**Distribusi Geografi Jenis-Jenis Kodok Endemik Sumatra Berdasarkan Batas Administratif Provinsi dan Nilai Penting Wilayah Konservasi
(Geographic Distribution of Sumatran Endemic Frogs Species Based on Provincial Administrative Boundaries and Important Values of Conservation Areas)**

Hellen Kurniati* & Nova Mujiono

Bidang Zoologi, Puslit Biologi, LIPI, Gedung Widyasatwaloka-LIPI, Jalan Raya Cibinong Km 46, Cibinong 16911, Jawa Barat, Indonesia. *Email: hkurniati@yahoo.com

Memasukkan: Juli 2020, **Diterima:** Oktober 2020

ABSTRACT

Forty-four of endemic frogs were found in mainland Sumatra and its surrounding islands or administratively included in the province in Sumatra. Most species of endemic frogs are spread unevenly in 10 provinces. To find out the distribution pattern of forty four species of endemic frogs, UPGMA analysis was carried out. The pattern of grouping of endemic frogs in Sumatra is divided into three major groups, of which three groups in mainland Sumatra are formed due to the geological history of Sumatra. The results of the analysis of endemism index values showed Aceh Province, North Sumatra Province (Sumut), West Sumatra Province (Sumbar), Jambi Province, Bengkulu Province and South Sumatra Province (Sumsel) have high endemism index values (>4.5). The high index value is inseparable from the existence of Gunung Leuser National Park, Batang Gadis National Park, Kerinci Seblat National Park and Bukit Barisan Selatan National Park. Index of endemism based on macrohabitat and elevation, West Sumatra and Bengkulu Provinces occupy the highest position due to the elevation strata are complete, ranging from lowlands to highlands and drenched with high rainfall throughout the year.

Keywords: conservation, endemic, frog, Sumatra.

ABSTRAK

Empat puluh empat jenis kodok endemik dijumpai di Sumatra daratan dan kepulauan di sekitarnya atau secara administratif masuk wilayah Provinsi di Sumatra. Sebagian besar jenis kodok endemik tersebut tersebar tidak merata di 10 Provinsi. Untuk mengetahui pola persebaran dari empat puluh empat jenis kodok endemik tersebut dilakukan analisis UPGMA. Pola pengelompokan kodok endemik Sumatra terbagi menjadi tiga kelompok besar, yang mana tiga kelompok di Sumatra daratan terbentuk karena sejarah geologi Pulau Sumatra. Hasil analisis nilai indeks endemisitas memperlihatkan Provinsi Aceh, Provinsi Sumatra Utara (Sumut), Provinsi Sumatra Barat (Sumbar), Provinsi Jambi, Provinsi Bengkulu dan Provinsi Sumatra Selatan (Sumsel) mempunyai nilai indeks endemisitas yang tinggi ($>4,5$). Tingginya nilai indeks ini tidak lepas dari keberadaan Taman Nasional Gunung Leuser, Taman Nasional Batang Gadis, Taman Nasional Kerinci Seblat dan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. Indeks dari sifat endemisitas berdasarkan makrohabitat dan elevasi, Provinsi Sumbar dan Provinsi Bengkulu menduduki posisi paling tinggi karena strata elevasinya lengkap, yaitu mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi dan disirami curah hujan yang tinggi sepanjang tahun.

Kata Kunci: endemik, kodok, konservasi, Sumatra.

PENDAHULUAN

Suatu jenis kodok dikatakan endemik jika kodok tersebut merupakan jenis asli yang hanya dijumpai di wilayah tertentu dan tidak ditemukan di wilayah lain, yang mana jenis endemik merupakan proses evolusi alami suatu biota untuk menjadi unik pada suatu wilayah geografi tertentu (Inger & Voris 2001; Santorelli *et al.* 2018). Pulau Sumatra termasuk wilayah yang unik, karena jumlah jenis kodok endemik di wilayah ini lebih kecil dibandingkan Semenanjung Malaya (37 jenis) dan Pulau Kalimantan (88 jenis) (Inger & Voris 2001). Seiring dengan bertambahnya kegiatan eksplorasi kekayaan jenis di Sumatra,

jumlah kodok endemik bertambah dari 21 jenis (Inger & Voris 2001) menjadi 44 jenis.

Luas wilayah Sumatra yang masuk dalam delapan Provinsi yang berada di daratan (termasuk pulau-pulau kecil di sekitarnya) mencapai 456.167,50 km² (<http://infopersada.com/nasional/pemerintahan-dan-wilayah/2-daftar-luas-wilayah-provinsi-di-indonesia.html>); yang mana luas wilayah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dan Provinsi Kepulauan Riau tidak termasuk. Pulau Sumatra termasuk dalam peringkat ke enam daratan terluas di gugusan pulau-pulau di Indonesia. Wilayah Sumatra terbagi menjadi 10 Provinsi, dua Provinsi merupakan kepulauan, yaitu Provinsi Bangka Belitung dan Provinsi

Kepulauan Riau. Luas Provinsi paling kecil adalah Provinsi Kepulauan Riau dan yang paling besar adalah Provinsi Sumatra Selatan (Tabel 1) (Gambar 1). Sampai saat ini terdapat 44 jenis kodok yang endemik di Sumatra yang masuk dalam 10 Provinsi, termasuk juga kepulauan Natuna yang berada di sebelah utara Kalimantan yang secara administratif masuk dalam Provinsi Kepulauan Riau.

Pertimbangan untuk menentukan 44 jenis kodok sebagai jenis endemik yang masuk dalam 10 Provinsi di Sumatra adalah specimen tersimpan di Museum Zoologi Bogor (MZB), kecuali jenis *Duttaphrynus totol*. Beberapa jenis kodok tidak dimasukkan dalam daftar jenis endemik seperti jenis *Bufo (Duttaphrynus) sumatranus*, informasi persebarannya hanya Sumatra, tanpa lokasi spesifik (Teynie *et al.* 2010); kemudian *Bufo (Duttaphrynus) valhallae* yang dinyatakan sudah punah di Pulau Weh (IUCN SSC Amphibian Specialist Group *Duttaphrynus valhallae* 2018); dan *Hylarana persimilis* yang beridentitas tidak jelas dan kemungkinan besar sinonim dari jenis *Humerana miopus* yang juga terdapat di Semenanjung Malaya (IUCN SSC Amphibian Specialist Group *Hylarana persimilis* 2018); kemudian jenis *Philautus similis* yang merupakan sinonim dari *Philautus larutensis* dan juga tersebar di Semenanjung Malaya (Wostl *et al.* 2017); lalu jenis *Rhacophorus bifasciatus* yang dideskripsi

oleh Kampen (1923) yang merupakan sinonim dari jenis *R. poecilonotus* dan *R. barisani* yang merupakan sinonim dari *R. modestus* berdasarkan uji DNA (Smith, data belum dipublikasi); yang terakhir adalah jenis *Pulchrana (Hylarana) rawa* (Matsui *et al.* 2012) dengan persebarannya sampai Kalimantan (Mediyansyah 2016).

