

**VARIASI MORFOLOGI  
PADA *Varanus salvator macromaculatus* Deraniyagala, 1944  
DARI POPULASI WILAYAH SUMATERA**

**MORPHOLOGICAL VARIATIONS  
OF *Varanus salvator macromaculatus* Deraniyagala, 1944  
AMONG POPULATION IN SUMATRA REGION**

**Sri Catur Setyawatiningsih<sup>1,2</sup>, Evy Arida<sup>3</sup>,  
Dedy Duryadi Solihin<sup>1</sup>, Arief Boediono<sup>4</sup>, Wasmen Manalu<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Biologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor,  
Jalan Raya Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Riau, Kampus Binawidya,  
Jalan Simpang Baru Km. 12.5, Pekanbaru 28293, Indonesia

<sup>3</sup>Museum Zoologicum Bogoriense, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia,  
Jl. Raya Bogor-Jakarta Km. 46, Cibinong 16911

<sup>4</sup>Departemen Anatomi, Fisiologi, dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan,  
Institut Pertanian Bogor, Jalan Raya Darmaga, Bogor 16680, Indonesia  
email: [evya001@lipi.go.id](mailto:evya001@lipi.go.id)

(diterima Juli 2015, direvisi September 2015, disetujui November 2015)

**ABSTRAK**

Hitungan sisik merupakan karakter pendiagnosis dalam mencandra biawak, termasuk *Varanus salvator* kompleks. *V. s. macromaculatus* tersebar paling luas dibandingkan dengan anak jenis biawak air lainnya sehingga diduga memiliki variasi morfologi. Hal tersebut ditunjukkan adanya ketumpangtindihan hitungan sisik *V. s. macromaculatus* dengan anak jenis lainnya sehingga hitungan sisik bukan sebagai karakter pendiagnosis yang mandiri. Oleh karena itu, digunakan pola warna sebagai karakter pendiagnosis lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakter hitungan sisik dan pola warna dorso-ventral tubuh *V.s. macromaculatus* asal Pulau Sumatera dan pulau-pulau satelitnya. Populasi biawak air asal Pulau Sumatera, Pulau Kundur, dan Pulau Batam memiliki karakter morfologi yang sama, kecuali populasi biawak air asal Pulau Simeulue. Karakter hitungan sisik di bagian tengah tubuh (karakter S) dan pola warna tubuh pada biawak dapat digunakan untuk membedakan populasi biawak air asal Pulau Simeulue dengan populasi biawak asal Pulau Sumatera, pulau satelit bagian timur laut Sumatera (Pulau Batam, Pulau Kundur). Kami menduga karakter S dan pola warna tubuh biawak air asal Pulau Simeulue tersebut diakibatkan isolasi geografis oleh laut dalam (Samudera Hindia) yang mengelilingi Pulau Simeulue, sehingga isolasi tersebut mendorong proses spesiasi alopatrik pada biawak air asal Pulau Simeulue.

**Kata Kunci:** isolasi geografis, karakter pendiagnosis, morfo-spesies, Pulau Simalur

**ABSTRACT**

Meristic characters (including scale counts) are diagnostic characters for *Varanus salvator* complex. The subspecies *V. s. macromaculatus* (Squamata: Varanidae) has the widest distribution among members of this species complex and may suggest morphological variations. However the overlapping scale counts in varanid may hinder its use as independent diagnostic character to distinguish subspecies. We used colour pattern to help diagnose their subspecies or population. In this study, we compare scale counts and colour pattern in *V. s. macromaculatus* on Sumatra and its offshore island. Our new investigations indicate that *V. s. macromaculatus* from Sumatra region represents a composite species, comprising at least two distinct taxa. We found that scale count around midbody (S) and body colouration of Simeulue population showed different pattern from populations on Sumatra and Northeast its offshore islands (Batam and Kundur island). We assumed that the diagnostic capability were caused by geographical isolation of deep sea (Indian Ocean) which surrounds the Simeulue island. Geographic isolation has driven allopatric speciation on Simeulue island population.

