting yang jelas dalam mekanisme penghasilan warna yang beragam. Struktur sisik berkorelasi dengan pigmentasi yang dapat memberikan warna cerah atau kelam (Vertesy *et al.* 2006). Pola dan warna sisik sayap kupu-kupu berbeda dan penting dalam termoregulasi (Wootton 1992; Vertesy *et al.* 2006).

Bentuk *scale beads* tiap sisik sayap kupu-kupu berbeda dan bervariasi. Scale beads yang berada pada permukaan atas sisik sayap kupu-kupu menghasilkan sudut tertentu untuk menyaring besar panjang cahaya yang masuk berdasarkan pigmentasi warna (Stavenga *et al.* 2004). Pada umumnya, bentuk *scale beads* tiap spesies kupu-kupu adalah berbeda dan hanya memiliki satu bentuk *scale beads*, tetapi terdapat beberapa spesies kupu-kupu memiliki dua bentuk *scale beads* dalam satu sisik sayap (Janssen *et al.* 2001).

KESIMPULAN

Perbedaan struktur sisik sayap pada empat kupu-kupu yang mewakili tiap famili dalam Superfamili Papilionoidea adalah *Papilio demoleus*, *Ideopsis juvenata* dan *Arhopala araxes* memiliki bentuk sisik sayap yang sama (*rectangular*), sementara *Catopsilia scylla* memiliki dua bentuk (*rectangular* dan *triangular*) dengan jumlah gerigi yang bervariasi, sekitar satu sampai empat gerigi. Sedangkan, bentuk *scale beads* sangat bervariasi dan hanya terdapat satu bentuk pada tiap spesies kupu-kupu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anken, R.H. 1996. On The Taxonomic Value Of The Morphology Of Wing Scales In Some Heliconiinae (Lepidoptera, Nymphalidae). *Iheringia Serie Zoologia* 81: 139–144.
- Beldade, P. and Brakefield, P.M. 2002. The Genetics and Evo-Devo of Butterfly Wing Patterns. *Nature Reviews* 3: 442–452.
- Ghiradella, H. 1991. Light and color on the wing: structural colors in butterflies and moths. *Applied Optics* 30: 3492-3500.
- Janssen, J.M., Monteiro, A., and Brakefield, P.M. 2001. Correlation between scale structure and pigmentation in butterfly wings. *Evolution and Development* 3: 415-423.

- Kusaba, K. and Otaki, J.M. 2009. Positional dependence of scale size and shape in butterfly wings: Wing-wide phenotypic coordination of color-pattern elements and background. *Journal of Insect Physiology* 55: 175-183.
- Morehouse, N.I., Vukusic, P., and Rutowski, R. 2007. Pterin pigment granules are responsible for both broadband light scattering and wavelength selective absorption in the wing scales of pierid butterflies. *Proceedings of the Royal Society London B* 274 : 359-366.
- Nijhout, H.F. 2001. Element of butterfly wing patterns. *Journal of Experimental Biology* 291 : 213-225.
- Peggie, D. 2011. *Precious and Protected Indonesian Butterflies*. Jakarta (ID): PT Binamitra Megawarna.
- Prum, R.O., Quinn, T., and Torres, R.H. 2006. Anatomically diverse butterfly scales all produce structural colours by coherent scattering. *Journal of Experimental Biology* 209: 748-765.
- Stavenga, D.G., Stowe, S., Siebke, K., Zeil, J., and Arikawa, K. 2004. Butterfly wing colours: scale beads make white pierid wings brighter. *Proceedings of the Royal Society London B* 271: 1577-1584.
- Stavenga, D.G., Matsushita, A., Arikawa, K., Leertouwer, H.L., and Wilts, B.D. 2012. Glass scales on the wing of the swordtail butterfly *Graphium sarpedon* act as thin film polarizing reflector. *Journal of Experimental Biology* 215: 657-662.
- Tabata, H., Kumazawa, K., Funakawa, M., Takimoto, J., and Akimoto, M. 1996. Microstructures and optical properties of scales of butterfly wings. *Optical Review* 3: 139-145.
- Vértesy, Z., Bálint, Zs., Kertész, K., Vigneron, J.P., Lousse, V., and Biro, L.P. 2006. Wing scale microstructures and nanostructures in butterflies. *Journal of Microscopy* 224: 108-110.
- Vukusic, P. and Sambles, J.R. 2003. Photonic structures in biology. *Nature* 424: 852-855.
- Vukusic, P., Sambles, J.R., and Ghiradella, H. 2000. Optical classification of microstructure in butterfly wing-scales. *Photonics Science News* 6: 61-66.
- Wootton, R.J. 1992. Functional morphology of insect wings. *Annual Review Entomology* 37: 113-140.
- Zhiwu, H., Liyan, W., Zhaomei, Q., and Luquan, R. 2009. Microstructure and structural color in wing scales of butterfly *Thaumantis diores*. *Chinese Science Bulletin* 54: 535-540.