

**DIFERENSIASI MORFOMETRI *Fejervarya limnocharis* (Anura : Ranidae)  
Gravenhorst 1829 DI SUMATERA**

**T E S I S**

**Oleh :**

**FAUZAN**

**B.P. 0921208018**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ANDALAS**

**2011**

**Diferensiasi Morfometri *Fejervarya limnocharis* (Anura : Ranidae)  
Gravenhorst 1829 di Sumatera**

**Oleh : Fauzan**

**(Dibawah Bimbingan Dr. Djong Hon Tjong dan Dr. Syaifullah)**

**RINGKASAN**

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari sekitar 17.000 pulau yang tersebar dari Sabang sampai Merauke dan terletak antara dua samudera dan dua benua. Kondisi tersebut membuat kekayaan hayati baik flora maupun faunanya menjadi tinggi. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya spesies yang ditemukan pada berbagai wilayah dengan karakter yang khas. Salah satu kekayaan hayati di Indonesia adalah dari kelompok amphibia. Jumlah amphibia di Indonesia sekitar 489 spesies, di Sumatera sekitar 90 spesies. Salah satu dari spesies tersebut adalah *Fejervarya limnocharis*.

*F. limnocharis* memiliki ciri-ciri tubuh berukuran kecil, memiliki bentuk kepala yang runcing dan pendek, tympanum terlihat dengan jelas, memiliki sepasang bintil metatarsal, memiliki selaput renang tidak sampai ke ujung jari. Habitatnya di sawah, padang rumput dan hutan sekunder. *F. limnocharis* masih bisa hidup sampai pada ketinggian 1.600 meter di atas permukaan laut. Penyebarannya cukup luas mulai dari Indonesia, Malaysia, Cina Selatan sampai Jepang. Akibat penyebaran yang cukup luas tersebut besar kemungkinan telah terjadi variasi dan diferensiasi morfometri pada masing-masing populasi tersebut. Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai diferensiasi morfometri *F.*

*limnocharis* (Anura : Ranidae) Gravenhorst 1829 di Sumatera yang bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis diferensiasi karakter morfometri dan populasi *F. limnocharis* di Sumatera. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai data awal untuk pertimbangan dan acuan untuk mengetahui terjadinya spesiasi serta konservasi. Dan Informasi ilmiah yang penting sebagai bahan perbandingan bagi penelitian selanjutnya dari aspek molekuler, ekologi, fisiologi dan taksonomi

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Agustus 2010 sampai Januari 2011. Sampel dikoleksi pada beberapa daerah di Sumatera antara lain: Langkat Sumatera Utara, Prapat Sumatera Utara, Padang Sidempuan Sumatera Utara, Padang Sumatera Barat, Alahan Panjang Sumatera Barat, Rokan Hilir Riau, Sungai Penuh Jambi, Muara Jambi, Semidang Bengkulu, Pagalaram Sumatera Selatan, Kota Bumi Bandar Lampung. Pengukuran sampel dilakukan Laboratorium Genetika dan Sitologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, Padang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dan koleksi langsung dilapangan sedangkan prosedur kerjanya meliputi koleksi, pengawetan sampel, pengukuran morfometri, analisis data dengan metode Uji Kruskal-Wallis dan Mann-Whitney *U* Test, analisis pohon kekerabatan UPGMA (Unweighted Pair Group Method Aritmatic Average) analisis PCA (Principle Component Analysis).

Berdasarkan hasil penelitian *Fejervarya limnocharis* di Sumatera memperlihatkan diferensiasi morfometri yang tinggi. Karakter yang memperlihatkan diferensiasi morfometri berdasarkan ketinggian adalah diameter tympanum, jarak moncong sampai tympanum, panjang kaki depan, panjang kaki

belakang. Populasi *F. limnocharis* yang hidup di dataran rendah memiliki diameter tympanum lebih kecil, jarak moncong sampai tympanum lebih panjang, kaki depan lebih panjang, kaki belakang lebih pendek dibandingkan dataran tinggi. Berdasarkan barat timur aliran sungai Sumatera karakter yang berdiferensiasi adalah panjang tubuh, panjang kepala dan jarak metatarsus sampai ujung jari ke empat kaki belakang. Populasi *F. limnocharis* barat Sumatera memiliki tubuh lebih pendek, kepala lebih panjang dan metatarsus sampai ujung jari ke empat kaki belakang lebih panjang dibandingkan timur.