Keywords: diagnostic characters, geographic isolation, morfo-species, Simalur island

## PENDAHULUAN

Karakter morfologi berupa karakter meristik, biasa digunakan untuk mencandra jenis-jenis biawak, termasuk biawak air (*Varanus salvator*). Karakter meristik yang digunakan untuk kelompok biawak adalah hitungan sisik. Revisi taksonomi berdasarkan hitungan sisik mengelompokkan individu dari anak jenis biawak air asal Pulau Sumatera dan pulau-pulau satelitnya ke dalam anak jenis yang sama, yaitu *V. s. macromaculatus*. Dalam analisis kluster dengan *Hierarchical Cluster Analysis* (metode hierarki), individu asal Pulau Sumatera dan pulau-pulau sekitarnya tidak dikelompokkan ke dalam dua kelompok yang berbeda dengan asumsi bahwa rentang hitungan sisik pada kelompok biawak air saling tumpang tindih (Koch *et al.* 2007). Ketumpangtindihan ini mengakibatkan hitungan sisik tidak berfungsi sebagai *independent diagnostic character* (karakter pendiagnosis yang mandiri) sehingga diperlukan karakter lain.

Karakter morfologi lain sebagai pencandra biawak adalah karakter morfometrik dan pola warna. Karakter morfometrik yang diwakili variasi ukuran tubuh berfungsi sebagai karakter pendiagnosis biawak (Pianka 1995; Thompson & Withers 1997). Pola warna bagian tubuh digunakan untuk memperjelas pencandraan jenis-jenis biawak (Koch *et al.* 2007; Welton *et al.* 2014a) dan melihat variasi pola warna tubuh terkait dengan persebaran di habitat (Cota *et al.* 2009).

Biawak air atau *V. salvator* adalah jenis yang umum terdapat di Indonesia, yang terdiri atas setidaknya empat anak jenis, yaitu: *V. s. macromaculatus*, populasi yang tersebar di

pulau-pulau satelit sebelah barat Sumatera (misalnya Pulau Simeulue atau Simalur, Pulau Nias, Pulau Enggano), Pulau Sumatera, pulau-pulau satelit sebelah timur laut Sumatera (Pulau Kundur, Pulau Batam), pulau-pulau di sebelah tenggara Sumatera (Pulau Bangka dan Pulau Belitung), dan Pulau Kalimantan; *V. s. bivittatus*, populasi yang tersebar di Pulau Jawa dan Kepulauan Sunda Kecil; *V. s. zieglerei*, populasi yang tersebar di Pulau Obi, Kepulauan Maluku dan *V. s. celebensis*, populasi biawak yang tersebar di Pulau Sulawesi bagian utara (Böhme & Koch 2010; de Rooij 1915; Koch *et al.* 2007; Koch & Böhme 2010; Koch *et al.* 2013). Di antara anak-anak jenis biawak air, *V. s. macromaculatus* memiliki persebaran paling luas yaitu di daerah daratan Asia, mulai dari India bagian selatan, Myanmar, Semenanjung Malaysia, Thailand, Kamboja, Vietnam, Laos, dan China bagian selatan (Hainan) (Koch *et al.* 2013) sehingga diduga memiliki lebih banyak variasi morfologi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji perbedaan morfologi antara populasi-populasi *V. salvator* asal wilayah Sumatera, baik yang berasal dari Pulau Sumatera maupun pulau-pulau satelitnya.