Persebaran jenis-jenis kodok endemik Sumatra spesifik untuk setiap jenis. Beberapa jenis tersebar di seluruh Provinsi di daratan Sumatra, tetapi beberapa jenis tersebar di beberapa Provinsi dan beberapa jenis hanya dijumpai pada satu Provinsi. Melihat keunikan dari persebaran mereka, maka penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan keunikan persebaran kodok endemik Sumatra berdasarkan tipe-tipe habitat yang tersedia di wilayah administratif setiap 10 Provinsi di Sumatra; yang mana keunikan-keunikan persebaran kodok endemik di setiap Provinsi tidak akan lepas dari nilai penting suatu kawasan konservasi.

BAHAN DAN CARA KERJA

Pencarian jenis-jenis kodok endemik Sumatra pertama kali berpedoman kepada Kampen (1923), kemudian dilanjutkan dengan mencari informasi yang terdapat pada situs IUCN *redlist* (<https://www.iucnredlist.org>) yang telah diperbaharui pada tahun 2018. Pencarian informasi berikutnya adalah berdasarkan publikasi pertelaan pertama jenis-jenis kodok endemik menjadi jenis yang valid (Tabel 2). Setelah didapatkan daftar jenis

Tabel 1. Luas wilayah 10 Provinsi di Sumatra. Luas wilayah pulau-pulau termasuk dalam luas Provinsi yang terdapat di daratan Sumatra. Sumber: <http://infopersada.com/nasional/pemerintahan-dan-wilayah/2-daftar-luas-wilayah-provinsi-di-indonesia.html>

Provinsi	Luas (Km ²)
Kepulauan Riau	8.201,72
Bangka Belitung (Babel)	16.424,06
Bengkulu	19.919,33
Lampung	34.623,80
Sumatra Barat (Sumbar)	42.012,89
Jambi	50.058,16
Aceh	57.956,00
Sumatra Utara (Sumut)	72.981,23
Riau	87.023,66
Sumatra Selatan (Sumsel)	91.592,43

Gambar 1. Sepuluh Provinsi di Sumatra (Sumber peta; <http://www.mikirbae.com/2016/07/daftar-nama-teluk-di-pulau-sumatera.html>).

Tabel 2. Jenis-jenis kodok endemik Sumatra beserta makrohabitat, elevasi, tahun publikasi dan acuan yang dipakai.

No.	Jenis	Habitat	Elevasi	Publikasi	Acuan
1	<i>Ingerophrynus claviger</i>	A	R	1863	iucnredlist
2	<i>Micryletta inornata</i>	A	R	1890	Alhadi <i>et al.</i> 2019
3	<i>Glyphoglossus volzi</i>	H	M	1905	iucnredlist
4	<i>Pulchrana debussy</i>	H	M	1910	iucnredlist
5	<i>Sumaterana crassiovis</i>	H	R-T	1920	Arifin <i>et al.</i> 2018b
6	<i>Rhacophorus poecilonotus</i>	N	T	1920	iucnredlist
7	<i>Philautus cornutus</i>	H	T	1920	Wostl <i>et al.</i> 2017
8	<i>Rhacophorus modestus</i>	A	T	1920	iucnredlist
9	<i>Huia sumatrana</i>	A	R-T	1991	Yang 1991
10	<i>Huia modiglianii</i>	H	M	1999	Doria <i>et al.</i> 1999; Kurniati 2009
11	<i>Rhacophorus achantharrhena</i>	N	T	2002	Harvey <i>et al.</i> 2002
12	<i>Rhacophorus catamitus</i>	A	M-T	2002	Harvey <i>et al.</i> 2002
13	<i>Ansonia glandulosa</i>	H	R	2004	Iskandar & Mumpuni 2004
14	<i>Megophrys paralella</i>	H	T	2005	Inger & Iskandar 2005
15	<i>Chalcorana parvaccola</i>	A	R	2009	Inger <i>et al.</i> 2009
16	<i>Chalcorana rufipes</i>	A	R	2009	Inger <i>et al.</i> 2009
17	<i>Duttaphrynus totol</i>	N	R	2010	Teynie <i>et al.</i> 2010
18	<i>Leptobrachium waysepuntiense</i>	H	R	2010	Hamidy & Matsui 2010
19	<i>Limnodynastes sisikdagu</i>	N	R-T	2011	McLeod <i>et al.</i> 2011
20	<i>Chiromantis nauli</i>	H	M	2014	Riyanto & Kurniati 2014
21	<i>Chiromantis baladika</i>	N	R	2014	Riyanto & Kurniati 2014
22	<i>Rhacophorus bengkuluwensis</i>	H	R-T	2014	Streicher <i>et al.</i> 2014
23	<i>Polypedates pseudotilophus</i>	H	M	2014	Matsui <i>et al.</i> 2014
24	<i>Rhacophorus indonesiensis</i>	H	M	2015	Hamidy & Kurniati 2015
25	<i>Sigalegalephrynus mandailinguensis</i>	H	T	2017	Smart <i>et al.</i> 2017
26	<i>Sigalegalephrynus minangkabauensis</i>	H	T	2017	Smart <i>et al.</i> 2017
27	<i>Philautus ventrimaculatus</i>	H	T	2017	Wostl <i>et al.</i> 2017
28	<i>Philautus polymorphus</i>	H	T	2017	Wostl <i>et al.</i> 2017
29	<i>Philautus thamyridion</i>	H	M-T	2017	Wostl <i>et al.</i> 2017
30	<i>Philautus amabilis</i>	H	T	2017	Wostl <i>et al.</i> 2017
31	<i>Megophrys lancip</i>	A	M	2018	Munir <i>et al.</i> 2018
32	<i>Microhyla gajahmadai</i>	A	M-T	2018	Atmaja <i>et al.</i> 2018
33	<i>Huia sp1</i>	H?	T?	2018	Arifin 2018
34	<i>Huia sp2</i>	N?	R?	2018	Arifin 2018
35	<i>Huia sp3</i>	A?	R?	2018	Arifin 2018
36	<i>Pulchrana fantastica</i>	H	M	2018	Arifin <i>et al.</i> 2018a
37	<i>Sumaterana montana</i>	H	T	2018	Arifin <i>et al.</i> 2018b
38	<i>Sumaterana debulescens</i>	H	M	2018	Arifin <i>et al.</i> 2018b
39	<i>Sigalegalephrynus hatveyi</i>	H	T	2019	Sarker <i>et al.</i> 2019
40	<i>Sigalegalephrynus gayoluesensis</i>	H	T	2019	Sarker <i>et al.</i> 2019
41	<i>Sigalegalephrynus burnitelongensis</i>	A	T	2019	Sarker <i>et al.</i> 2019
42	<i>Leptobrachella natunae</i>	A	R	1895	iucnredlist
43	<i>Leptobrachella serasanae</i>	A	R	?	Sedang dideskripsi
44	<i>Kalophrynus bunguranus</i>	A	R	1895	iucnredlist