Populasi *F. limnocharis* betina dan jantan yang memperlihatkan diferensiasi karakter tinggi berdasarkan ketinggian habitat adalah Populasi Alahan Panjang dengan Riau pada betina dan Prapat dengan Padang pada jantan, berdasarkan aliran sungai ke pantai Barat Timur Sumatera adalah populasi Padang dengan Sungai Penuh pada betina maupun jantan

Berdasarkan hasil analisis PCA populasi *F. limnocharis* betina dan jantan (Gambar. 5) berdasarkan pembagian ketinggian habitat, terlihat bahwa populasi dataran tinggi, sedang dan rendah mengelompok secara khusus dan terpisah cukup jelas meskipun masih ada tumpang tindih. Pada populasi *F. limnocharis* betina terlihat jelas bahwa populasi dataran tinggi terpisah cukup jauh dari populasi dataran sedang dan rendah.

Setelah dilakukan analisis Mann-Whitney U Test pada *F. limnocharis* betina dan jantan (Tabel. 4 dan 5) populasi dataran rendah dengan populasi dataran tinggi merupakan populasi yang paling banyak perbedaan karakter morfologinya (12 karakter pada betina dan 13 karakter pada jantan), selanjutnya populasi dataran sedang dengan populasi dataran tinggi (9 karakter pada betina dan 12 karakter jantan) dan populasi dataran rendah dengan populasi dataran sedang (8 karakter pada betina dan 9 karakter jantan).

Karakter morfologi yang berbeda secara signifikan berdasarkan pembagian ketinggian daerah adalah diameter tympanum (DT), jarak dari moncong sampai tympanum (JMT), jarak inter orbital (JIO), panjang ante branchium (PAb), panjang femur (PF), panjang tibia (PT), panjang tubercula metatarsal (PTM) dan panjang jari pertama kaki belakang (PJ1KB) pada betina. Jarak dari moncong sampai tympanum (JMT), jarak internares (JIN), panjang ante branchium (PAb), panjang kaki belakang (PKB), panjang femur (PF), panjang tibia (PT) pada jantan. Dengan demikian populasi *F. limnocharis* betina yang hidup pada dataran rendah memiliki diameter tympanum lebih kecil, jarak moncong sampai tympanum lebih panjang, jarak inter orbital lebih pendek, kaki depan lebih panjang, femur lebih pendek, tibia lebih pendek, tubercula metatarsal lebih pendek dan jari pertama

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari sekitar 17.000 pulau yang tersebar dari Sabang sampai Merauke dan terletak antara dua samudera dan dua benua. Kondisi tersebut membuat kekayaan hayati baik flora maupun faunanya menjadi tinggi. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya spesies yang ditemukan pada berbagai wilayah dengan karakter yang khas. Salah satu kekayaan hayati di Indonesia adalah dari kelompok amphibia. Jumlah amphibia di Indonesia sekitar 489 spesies, di Sumatera sekitar 90 spesies. Salah satu dari spesies tersebut adalah *Fejervarya limnocharis* (Mistar, 2003).

*F. limnocharis* memiliki ciri-ciri tubuh berukuran kecil, memiliki bentuk kepala yang runcing dan pendek, tympanum terlihat dengan jelas, memiliki sepasang bintil metatarsal, memiliki selaput renang tidak sampai ke ujung jari. Habitatnya di sawah, padang rumput dan hutan sekunder. *F. limnocharis* masih bisa hidup sampai pada ketinggian 1.600 meter di atas permukaan laut. Penyebarannya cukup luas mulai dari Indonesia, Malaysia, Cina Selatan sampai Jepang. Akibat penyebaran yang cukup luas tersebut besar kemungkinan telah terjadi variasi dan diferensiasi morfometri pada masing-masing populasi tersebut (Mistar, 2003).