## METODE PENELITIAN

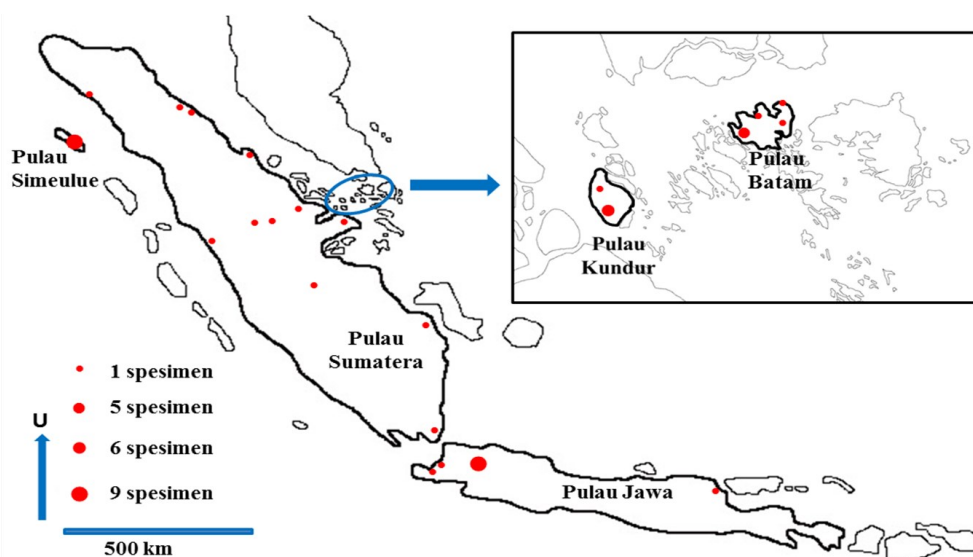
Spesimen biawak air yang digunakan pada studi ini adalah *V. s. macromaculatus* berasal dari museum maupun ditangkap dari alam (Lampiran 1). Jumlah spesimen yang diteliti sebanyak 48 individu yang terdiri atas biawak air asal Pulau Simeulue (museum n=1, alam n=8), Pulau Kundur (alam n=7), Pulau Batam (alam n=8), Pulau Sumatera (museum

n=8, alam n=4), dan Pulau Jawa (museum n=8, alam n=4) (Gambar 1). Populasi asal Pulau Jawa digunakan sebagai data pembandingan dari kelompok anak jenis yang lain, yaitu *V. s. bivittatus*.

Data 7 karakter morfometrik dan 13 karakter meristik dicatat dari setiap spesimen (Tabel 1). *Snout Vent Length* atau panjang antara ujung moncong hingga kloaka ( $P_{mk}$ ) dan panjang ekor (PE) diukur menggunakan pita meter, sedangkan panjang kepala (PK), lebar kepala (LK), tinggi kepala (TK), jarak mata-nostril ( $J_{mnt}$ ), dan jarak nostril-mocong ( $J_{nm}$ ) diukur menggunakan jangka sorong dengan tingkat ketelitian 0,01 cm. Penghitungan sisik dilakukan dengan bantuan pensil tumpul untuk spesimen hidup dan menggunakan jarum untuk spesimen koleksi. Kaca pembesar digunakan untuk menghitung sisik pada spesimen berukuran kecil. Pengambilan foto dilakukan untuk mengidentifikasi pola warna kepala dan tubuh bagian dorso-ventral.

Pada perlakuan praanalisis dipilih karakter morfologi yang umum digunakan untuk mencandra biawak, yaitu  $P_{mk}$  (morfometrik) dan karakter P, Q, S, TN, XY, dan m (meristik) (Koch *et al.* 2007). Karakter yang tidak dianalisis adalah PE dan R karena tidak selalu terukur. Karakter c dan U tidak dianalisis karena rentangnya hampir sama dan sempit. Karakter yang menyambung (kontinu), yaitu T dan N, serta X dan Y dijumlahkan untuk memperlebar rentang hitungan sisik ventral dan dorsal. Analisis data dalam penelitian ini tidak membedakan data dari individu jantan dan betina karena dimorfisme seksual biawak air terbatas pada panjang ekor (Shine *et al.* 1998; Shine *et al.* 1996). Dalam penelitian ini, kami mengelompokkan spesimen anak jenis biawak air yang diuji ke dalam lima UTO berdasarkan asal pulau.