Keterangan: A: hidup di hutan dan di luar hutan; N: hidup di luar hutan; H: hidup di dalam hutan; R: dataran rendah; M: dataran menengah; T: dataran tinggi; R-T: rendah sampai tinggi; M-T: menengah sampai tinggi.

yang pasti serta persebarannya di 10 Provinsi di Sumatra, kemudian data tersebut dibuat seperti yang tertera pada Tabel 3; keberadaan kodok dinilai 1 dan sebaliknya dinilai 0. Penyusunan data dan analisis mengikuti Krebs (1989).

Data dari Tabel 3 kemudian dibuat analisis UPGMA dengan menggunakan indeks kesamaan Jaccard lalu dilakukan *bootstrap* 1000 dengan menggunakan perangkat lunak PAST versi 2.17c (Hammer *et al.* 2001); analisis Parsimony

mengikuti Collins *et al.* (2011). Langkah berikutnya adalah mencari nilai endemisitas setiap jenis mengikuti Crisp *et al.* (2001) dengan cara menghitung setiap jenis terdapat di Provinsi mana saja; bila satu jenis terdapat di empat Provinsi, maka nilai endemisitas di satu Provinsi adalah 0,25. Nilai total endemisitas satu jenis adalah 1. Tahap berikutnya dilakukan

penjumlahan nilai-nilai endemisitas untuk satu Provinsi yang menjadi nilai total endemisitas Provinsi. Penentuan makrohabitat setiap jenis kodok asli hutan (H), jenis di luar hutan (N) dan jenis yang dijumpai di dalam dan di luar hutan (A) berdasarkan informasi dari publikasi masing-masing jenis dan informasi dari IUCN *redlist* (Tabel 2). Pembagian elevasi mengikuti Inger

Tabel 3. Kehadiran (nilai=1) dan tidak hadir (nilai=0) jenis-jenis kodok endemik Sumatra di 10 Provinsi.

Suku	Jenis	Provinsi									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Bufonidae	<i>Ingerophrynus claviger</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus mandailinguensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bufonidae	<i>Duttaphrynus totol</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus minangkabauensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus harveyi</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus gayoluesensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus burnitelongensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bufonidae	<i>Ansonia glandulosa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Dicroglossidae	<i>Limnonectes sisikdagu</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Megophryidae	<i>Leptobrachella natunae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Megophryidae	<i>Leptobrachella serasanae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Megophryidae	<i>Megophrys lancip</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Megophryidae	<i>Megophrys paralella</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Megophryidae	<i>Leptobrachium waysepuntiense</i>	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
Microhylidae	<i>Kalophrynus bunguranus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Microhylidae	<i>Glyphoglossus volzi</i>	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0
Microhylidae	<i>Micryletta inornata</i>	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Microhylidae	<i>Microhyla gajahmadai</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
Ranidae	<i>Pulchrana fantastica</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranidae	<i>Huia modiglianii</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Ranidae	<i>Pulchrana debussy</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Ranidae	<i>Sumaterana montana</i>	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Ranidae	<i>Sumaterana debulescens</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
Ranidae	<i>Sumaterana crassiovis</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
Ranidae	<i>Chalcorana parvaccola</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Ranidae	<i>Chalcorana rufipes</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Ranidae	<i>Huia sumatrana</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Ranidae	<i>Huia</i> sp 1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
Ranidae	<i>Huia</i> sp 2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Ranidae	<i>Huia</i> sp 3	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
Rhacophoridae	<i>Chiromantis nauli</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhacophoridae	<i>Chiromantis baladika</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus poecilonotus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus achantharrhena</i>	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus bengkuensis</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
Rhacophoridae	<i>Philautus ventrimaculatus</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus indonesiensis</i>	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
Rhacophoridae	<i>Philautus polymorphus</i>	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus catamitus</i>	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0
Rhacophoridae	<i>Philautus thamyridion</i>	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus modestus</i>	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
Rhacophoridae	<i>Philautus cornutus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Rhacophoridae	<i>Philautus amabilis</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
Rhacophoridae	<i>Polypedates pseudotilophus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Jumlah jenis		18	24	24	6	21	21	18	16	3	1

Keterangan: A= Aceh, B= Sumut, C= Sumbar, D= Riau, E=Bengkulu, F=Jambi, G= Sumsel, H=Lampung, I= Kep.Riau, J=Babel

& Lian (1996); dataran rendah (R), adalah elevasi mulai dari 50 meter dari permukaan laut (dpl) sampai 800 meter dpl; dataran menengah (M), elevasi di atas 800 meter dpl sampai 1200 meter dpl; dan dataran tinggi (T), elevasi di atas 1200 meter dpl.

HASIL

Hasil analisis UPGMA (Gambar 2) dengan menggunakan indeks kesamaan Jaccard memperlihatkan Provinsi Kepulauan Riau dan Provinsi Bangka Belitung (Babel) membentuk kelompok yang berdiri sendiri; sedangkan Provinsi yang berada di daratan terbagi menjadi 3 kelompok besar, yaitu Provinsi Riau membentuk kelompok sendiri dinamakan kelompok C; lalu Provinsi Sumut, Aceh, Sumbar dan Jambi masuk dalam satu kelompok, yaitu kelompok B; tetapi indeks kesamaan Provinsi Aceh dan Provinsi Sumut cukup berbeda dengan indeks kesamaan Provinsi Sumbar dan Provinsi Jambi, sehingga pada kelompok ini terbagi menjadi dua sub-kelompok. Kemudian Provinsi Bengkulu, Sumsel dan Lampung bersatu dalam satu kelompok sebagai kelompok A. Di dalam kelompok B, indeks kesamaan paling dekat adalah antara Provinsi Bengkulu dengan Provinsi Lampung, lalu diikuti Provinsi Sumsel. Provinsi yang mempunyai indeks

kesamaan paling kecil adalah Provinsi Babel dan Provinsi Kepulauan Riau.