Morfometri merupakan salah satu cara untuk mengetahui keanekaragaman dari suatu spesies dengan melakukan pengujian terhadap karakter fenetik (morfologi) secara umum. Data morfometri dapat digunakan untuk menjelaskan ada atau tidaknya variasi dan diferensiasi antar populasi. Setiap karakter yang

diamati umumnya merupakan akibat adanya interaksi gen-gen yang ekspresinya dipengaruhi oleh lingkungan (Munshi and Dutta, 1996).

Perbedaan posisi geografis dan kondisi ekologis serta adanya barrier-barier fisik pada suatu wilayah merupakan faktor penting yang diduga kuat dapat memicu spesifikasi terhadap ekspresi dari gen yang akan menyebabkan munculnya variasi dan diferensiasi karakter antar populasi. Kondisi ini dapat terjadi melalui mekanisme isolasi antar populasi, keterbatasan migrasi dan perbedaan tekanan faktor lingkungan terhadap spesies sehingga populasi yang terpisah atau memiliki ekotifik yang berbeda akan memperlihatkan variasi dan diferensiasi karakter. Variasi dan diferensiasi ini pada dasarnya merupakan cikal bakal dari rangkaian mekanisme perubahan yang lebih besar dan spesifik menuju ke arah spesiasi (Hill dan Wiens, 2000).

Hasil analisis morfometri dapat digunakan untuk mendeskripsikan ada atau tidaknya variasi dan diferensiasi spesies berdasarkan karakter morfologinya (fenetik) dan selanjutnya dapat pula dikolaborasikan dengan data molekuler (genetik) sehingga bisa mengungkap ada atau tidaknya plastisitas, radiasi adaptif atau bahkan perubahan-perubahan berbasis genetik. Selain itu, hasil analisis ini dapat mendeskripsikan kekerabatan antar populasi secara morfologi (Hillis and Wiens, 2000). Sebagai aplikasi lanjut, hasil analisis secara morfometri dapat juga memberikan gambaran umum tentang tingkat variabilitas atau keanekaragaman karakter dari suatu taksa pada berbagai populasi sehingga menjadi landasan awal untuk menduga adanya variabilitas genetik (Chernoff, 1982). Sejauh ini kajian yang mengarah kepada eksplorasi fenetik yang mendalam pada kelompok Ranidae masih sangat terbatas dan khusus tentang *F. limnocharis* di Sumatera.

Penelitian mengenai morfometri amphibia telah dilakukan oleh beberapa peneliti, antara lain Karaukousis dan Pasqualina (1995) melaporkan bahwa *Bufo viridis* di daerah pesisir dan daerah pegunungan Turki mempunyai perbedaan yang jelas pada panjang tubuh dan tibia, Babik dan Rafinski (2000) melaporkan bahwa *Rana arvalis* yang terdapat di Rumania dan Hungaria serta Polandia mempunyai perbedaan morfometri yang jelas pada panjang femur, tibia dan jari kaki yang pertama. Gusman (2003) telah melaporkan bahwa secara morfometri beberapa genus dari Famili Ranidae di Sumatera Barat memiliki panjang kaki belakang dua kali dari panjang kaki depan. Khusus penelitian mengenai morfometri *F. limnocharis* telah dilakukan oleh Veith, Kossuoch, Olher dan Dubois (2001) melaporkan bahwa *F. limnocharis* dari Sumatera, Jawa dan Borneo mempunyai perbedaan yang signifikan pada bentuk kepala dan panjang kepala. Tjong, Matseu, Kuramoto, Belabut, Sen, Nishioka dan Sumida (2007) melaporkan bahwa *F. limnocharis* Indonesia memiliki kepala yang lebih panjang dan lebar dibandingkan dengan *F. limnocharis* Malaysia dan Jepang.

Sumatera merupakan pulau ketiga terbesar di Indonesia setelah Papua dan Kalimantan. Pulau Sumatera terletak pada  $5^{\circ}39'$  LU -  $5^{\circ}54'$  LS dan pada  $95^{\circ}$  BT- $106^{\circ}$  BT. Sumatera merupakan bagian dari Kawasan Oriental, sebagian besar fauna berada di kawasan ini tidak dapat dijumpai di kawasan lain. Sebagai pulau besar di kawasan sundaland, sumatera memiliki peranan yang penting karena memiliki penyebaran zoogeografi yang unik seperti amphibia. Secara geografis pulau Sumatera terdiri dari wilayah pegunungan, lembah dan dataran rendah atau kawasan pantai, sehingga besar kemungkinan terjadi perbedaan pola adaptasi pada

masing-masing daerah, kejadian ini akan menimbulkan tingginya variasi dan diferensiasi pada masing-masing populasi, sehingga sangat menarik untuk diteliti.