Uji korelasi Pearson digunakan untuk menguji keberadaan hubungan antara hitungan sisik dan panjang tubuh ( $P_{mk}$ ). Uji asumsi



**Gambar 1.** Sebaran 48 spesimen biawak air asal wilayah Sumatera dan Pulau Jawa sebagai unit taksonomi operasional (UTO) *outgroup*. Ukuran sampel ditunjukkan dengan diameter lingkaran.

terhadap data hitungan sisik dilakukan untuk menentukan kelayakan data yang akan diuji dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) atau Analisis Ragam. Jika asumsi terpenuhi, maka dilakukan uji Analisis Ragam Satu Arah dengan  $\alpha=0,05$  untuk membandingkan rerata hitungan sisik antara populasi anak jenis biawak air asal kelima pulau. Beda nyata pada hasil Analisis Ragam Satu Arah diuji lebih lanjut dengan Uji Duncan untuk menunjukkan tingkat perbedaan rerata hitungan sisik. Karakter hitungan sisik dianggap konsisten

jika hasil Uji Duncan pada satu UTO diikuti huruf tika atas yang berbeda dengan UTO lainnya.

*Principal Components Analysis* atau Analisis Komponen Utama (AKU) digunakan untuk mereduksi kumpulan data multidimensi dari beberapa karakter meristik sehingga menghasilkan beberapa variabel atau komponen baru, yang memiliki nilai variansi tinggi. Variabel-variabel komposit baru adalah kombinasi linear dari variabel asli. Analisis ini menggambarkan skor objek unit taksonomi

**Tabel 1.** Senarai, singkatan dan takrif karakter morfologi yang digunakan dalam studi taksonomi *V. salvator* (Koch *et al.* 2007) .

No.	Singkatan	Definisi karakter
<b>Morfometri</b>		
1.	SVL	Jarak antara moncong dan kloaka
2.	TaL	Jarak antara kloaka dan ujung ekor
3.	A	Panjang kepala dari ujung moncong ke tepi anterior telinga
4.	B	Lebar kepala (=lebar maksimum antara kepala dan telinga)
5.	C	Tinggi kepala di atas mata
6.	G	Jarak dari tepi anterior mata ke tengah nostril
7.	H	Jarak dari tengah nostril ke ujung mulut
<b>Hitung Sisik</b>		
8.	P	Sisik melintasi kepala dari ujung mulut ke ujung mulut yang lain
9.	Q	Sisik yang mengelilingi pangkal ekor
10.	R	Sisik yang mengelilingi ekor pada $\pm 1/3$ bagian setelah pangkalnya ke arah ujung
11.	S	Sisik yang mengelilingi bagian tengah tubuh (bagian antara 2 ekstremitas)
12.	T	Baris sisik ventral dari lipatan gular ke sisipan kaki belakang
13.	N	Baris sisik ventral dari ujung moncong ke lipatan gular
14.	TN	Baris sisik ventral dari ujung moncong ke sisipan kaki belakang
15.	X	Baris sisik dorsal melintang dari tepi belakang timpanum ke lipatan gular
16.	Y	Baris sisik dorsal transversal dari lipatan gular ke sisipan kaki belakang
17.	XY	Baris sisik dorsal dari tepi timpanum belakang ke sisipan kaki belakang
19.	c	Sisik rostrak eksklusif supralabial
20.	m	Sisik mengelilingi anterior leher dekat lipatan gular
21.	U	Sisik supraokular yang membesar

operasional sekunder dalam sistem koordinat yang diberikan oleh dua komponen utama yang paling penting. Komponen utama yang paling penting dipilih berdasarkan akar ciri yang lebih dari satu. Variabel yang berupa nilai vektor ciri (nilai koefisien komponen utama) yang digunakan adalah yang tertinggi. Semua analisis statistik dilakukan dengan program R 3.12 (R Core Team 2014).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Stabilitas hitungan sisik sebagai karakter diagnostik secara umum dapat diindikasikan berdasarkan hasil uji korelasi Pearson yang tidak berbeda nyata, kecuali korelasi antara  $P_{mk}$  dengan karakter P dan m ( $p=0,007$  dan  $p=0,041$ ). Hasil uji ini menunjukkan bahwa hitungan sisik tidak terpengaruh oleh ukuran tubuh sehingga dapat digunakan sebagai karakter untuk mengidentifikasi jenis. Tidak berkorelasinya mayoritas hitungan sisik pada ukuran tubuh juga dapat dikatakan sebagai *age-independent*, yaitu tidak tergantungnya karakter ini pada umur individu, seperti dicontohkan pada dua jenis biawak dari Australia, yaitu *V. caudolineatus* dan *V. gilleni* (Aplin *et al.* 2006).