Hasil dari analisis parsimony (Gambar 2) memperlihatkan Provinsi Kepulauan Riau dan Provinsi Babel merupakan grup paling luar, tanpa ada jenis endemik yang dijumpai di Provinsi ini terdapat di delapan Provinsi di daratan Sumatra. Hanya satu jenis dengan persebaran sangat luas, yaitu terdapat di delapan Provinsi di daratan dan di Provinsi Babel, yaitu jenis *Polypedates pseudotilophus* (Tabel 4). Dari delapan Provinsi di daratan Sumatra, Provinsi Riau terpisah jauh dengan 7 Provinsi yang lain yang mempunyai 7 jenis kodok endemik yang dipunyai bersama, yaitu *Sumaterana dabulescens*, *S. crassiovis*, *Chalcorana parvaccola*, *C. rufipes*, *Huia sumatrana*, *Philautus amabilis* dan *P. pseudotilophus*.

Nilai total endemisitas dari 10 Provinsi dapat dilihat pada Tabel 4. Provinsi-Provinsi yang masuk enam besar nilai endemisitas tinggi ($>4,5$) adalah Provinsi Sumbar dengan nilai endemisitas 7,21 dengan jumlah jenis 24; lalu Provinsi Sumut dengan nilai endemisitas 6,71 dengan jumlah jenis 24; kemudian diikuti Provinsi Jambi dengan nilai endemisitas 6,43 dengan jumlah jenis 21; kemudian disusul Provinsi Sumsel dengan nilai endemisitas 5,19 dengan jumlah jenis 18; Aceh dengan nilai endemisitas 5,10 dengan jumlah jenis 18, berikutnya Provinsi; yang terakhir adalah Provinsi Bengkulu dengan

Gambar 2. UPGMA (kiri) dengan *bootstrap* 1000 dan analisis parsimony (kanan) dari jenis-jenis kodok endemik Sumatra yang tersebar di 10 Provinsi di Sumatra.

nilai endemisitas 4,62 dengan jumlah jenis 21.

Pengelompokan jenis-jenis kodok endemik Sumatra berdasarkan makrohabitatnya dan elevasi di mana jenis tersebut dijumpai (Tabel 5). Bukti ini memperlihatkan jenis asli hutan (H) adalah yang tertinggi (24 jenis), kemudian disusul jenis yang beradaptasi tinggi (A), karena dijumpai di dalam hutan dan di luar hutan sebanyak 14 jenis, lalu jenis yang hanya dijumpai di luar hutan (N) sebanyak 6 jenis (Tabel 6). Bila dilihat elevasi dari habitatnya, jenis penghuni dataran tinggi (T) adalah tertinggi (16 jenis), kemudian jenis penghuni elevasi rendah sebanyak 13 jenis, lalu jenis

penghuni dataran menengah (M) sebanyak 8 jenis; sedangkan jenis yang mempunyai persebaran vertikal yang lebar (R-T), yaitu dijumpai mulai dari elevasi rendah sampai elevasi tinggi sebanyak 4 jenis, dan yang mempunyai persebaran vertikal cukup lebar, yaitu mulai dari elevasi menengah sampai elevasi tinggi (M-T) dijumpai 3 jenis (Tabel 6).

Indeks sifat endemisitas untuk enam Provinsi (Tabel 6) yang mempunyai nilai total endemisitas tinggi seperti yang tertera pada Tabel 4 memperlihatkan nilai indeks yang berbeda-beda. Provinsi Sumut mempunyai nilai indeks paling tinggi pada jenis yang hidup pada

Tabel 4. Nilai endemisitas jenis-jenis kodok endemik Sumatra di 10 Provinsi.

Suku	Jenis	Provinsi									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Bufonidae	<i>Ingerophrynus claviger</i>		0,33	0,33		0,33					
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus mandailinguensis</i>		1								
Bufonidae	<i>Duttaphrynus totol</i>			1							
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus minangkabauensis</i>				1						
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus harveyi</i>						1				
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus gayoluesensis</i>	1									
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus burnitelongensis</i>	1									
Bufonidae	<i>Ansonia glandulosa</i>						1				
Dicroglossidae	<i>Limnonectes sisikdagu</i>			1							
Megophryidae	<i>Leptobrachella natunae</i>									1	
Megophryidae	<i>Leptobrachella serasanae</i>									1	
Megophryidae	<i>Megophrys lancip</i>					0,5			0,5		
Megophryidae	<i>Megophrys paralella</i>	0,25	0,25	0,25	0,25						
Megophryidae	<i>Leptobrachium waysepuntiense</i>		0,25	0,25		0,25			0,25		
Microhylidae	<i>Kalophrynus bunguranus</i>										1
Microhylidae	<i>Glyphoglossus volzi</i>		0,25				0,25	0,25	0,25		
Microhylidae	<i>Micryletta inornata</i>	0,33	0,33				0,33				
Microhylidae	<i>Microhyla gajahmadae</i>					0,33	0,33		0,33		
Ranidae	<i>Pulchrana fantastica</i>	0,5	0,5								
Ranidae	<i>Huia modiglianii</i>		0,33	0,33	0,33						
Ranidae	<i>Pulchrana debussy</i>	0,25	0,25	0,25	0,25						
Ranidae	<i>Sumaterana montana</i>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2					
Ranidae	<i>Sumaterana debulescens</i>	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125		
Ranidae	<i>Sumaterana crassiovis</i>	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125		
Ranidae	<i>Chalcorana parvaccola</i>	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125		
Ranidae	<i>Chalcorana rufipes</i>	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125		
Ranidae	<i>Huia sumatrana</i>	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125		
Ranidae	<i>Huia</i> sp 1	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14			0,14	
Ranidae	<i>Huia</i> sp 2									1	
Ranidae	<i>Huia</i> sp 3	0,2	0,2	0,2		0,2			0,2		
Rhacophoridae	<i>Chiromantis nauli</i>		1								
Rhacophoridae	<i>Chiromantis baladika</i>			1							
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus poecilonotus</i>				1						
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus achantharrhena</i>			0,33	0,33	0,33					
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus bengkulensis</i>					0,33	0,33		0,33		
Rhacophoridae	<i>Philautus ventrimaculatus</i>					0,33	0,33		0,33		
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus indonesiensis</i>		0,25	0,25	0,25			0,25			
Rhacophoridae	<i>Philautus polymorphus</i>			0,25	0,25	0,25	0,25				
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus catamitus</i>		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2				
Rhacophoridae	<i>Philautus thamyridion</i>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2					
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus modestus</i>	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17				
Rhacophoridae	<i>Philautus cornutus</i>				1						
Rhacophoridae	<i>Philautus amabilis</i>	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125		
Rhacophoridae	<i>Polypedates pseudotilophus</i>	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11		0,11
Total nilai endemisitas		5,1	6,71	7,21	6,43	4,62	5,19	1,36	4,19	3	0,11