Selain itu Sumatera juga memiliki ketinggian yang sangat bervariasi mulai dari 0-3000 meter di atas permukaan laut. Dataran rendah dengan ketinggian 0-500 meter, dataran menengah dengan ketinggian 500-1000 meter dan dataran tinggi dengan ketinggian 1000 meter. Dataran tinggi terdiri dari lembah-lembah, perbukitan dan pegunungan yang merupakan bagian dari gugusan Bukit Barisan yang membentang dari utara ke selatan sehingga membelah pulau Sumatera menjadi bagian barat dan timur sehingga akan mengakibatkan tingginya keanekaragaman spesies.

Berdasarkan beberapa landasan substansial yang telah dikemukakan tadi, maka merupakan suatu hal yang penting dan menarik untuk dilakukan penelitian tentang diferensiasi morfometri *F. limnocharis* di Sumatera. Kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi biodiversitas amphibia di Sumatera khususnya dan di Indonesia umumnya.

## **1.2 Perumusan masalah**

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan masalah yang hendak dijawab dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimanakah diferensiasi morfometri *F. limnocharis* di Sumatera?
2. Karakter morfometri apa sajakah yang memperlihatkan diferensiasi antar populasi *F. limnocharis* di Sumatera?
3. Populasi *F. limnocharis* manakah yang memperlihatkan diferensiasi yang paling tinggi?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian tentang diferensiasi morfometri *F. limnocharis* ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis diferensiasi morfometri *F. limnocharis* di Sumatera.
2. Menjelaskan karakter apa saja yang memperlihatkan diferensiasi antar populasi *F. limnocharis* di Sumatera.
3. Menjelaskan populasi *F. limnocharis* mana yang memperlihatkan diferensiasi yang paling tinggi.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Data diferensiasi *F. limnocharis* di Sumatera dapat menjadi salah satu bahan pertimbangan dan acuan dalam melihat terjadinya spesiasi.
2. Informasi ilmiah yang penting sebagai bahan perbandingan bagi penelitian selanjutnya dari aspek molekuler, ekologi, fisiologi dan taksonomi.

### **1.5 Hipotesa Penelitian**

Hipotesa penelitian ini adalah karakter morfometri dan populasi *F. limnocharis* di Sumatera memperlihatkan diferensiasi morfometri yang cukup tinggi.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang diferensiasi morfometri *F. Limnocharis* pada beberapa lokasi di Sumatera yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Fejervarya limnocharis* di Sumatera memperlihatkan diferensiasi morfometri yang tinggi antara semua populasi, berdasarkan pengelompokan pohon kekerabatan, ketinggian habitat, dan arah aliran sungai ke pantai barat timur.
2. Karakter yang memperlihatkan diferensiasi morfometri berdasarkan ketinggian habitat adalah diameter tympanum, jarak moncong sampai tympanum, panjang kaki depan, panjang kaki belakang. Populasi *F. limnocharis* yang hidup di dataran rendah memiliki diameter tympanum lebih kecil, jarak moncong sampai tympanum lebih panjang, kaki depan lebih panjang, kaki belakang lebih pendek dibandingkan dataran tinggi. Berdasarkan arah aliran sungai ke pantai barat dan timur Sumatera karakter yang mengalami diferensiasi adalah panjang tubuh, panjang kepala dan jarak metatarsus sampai ujung jari ke empat kaki belakang. Populasi *F. limnocharis* barat Sumatera memiliki tubuh lebih pendek, kepala lebih panjang dan metatarsus sampai ujung jari ke empat kaki belakang lebih panjang dibandingkan timur.
3. Populasi *F. limnocharis* betina dan jantan yang memperlihatkan diferensiasi karakter tinggi berdasarkan ketinggian habitat adalah Populasi Alahan Panjang dengan Riau pada betina dan Prapat dengan Padang pada

jantan, berdasarkan arah aliran sungai ke pantai barat timur Sumatera adalah populasi Padang dengan Sungai Penuh pada betina maupun jantan