Karakter hitungan sisik secara terbatas dapat membedakan kelompok individu biawak air yang diuji berdasarkan Analisis Ragam Satu Arah. Hitungan sisik ventral (karakter TN) merupakan pengecualian ( $F=0,658$   $p=0,624$ ). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa hitungan sisik di sekitar kepala (karakter P), hitungan sisik di sekitar

pangkal ekor (karakter Q), dan hitungan sisik yang mengelilingi bagian tengah tubuh (karakter S), merupakan karakter yang penting untuk membedakan kelompok individu biawak air (Tabel 2).

Karakter P dan karakter Q pada biawak air merupakan karakter pendiagnosis yang tidak konsisten antara populasi yang diuji. Karakter P dapat membedakan populasi biawak air asal Pulau Sumatera dengan pulau-pulau satelitnya tetapi tidak dapat membedakan populasi biawak air asal Pulau Sumatera dan pulau-pulau satelitnya dengan Pulau Jawa. Rerata karakter P asal Pulau Sumatera, adalah sebesar 53,92. Nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan rerata karakter P yang dimiliki oleh *V. dalubhasa*, *V. palawanensis*, *V. bangonorum*, *V. s. macromaculatus* asal Pulau Kalimantan, *V. s. celebensis*, *V. s. ziegleri*, dan *V. ramusseni* yang memiliki rerata karakter P mencapai 55-60. Akan tetapi nilai rerata karakter P sebesar 53,92 ini masih lebih besar dibandingkan rerata karakter P pada *V. samarensis*, *V. cumingi*, *V. s. salvator*, dan *V. togianus* yang mencapai 49,13-51,71 (Koch & Böhme 2010; Koch *et al.* 2010; Welton *et al.* 2014a) Karakter Q dapat digunakan untuk membedakan populasi biawak air asal Pulau Sumatera, Pulau Simeulue dan Pulau Batam dengan Pulau Jawa. Namun karakter ini tidak dapat membedakan populasi biawak air asal Pulau Sumatera dengan populasi asal Pulau Simeulue dan Pulau Batam, serta populasi biawak air asal Pulau Jawa dengan populasi asal Pulau Kundur. Jika dibandingkan dengan

**Tabel 2.** Data morfometrik ( $P_{mk}$ ) dan meristik (P, Q, S, T,N, XY, dan m) individu Biawak Air asal Pulau Sumatera dan pulau-pulau satelitnya, serta Pulau Jawa. Singkatan karakter mengacu pada Tabel 1. Hasil uji Analisis Ragam Satu Arah berbeda nyata untuk karakter meristik ( $p < 0,05$ ) selain TN. Hasil uji Duncan karakter meristik menunjukkan berbeda nyata jika angka dalam satu kolom diikuti dengan huruf tika atas yang berbeda.

Karakter	$P_{mk}(cm)$	P	Q	S	TN	XY	m
<b>Keterangan</b>							
<b>Pulau Sumatera</b>							
Rerata	37,23	53,92 <sup>a</sup>	96,50 <sup>cd</sup>	152,42 <sup>a</sup>	169,75	144,33 <sup>ab</sup>	97,42 <sup>a</sup>
Simpangan baku	21,48	4,58	3,26	4,19	6,69	9,81	8,72
Rentang	14,20-69,20	49-64	91-102	144-159	158-181	126-165	85-113
<b>Pulau satelit Sumatera</b>							
<b>A. Pulau Simeulue</b>							
Rerata	51,43	51,00 <sup>b</sup>	93,22 <sup>d</sup>	146,22 <sup>b</sup>	168,78	136,44 <sup>b</sup>	87,78 <sup>b</sup>
Simpangan baku	16,70	1,12	3,49	3,35	1,20	3,47	3,80
Rentang	13,30-70,10	50-53	89-101	142-152	167-171	132-143	84-94
<b>B. Pulau Batam</b>							
Rerata	48,40	51,13 <sup>b</sup>	98,50 <sup>bc</sup>	152,13 <sup>a</sup>	172,13	138,75 <sup>b</sup>	92,63 <sup>ab</sup>
Simpangan baku	17,07	0,64	3,38	7,18	6,42	6,90	7,58
Rentang	14,00-75,00	50-52	93-103	144-168	164-182	127-149	83-102
<b>C. Pulau Kundur</b>							
Rerata	45,33	50,14 <sup>b</sup>	100,57 <sup>ab</sup>	152,86 <sup>a</sup>	173,00	141,29 <sup>ab</sup>	93,00 <sup>ab</sup>
Simpangan baku	17,08	0,90	4,35	7,06	9,27	9,20	8,72
Rentang	13,70-71,40	49-51	92-106	143-165	159-183	131-160	84-110
<b>Pulau Jawa</b>							
Rerata	31,14	51,50 <sup>ab</sup>	102,17 <sup>a</sup>	154,42 <sup>a</sup>	169,58	147,92 <sup>a</sup>	96,67 <sup>a</sup>
Simpangan baku	15,07	2,81	3,81	6,43	6,20	4,87	7,39
Rentang	13,50-69,20	46-55	98-113	146-171	156-179	138-155	86-108