Keterangan A= Aceh, B= Sumut, C= Sumbar, D= Jambi, E= Bengkulu, F=Sumsel, G=Riau, H=Lampung, I=Kep. Riau, J=Babel

elevasi menengah (M), yang mana untuk nilai ini rendah untuk lima Provinsi lain. Provinsi Sumbar mempunyai indeks paling tinggi pada jenis non hutan (N) dan jenis yang hidup pada elevasi rendah sampai tinggi (R-T), yang mana nilai indeks jenis non-hutan (N) ini paling tinggi dibandingkan lima Provinsi lain; sedangkan indeks jenis elevasi rendah sampai tinggi (R-T) sama dengan Provinsi Bengkulu dan Provinsi Sumsel. Provinsi Bengkulu mempunyai nilai indeks jenis yang dapat hidup pada elevasi menengah sampai tinggi (M-T) yang paling tinggi dibandingkan lima Provinsi lain; sedangkan indeks untuk jenis yang hidup pada elevasi rendah sampai tinggi (R-T) sama dengan Provinsi Sumbar dan Provinsi Sumsel. Provinsi yang mempunyai dua indeks sifat endemisitas yang tinggi adalah Provinsi Sumbar dan Provinsi Bengkulu.

PEMBAHASAN

Pengelompokan besar dari UPGMA kodok endemik Sumatra terbagi menjadi tiga; Provinsi Kepulauan Riau dan Provinsi Babel terpisah jauh dengan tiga kelompok lain (Gambar 2). Pengelompokan yang terjadi terlihat mengikuti pola sesar dan basin yang terjadi di Sumatra (Gambar 3). Pada kelompok A (Bengkulu,

Lampung, Sumsel) terbentuk karena basin Sumatra selatan (*south Sumatra basin*) yang bersatu dengan dataran tinggi Lampung (*Lampung high*), Sumsel terpisah dari kelompok Bangkulu dan Lampung karena basin Sumatra selatan (*south Sumatra basin*). Kelompok B terpisah dengan kelompok A karena dataran tinggi yang dibentuk oleh gugusan pegunungan Bukit Tiga puluh (*Tigapuluh high*). Pada kelompok B membentuk dua sub-kelompok, yaitu sub-kelompok Sumut dan Aceh, dan antara Sumbar dengan Jambi membentuk sub-kelompok sendiri. Sub-kelompok Aceh-Sumut terbentuk karena basin Sumatra utara (*north Sumatra basin*), sedangkan sub-kelompok Sumbar-Jambi terbentuk karena basin Sumatra tengah (*central Sumatra basin*); kedua sub-kelompok ini terpisah karena busur Asahan (*Asahan arch*). Pengelompokan jenis-jenis endemik dengan mengikuti pola sejarah geologi daratan seperti yang terjadi di daratan Sumatra juga terjadi di Namibia, Afrika (Simmons 1998); dan pengelompokan jenis-jenis endemik juga terjadi pada sejarah geologi pulau-pulau kecil (Ota 1998).

Pengelompokan jenis-jenis kodok endemik Sumatra tidak dipengaruhi oleh tiga sungai besar yang membelah Sumatra, yaitu Sungai Indragiri sepanjang 500 km yang berada di Provinsi Riau; Sungai Batanghari sepanjang 800 km yang

Gambar 3. Sejarah geologi Pulau Sumatra yang terdiri dari tiga cekungan dan empat sesar (kiri) dan UPGMA kodok endemik Sumatra (kanan) (Sumber peta: Heidrick & Aulia 1993).

Tabel 5. Makrohabitat jenis-jenis kodok endemik dalam enam Provinsi endemisitas tinggi di Sumatra.

Suku	Jenis	Propinsi						Habitat	Elevasi
		Aceh	Sumut	Sumbar	Jambi	Bengkulu	Sumsel		
Bufonidae	<i>Ingerophrynus claviger</i>		0.33	0.33		0.33		A	R
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus mandailinguensis</i>		1					H	T
Bufonidae	<i>Duttaphrynus totol</i>			1				N	R
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus minangkabauensis</i>				1			H	T
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus harveyi</i>						1	H	T
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus gayoluesensis</i>	1						H	T
Bufonidae	<i>Sigalegalephrynus burnitelongensis</i>	1						A	T
Bufonidae	<i>Ansonia glandulosa</i>						1	H	R
Dicroglossidae	<i>Limnonectes sisikdagu</i>			1				N	R-T
Megophryidae	<i>Megophrys lancip</i>					0.5		A	M
Megophryidae	<i>Megophrys paralella</i>	0.25	0.25	0.25	0.25			H	T
Megophryidae	<i>Leptobrachium waysepuntiens</i>		0.25	0.25		0.25		H	R
Microhylidae	<i>Glyphoglossus volzi</i>		0.25				0.25	H	M
Microhylidae	<i>Micryletta inornata</i>	0.33	0.33				0.33	A	R
Microhylidae	<i>Microhyla gajahmadai</i>					0.33	0.33	A	M-T
Ranidae	<i>Pulchrana fantastica</i>	0.5	0.5					H	M
Ranidae	<i>Huia modiglianii</i>		0.33	0.33	0.33			H	M
Ranidae	<i>Pulchrana debussy</i>	0.25	0.25	0.25	0.25			H	M
Ranidae	<i>Sumaterana montana</i>	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		H	T
Ranidae	<i>Sumaterana debulescens</i>	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	H	M
Ranidae	<i>Sumaterana crassiovis</i>	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	A	R-T
Ranidae	<i>Chalcorana parvaccola</i>	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	H	R
Ranidae	<i>Chalcorana rufipes</i>	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	A	R
Ranidae	<i>Huia sumatrana</i>	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	A	R-T
Ranidae	<i>Huia</i> sp 1	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	H	T
Ranidae	<i>Huia</i> sp 3	0.2	0.2	0.2		0.2		A	R
Ranidae	<i>Chiromantis nauli</i>		1					H	M
Rhacophoridae	<i>Chiromantis baladika</i>			1				N	R
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus poecilonotus</i>				1			N	T
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus achantharrhena</i>			0.33	0.33	0.33		N	T
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus bengkulensis</i>					0.33	0.33	H	R-T
Rhacophoridae	<i>Philautus ventrimaculatus</i>					0.33	0.33	H	T
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus indonesiensis</i>		0.25	0.25	0.25			H	T
Rhacophoridae	<i>Philautus polymorphus</i>			0.25	0.25	0.25	0.25	H	T
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus catamitus</i>		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	A	M-T
Rhacophoridae	<i>Philautus thamyridion</i>	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		H	M-T
Rhacophoridae	<i>Rhacophorus modestus</i>	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	A	T
Rhacophoridae	<i>Philautus cornutus</i>				1			H	T
Rhacophoridae	<i>Philautus amabilis</i>	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	H	T
Rhacophoridae	<i>Polypedates pseudotilophus</i>	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	H	M
Total nilai endemisitas		5.1	6.71	7.21	6.43	4.62	5.19		