## 5.2 Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan dari penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan penelitian tentang variasi genetik dari masing-masing populasi yang telah ditelaah secara morfologi, sehingga dapat menjelaskan mekanisme variabilitas karakter dan pola pengelompokan spesies ini.
2. Perlu dikaji perubahan morfologi terhadap proses metabolisme, karakterisasi tipe habitat, jenis makanan dan aspek biologi lain dari *F. limnocharis* sehingga bisa didapatkan data yang lebih sempurna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Babik, W. and Rafinski, J. 2000. Morfometri Differentiation of the Moor frog (*Rana arvalis*) in Central Europe. Department of Comparative Anatomy, Institute Zoology Jagiellonian University. Krokaw Poland. *Heredity* **84** (2000) 610-618
- Berry, P.Y. 1975. *The Amphibian Fauna of Peninsular Malaysia*. Tropical Press. Kuala Lumpur
- Bookstein, F. L. 1982. Foundation of Morphometrics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **13** : 451-470
- Chernoff, B. 1982. Character Variation Among Populations and the Analysis of Biogeography. *Amer.Zool.* **22** : 425-439
- Dubois, A. and Ohler, A. 2000. Systematics of *Fejervarya limnocharis* (Gravenhorst, 1829) (Amphibia, Anura, Ranidae) and related species. Nomenclatural of the nominal species *Rana limnocharis* Gavenhorst, 1829. *Alytes* **18** : 15-50
- Goin C. J. and O. B. Goin. 1971. *Introduction to Herpetology*. WH Freeman and Company. San Francisco
- Gusman, D. 2003. *Morfometri Spesies Katak dari Famili Bufonidae dan Ranidae di Sumatra Barat*. Sripsi Sarjana Biologi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, Padang
- Endler, J. A. 1977. *Geographic Variation, Speciation and Clines*. Princeton University Press. New Jersey
- Hemelaar, A. 1988. Growth Another Population Characteristics of *Bufo bufo* from Different Latitudes and Altitudes. *J Herpetol* **4** (22) : 369-388
- Heyer, W. R. A. D. Mauren, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek and S. F. Mercedes. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity; Standard Method for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- Heyer, H. R. M. A, Donnelly, R. W, Mc Diarmid, L. A. C, Hayek dan M. S, Foster. 1998. *Measuring and Monitoring Biological Diversity ; Standard Metode for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- Hillis, D. M. Hillis, J. J. Wiens. 2000. Molecules Versus Morphology in Systematics. In: J. Wiens (ed) *Phylogenetic Analysis of Morphological Data*. Smithsonian Institution Press. Philadelphia