Keterangan: A: hidup di hutan dan di luar hutan; N: hidup di luar hutan; H: hidup di dalam hutan; R: dataran rendah; M: dataran menengah; T: dataran tinggi; R-T: rendah sampai tinggi; M-T: menengah sampai tinggi.

berada di Provinsi Sumbar dan Provinsi Jambi dan Sungai Musi sepanjang 750 km yang berada di Provinsi Sumsel; ketiga sungai besar ini berhulu di dataran tinggi Bukit Barisan di

bagian barat Sumatra dan bermuara di pantai timur Sumatra. Kemungkinan besar lebar dari ketiga sungai tersebut bukan pembatas yang nyata untuk penyebaran kodok endemik di

Sumatra; tetapi Sungai Amazon di Amerika Selatan dapat menjadi pembatas persebaran kodok endemik (Pefaur & Rivero 2000).

Delapan Provinsi di Sumatra daratan, enam Provinsi mempunyai indeks endemisitas enam besar tertinggi, yaitu Provinsi Aceh, Provinsi Sumut, Provinsi Sumbar, Provinsi Jambi, Provinsi Bengkulu dan Provinsi Sumsel (Tabel 6). Sebagian besar jenis-jenis kodok endemik adalah penghuni wilayah gugusan Pegunungan Bukit Barisan dan areal sekitarnya, yang mana enam Provinsi yang mempunyai indeks endemisitas yang tinggi dilewati oleh gugusan ini. Gugusan Pegunungan Bukit Barisan merupakan wilayah bercurah hujan yang tinggi (Gambar 4). Wilayah dengan iklim curah hujan yang tinggi umumnya keragaman jenis endemik akan tinggi (Edwards *et al.* 2008; Fu *et al.* 2006; Hazel 2003); fenomena ini juga terjadi pada kelompok kodok (Hazel 2003; Slatyer *et al.* 2007). Gugusan Pegunungan Bukit Barisan selain bercurah hujan tinggi, strata elevasinya juga lengkap, yaitu mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi; kondisi ini akan membentuk iklim mikro yang spesifik dan sangat bervariasi pada setiap zonanya; secara geografi wilayah ini akan mempunyai keragaman jenis dan endemisitas yang tinggi (Fu *et al.* 2006). Topografi Provinsi Sumbar sebagian besar wilayahnya merupakan perbukitan dengan luas wilayah 42.012, 89 km². Curah hujan di Provinsi Sumbar paling tinggi di Sumatra, yaitu rata-rata 3508,62 mm (Tabel 7). Nilai indeks endemisitas di Provinsi Sumbar termasuk dua besar tertinggi, termasuk Provinsi

Bengkulu. Topografi wilayah yang sebagian besar berbukit juga dijumpai pada Provinsi Bengkulu dengan luas wilayah 19.919,33 km². Curah hujan di Provinsi Bengkulu nomor dua tertinggi, yaitu rata-rata 3227,82 mm (Tabel 7). Kemungkinan besar luas wilayah Provinsi Bengkulu yang tidak luas tetapi berbukit-bukit menyebabkan tingkat endemisitas di Provinsi ini menjadi dua besar tertinggi di Sumatra. Empat Provinsi, yaitu Provinsi Aceh, Provinsi Sumut, Provinsi Sumsel dan Provinsi Jambi walaupun memiliki wilayah lebih luas dari Provinsi Sumbar dan Provinsi Bengkulu (Tabel 1), tetapi ketiga Provinsi ini sebagian besar wilayahnya merupakan dataran rendah yang topografinya tidak banyak perbukitan.

Sebanyak 44 jenis kodok endemik Sumatra, hanya tujuh jenis yang sebarannya luas yaitu di delapan Provinsi di daratan Sumatra (Gambar 2, Tabel 4); selebihnya sebanyak 38 jenis tersebar secara terfragmentasi, yang sebagian besar terkonsentrasi di gugusan Pegunungan Bukit Barisan. Nilai endemisitas yang tinggi dari enam Provinsi seperti yang tertera pada Tabel 6 tidak lepas dari keberadaan tiga taman nasional di Sumatra yang berstatus *World Heritage*, yaitu Taman Nasional Gunung Leuser (TNGL), Taman Nasional Kerinci Seblat (TNKS) dan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) dan Taman Nasional Batang Gadis yang merupakan bagian dari gugusan Pegunungan Bukit Barisan.

Tabel 6. Indeks sifat endemisitas kodok berdasarkan makrohabitat dan elevasi pada enam Provinsi yang mempunyai nilai endemisitas di atas 4,5. A: hidup di hutan dan di luar hutan; N: hidup di luar hutan; H: hidup di dalam hutan; R: dataran rendah; M: dataran menengah; T: dataran tinggi; R-T: rendah sampai tinggi; M-T: menengah sampai tinggi; Indeks (jumlah jenis); (*) Nilai indeks $\geq 0,70$.

Makrohabitat dan elevasi	Total	Aceh	Sumut	Sumbar	Jambi	Bengkulu	Sumsel
A	14	0,50 (7)	0,57 (8)	0,50 (7)	0,38 (5)	0,64 (9)	0,54 (7)
N	6	0 (0)	0 (0)	0,80 (4)*	0,40 (2)	0,20 (1)	0 (0)
H	24	0,45 (11)	0,67 (16)	0,54 (13)	0,58 (14)	0,45 (11)	0,45 (11)
R	13	0,38 (5)	0,46 (6)	0,54 (7)	0,15 (2)	0,38 (5)	0,31 (4)
M	8	0,50 (4)	0,87 (7)*	0,50 (4)	0,50 (4)	0,38 (3)	0,38 (3)
T	16	0,44 (7)	0,44 (7)	0,50 (8)	0,69 (11)	0,44 (7)	0,46 (6)
R-T	4	0,50 (2)	0,50 (2)	0,75 (3)*	0,50 (2)	0,75 (3)*	0,75 (3)*
M-T	3	0,33 (1)	0,67 (2)	0,67 (2)	0,67 (2)	1,00 (3)*	0,67 (2)

Tabel 7. Curah hujan di 10 Provinsi di Sumatra dari tahun 2000-2010 (Sumber: <https://www.bps.go.id/statistable/2017/02/08/1959/jumlah-curah-hujan-dan-jumlah-hari-hujan-di-stasiun-pengamatan-bmkg-2011-2015.html>)

Provinsi/ Tahun	Aceh ¹	Sumut ²	Sumbar ³	Riau ⁴	Jambi ⁵	Sumsel ⁶	Bengkulu ⁸	Lampung ⁹	Babel ⁷	Kep. Riau ¹⁰
2000	1 974,70	1 289,50	3 040,60		840,30		3 254,00	1 488,50		
2001	1 688,70	3 595,30	2 811,00	2 441,70	2 515,20	2 837,50	3 010,10	2 013,10		
2002	1 296,80	1 944,90	4 241,20	3 123,80	2 044,50	2 368,20	3 076,70	2 143,50		
2003	1 507,20	3 140,20	4 927,20	3 822,80	2 508,10	2 674,00	3 030,40	1 682,20	2 537,30	3 972,70
2005	710,50	776,70	1 533,60		1 015,70	1 356,90	3 375,20		2 381,10	751,20
2006	506,70	222,50	776,00	537,60	424,70	1 442,00	2 313,80	560,30	1 172,30	491,20
2007		2 513,00	4 329,00	3 216,30	2 394,00	2 364,70	3 150,00	1 941,40	2 734,90	3 633,90
2008	1 207,40	2 442,00		3 026,20	2 230,00	2 685,70	3 396,00	1 940,10	2 125,20	3 363,30
2009	1 577,00	2 184,00	4 691,00	3 390,00	2 299,00	2 389,00	3 850,00	1 789,00	1 866,00	2 739,00
2010	1 986,00	-	5 228,00	3 390,00	3 207,00	-	3 822,00	2 710,00	3 444,00	3 283,00
Rata-rata	1 383,89	2 012,01	3508,62*	2 868,55	1 947,85	2 264,75	3227,82*	1 807,57	2 322,97	2 604,90

Keterangan: Stasiun BMKG; 1=Blang Bintang, 2=Polonia' 3=Sicincin, 4=Sultan Syarif Qasim' 5=Sungai Duren, 6=Kenten, 7=Pangkal Pinang 8=Pulau Baai, 9=Radin Inten II/Branti, 10= Kijang.

Gambar 4. Tipe curah hujan di Sumatra dan pulau-pulau lain di Indonesia (Sumber peta: Badan Meteorologi dan Geofisika-BMG).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Misbahul Munir M.Sc yang telah membantu mendapatkan pustaka kodok endemik Sumatra yang sulit didapat. Dalam artikel ini, HK adalah kontributor utama dan NM adalah kontributor anggota.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhadi, F., A. Hamidy, A. Farajallah, M. Munir, VY. Atmaja, S. Garg, SD. Biju, & EN. Smith. 2019. Rediscovery of *Micryletta inornata* (Boulenger, 1890) from Sumatra: redescription, molecular identity, and taxonomic implications. *Zootaxa* 4613 (1): 111-126. <https://doi.org/10.11646/zoo-taxa.4613.1.5>
- Arifin, U. 2018. Phylogenetic systematics, diversity, and biogeography of the frogs with gastromyzophorus tadpoles (Amphibia: Ranidae) on Sumatra, Indonesia. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades Fachbereich Biologie, An der Fakultät Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften der Universität Hamburg. v+165 hal.
- Arifin, U., G. Cahyadi, U. Smart, A. Jankowski, & A. Haas. 2018a. A new species of the genus *Pulchrana* Dubois, 1992 (Amphibia: Ranidae) from Sumatra, Indonesia. *Raffles Bulletin of Zoology* 66: 277-299.
- Arifin, U., U. Smart, ST. Hertwig, EN. Smith, DT. Iskandar & A. Haas 2018b. Molecular phylogenetic analysis of a taxonomically unstable ranid from Sumatra, Indonesia, reveals a new genus with gastromyzophorous tadpoles and two new species. *Zoosystematics and Evolution* 94(1): 163–193. DOI 10.3897/zse.94.22120.
- Atmaja, VY., A. Hamidy, T. Arisuryanti, M. Matsui & EN. Smith. 2018. A new species of *Microhyla* (Anura: Microhylidae) from Sumatra, Indonesia. *Treubia* 45: 25-46.
- Collins, PA., Giri, F. & Williner, V. 2011. Biogeography of the freshwater decapods