- Hindar, K, B., Jonson. 1993. Ecological and Polymorphism in Artic Charr. *Biological Journal of the Linnean Society* (48): 63-74
- Inger, R. F. 1966. The Systematics and Zoogeography of The Amphibia of Borneo. *Fieldiana. Zool* 52 : 1-506
- Inger, R. F. 1996. Organization of Communities of Frog along Small Rain Forest Stream in Sarawak. Black Well Scientific publication Oxford and Edinburd.  
*J. Animal Ecol* 38 : 123-148
- Inger, F. R. Dan R. B. Stuebing. 1999. *Panduan Lapangan Katak-Katak Borneo*. Jembatan Muzium Sabah. Sabah
- Inger, F. R. Dan H. K. Voris. 2001. Biogeographical relations of the frog and snake of Sundaland. *J Biogeor* 28: 863 – 891
- Ishchenko, V.G. 1977. *Dinamicheski Polimorfizm Burych Iygusshek Fauny SSSR*. Nauky. Moskow
- Iskandar, D. T. 1998. *Amfibi Jawa and Bali*. Seri Panduan Lapangan. Putlisbang Biology. LIPI
- Karaukousis, Y. and Pasqualina, K. 1995. Genetic and Morphological Differentiation Among Populations Green Toad *Bufo viridis* from Northern Greece. *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol. 23, No. 1, pp. 39-45
- Kete, R. 1991. Populasyonlarının Taksonomik Yonden İncelenmesi. *Tr J Zool* 16 : 60–70
- Kiew, B. H. 1978. The Nomenclature and Identity of Javanese Frog *Rana mocrodon* Dumerill and Bibron. *Malayan Nature Jurnal*. Vol 31 no 4 218-229
- Kutrup, B. Ufuk, B dan Nuthayat, Y. 2006. Effect of the ecological conditions on morphological variations of the green toad, *Bufo viridis* in Turkey. *Ecol Res* 21: 208-214
- Mendez MA, Soto ER, Correa C, Veloso A, Vergara E, Sallaberry M, Iturra P. 2004. Morphological and genetical differentiation among Chilean populations of *Bufo spinulosus* (Anura: Bufonidae). *Rev Chilena Historia Natural* 75 : 559 –567
- Mistar. 2003. *Panduan Lapangan Amfibi Kawasan Akosistem Leuser*. PILI- NGO Movenent. Bogor
- Munshi, J. S. D., H. M. Duta. 1996. *Fish Morphology: Horizon of New Research*. Science Publishers, Inc. New York.

- Nevo, E. 1972. Climatic adaptation in size of the green toad. *Isr J Med Sci* **8**: 1010
- Nevo, E. 1975. Adaptive strategies of genetic systems in constant and varying environments. In *Population Genetics and Ecology* (Karlín, S. and Nevo, E., eds). Academic Press, London.
- Nevo, E., Dessauer, H. and Chuang, K. 1975. Genetic variation as a test of natural selection. *Proc. Natn. Acad. Sci* **72** : 2145-2149.
- Nevo, E. 1988. Genetic diversity in nature: patterns and theory. *Evol. Biol.* **23** : 217-247.
- Nevo, E. and Beiles, A. 1991 Genetic diversity and ecological heterogeneity in amphibian evolution. *Copeia* 1991 3 : 565-592.
- Rohlf, F. J. 2001. *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.0.2*. Applied Biostatistic Inc. New York.
- Santoso, P. 2008. *Distribusi dan Diferensiasi Karakter Morfologi Ikan Baung (Hemibegarus velog Tan et Ng : Bagridae) Pada Beberapa Sungai dan Danau di Sumatera Barat*. Thesis Sarjana Biologi. Pasca Sarjana Universitas Andalas, Padang
- Schauble, C. 2004. Variation in the Body Size and Sexual Dimorphism Across Geographical and Environmental Space in the Frogs *Limnodynastes tasmaniensis* and *L. peronii*. *Biol J Linn Soc* **82**: 39-54
- Setyanto, D. Y. 1997. *Keanekaragaman dan Perkerabatan Amphibia Riparia serta Beberapa Aspek Ekologinya di Sumatera Barat*. Tesis Megister Program Studi Biologi Pasca Serjana ITB Bandung
- Sprent, P. 1989. *Applied Nonparametric Statistical Methods*. Chapman and Hall. New York.
- Suhardjono, Y. R. 1999. *Buku Pegangan Pengelolaan Koleksi Spesimen Zoologi*. Puslitbang Biologi LIPI. CV. Riza Graha Jaya. Bogor
- Tarkhnishvili DN, Arntzen JW, Thope RS. 1999. Morphological variation in brown frogs from the Caucasus and the taxonomy of the *Rana macrocnemis* group. *Herpetologica* **55** : 406–417
- Tjong, D. H., M. Matseu, M. Kuramoto, D. M. Belabut, Y. H. Sen, M. Nishioka and M. Sumida. 2007. Morphological Divergence, Reproductive Isolating Mechanism and Molecular Phylogenetic Relationship, Among Indonesia, Malaysia, and Japan Populations of the *Fejervaria limnocharis* Complex (Anura, Ranidae). *Zoological Science* **24**: 1197-1212
- Toda, M. M. Nishida, M. Matsui, G. Wu, H. Otaii. 1997. Allozyme Variation Among Asian Population of the Indian Rice Frog, *Rana limnocharis*