- in the La Plata Basin, South America. *Journal of Crustacean Biology* 33(1): 179-191.
- Crisp, MD., S. Laffan, HP Linder & A. Monro. 2001. Endemism in the Australian flora. *Journal of Biogeography* 28: 183-198.
- Doria, G., Salvidio, S. & Tavano, M.L. 1999. Description of *Amalops (Huia) modiglianii*, new species from Sumatra (Amphibia, Anura, Ranidae). *Doriana* 7 (317): 1-9.
- Edwards, DL., JD. Roberts, & JS. Keogh. 2008. Climatic fluctuations shape the phylogeography of a mesic direct-developing frog from the south-western Australian biodiversity hotspot. *Journal of Biogeography* 35: 1803–1815. doi: 10.1111/j.1365-2699.2008.0192/x.
- Fu, C., X. Hua, J. Li, Z. Chang, Z. Pu, & J. Chen. 2006. Elevation pattern of frog species richness and endemic richness in the Hengduan Mountains, China: geometric constraints, area and climate effects. *Ecography* 29: 919-927.
- Hamidy, A. & H. Kurniati. 2015. A new species of tree frog genus *Rhacophorus* from Sumatra, Indonesia (Amphibia, Anura). *Zootaxa* 3947(1): 49-66.
- Hamidy, A. & M. Matsui. 2010. A new species of blue-eyed *Leptobrachium* (Anura: Megophryidae) from Sumatra, Indonesia. *Zootaxa* 2395: 34-44.
- Harvey, MB., AJ. Pemberton & EN. Smith. 2002. New and poorly known parachuting frogs (Rhacophoridae: *Rhacophorus*) from Sumatra and Java. *Herpetological Monographs* 16: 46–92.
- Hammer, Ø., DAT. Harper, & PD. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electronica* 4(1): 9.
- Hazel, D. 2003. Frog ecology in modified Australian landscape: a review. *Wildlife Research* 30: 193-205.
- Heidrick, TL. & K. Aulia. 1993. A structural and tectonic model of the coastal plains block, Central Sumatra Basin, Indonesia. *Proceedings Indonesian Petroleum Association*: 285-317 hal.
- Inger, RF. & DT. Iskandar. 2005. A collection of amphibians from West Sumatra, with description of a new species of *Megophrys* (Amphibia: Anura). *Raffles Bulletin of Zoology* 53(1): 133-142.
- Inger, RF. & TF. Lian. 1996. *The natural history of Amphibians and reptiles in Sabah*. Natural History Publication (Borneo). Kota Kinabalu. v+101 hal.
- Inger, RF., BL. Stuart & DT. Iskandar. 2009. Systematics of a widespread Southeast Asian frog, *Rana chalconota* (Amphibia: Anura: Ranidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 155: 123-147.
- Inger, RF. & HK. Voris. 2001. The biogeographical relations of the frogs and snakes of Sundaland. *Journal of Biogeography* 28 (7): 863-891.
- Iskandar, D. & Mumpuni. 2004. A new toad of the genus *Ansonia* (Amphibia, Anura, Bufonidae) from Sumatra, Indonesia. *Hamadryad* 28: 59-65.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group 2018. *Duttaphrynus valhallae*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: e.T54788A95639789. [http://dx.doi.org/ 10.2305/IUCN.UK.20181.RLTS.T54788A95639789.en](http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20181.RLTS.T54788A95639789.en). Downloaded on 25 June 2019.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group 2018. *Hylarana persimilis*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: e.T58693A95749809. [http://dx.doi.org/ 10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T58693A95749809.en](http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T58693A95749809.en). Downloaded on 25 June 2019.
- Kampen, van. 1923. *The amphibia of the Indo-Australian Archipelago*. EJ. Brill. Leiden.
- Kurniati, H. 2009. Morphological variations of sumatran torrent frogs, *Huia sumatrana* (Yang, 1991) and *H. modiglianii* Doria, Salvidio and Tavan, 1999. *Zoo Indonesia* 18(1):9-20.
- Krebs, CJ. 1989. *Ecological methodology*. R.R. Donnelley & Sons Company. New York. xii+654 hal.
- Matsui, M., Mumpuni, & A. Hamidy. 2012. Description of a new species of *Hylarana* from Sumatra (Amphibia, Anura). *Current Herpetology* 31(1): 38-46.
- Matsui, M., A. Hamidy, & N. Kuraishi. 2014. A new species of *Polypedates* from Sumatra, Indonesia (Amphibia: Anura). *Species Diversity* 19: 1-7.

- McLeod, D.S., S.J. Horner, C. Husted, A. Barley, & D. Iskandar. 2011. "Same-same, but different": an unusual new species of the *Limnectes kuhlii* Complex from West Sumatra (Anura: Dicroglossidae). *Zootaxa* 2883: 52-64.
- Mediyansyah. 2016. Menelusuri jejak keberadaan *Puclchrana rawa* di Kalimantan Barat. *Warta Herpetofauna* 8(4): 11-15.
- Munir, M., A. Hamidy, A. Farajallah & EN. Smith. 2018. A New *Megophrys* Kuhl and Van Hasselt (Amphibia: Megophryidae) from southwestern Sumatra, Indonesia. *Zootaxa* 4442 (3): 389-412. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4442.3.3>.
- Ota, H. 1998. Geographic patterns of endemism and speciation in amphibians and reptiles of the Ryukyu Archipelago, Japan, with special reference to their paleogeographical implications. *Research Population Ecology* 40(2): 189-204.
- Pefaur, J.E. & J.A. Rivero. 2000. Distribution, species-richness, endemism, and conservation of Venezuelan amphibians and reptiles. *Amphibians and Reptiles Conservation* 2(2): 42-70.
- Riyanto, A. & H. Kurniati. 2014. Three new species of *Chiromantis* Peters 1854 (Anura: Rhacophoridae) from Indonesia. *Russian Journal of Herpetology* 21(1): 65-73.
- Santorelli Jr., S., W.E. Magnusson, & C.P. Deus. 2018. Most species are not limited by an Amazonian river postulated to be a border between endemism areas. *Scientific Report* 8(2294): 1-8. DOI:10.1038/s41598-018-20596-7
- Simmons, R.E., M. Griffin, R.E. Griffin, E. Marais, & H. Kolberg. 1998. Endemism in Namibia: pattern, processes and predictions. *Biodiversity and Conservation* 7: 513-530.
- Slatyer, C., D. Rosauer & F. Lemckert. 2007. An assessment of endemism and species richness patterns in the Australia anura. *Journal of Biogeography* 34: 583-596.
- Sarker, G.C., E. Wostl, P. Thammachoti, I. Sidik, A. Hamidy, N. Kurniawan, & EN. Smith. 2019. New species, diversity, systematics, and conservation assessment of the Puppet Toads of Sumatra (Anura: Bufonidae: *Sigalegalephrynus*). *Zootaxa* 4679(2): 365-391. DOI:<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4679.2.9>.
- Smart, U., G.C. Sarker, U. Arifin, M.B. Harvey, I. Sidik, A. Hamidy, A. Kurniawan & EN. Smith. 2017. A new genus and two new species of arboreal toads from the highlands of Sumatra with a phylogeny of sundaland toad genera. *Herpetologica* 73(1): 63-75. <http://dx.doi.org/10.1655/Herpetologica-D-16-00041>.
- Streicher, J.W., A. Hamidy, M.B. Harvey, B. Anders, K.J. Shaney, N. Kurniawan & EN. Smith. 2014. Mitochondrial DNA reveals a new species of parachuting frog (Rhacophoridae: *Rhacophorus*) from Sumatra. *Zootaxa* 3878 (4): 351-365. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3878.4.2>.
- Teynie, A., P. David & A. Ohler. 2010. Note on a collection of Amphibians and Reptiles from Western Sumatra (Indonesia), with the description of a new species of the genus *Bufo*. *Zootaxa* 2416: 1-43.
- Wostl, E., A. Riyanto, A. Hamidy, N. Kurniawan, EN. Smith, & M.B. Harvey. 2017. A taxonomic revision of the *Philautus* (Anura: Rhacophoridae) of Sumatra with the description of four new species. *Herpetological Monographs* 31: 70-113. <https://doi.org/10.1655/HERPMONOGRAPHS-D-16-00007>.
- Yang, Da-Tong. 1991. Phylogeny systematics of the *Amalops* group of ranid frogs of Southeastern Asia and Greater Sunda Islands. *Fieldiana Zoology* (63): 1-42.