penelitian sebelumnya, rerata karakter Q pada populasi asal Pulau Simeulue sebesar 93,22 merupakan nilai karakter Q terkecil kedua dari semua populasi biawak air yang dikenal (Koch & Böhme 2010; Koch *et al.* 2010; Welton *et*

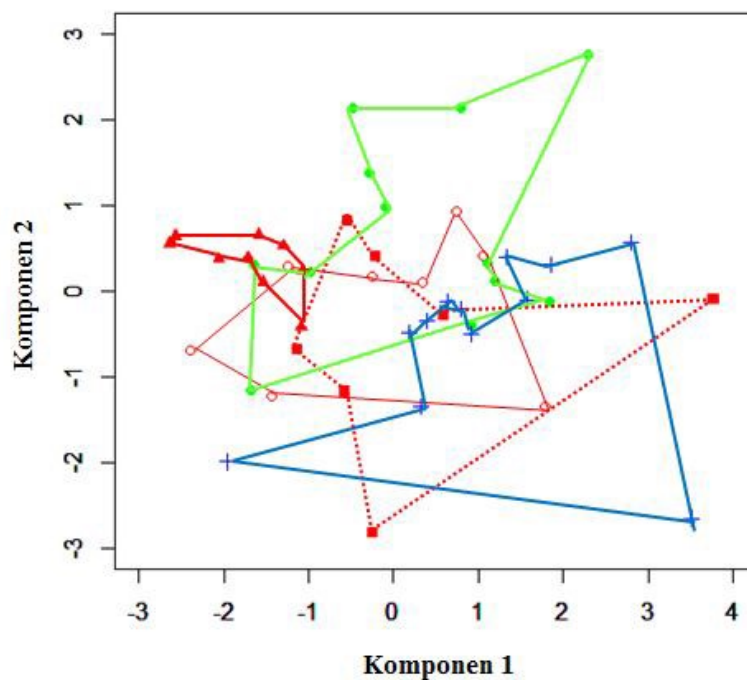
*al.* 2014a). Jenis biawak air yang memiliki rerata karakter Q terkecil sebesar 91 adalah *V. marmoratus* (Welton *et al.* 2014a). Hasil penelitian sejenis pada karakter P dan Q tidak konsisten dalam membedakan populasi

biawak air asal Filipina (*V. ramusseni*, *V. palawanensis*, *V. marmoratus*, *V. cumingi*, *V. samarensis*) dan *V. s. macromaculatus* asal Pulau Kalimantan sebagai *outgroup* (Koch *et al.* 2010).

Karakter S pada biawak air yang diuji secara konsisten membedakan populasi biawak air asal Pulau Simeulue dengan populasi lain biawak air yang diuji (populasi asal Pulau Sumatera, Pulau Kunder, Pulau Batam, dan Pulau Jawa). Namun karakter S dari populasi Pulau Sumatera, Pulau Kunder Pulau Batam, dan Pulau Jawa menunjukkan hasil yang sama (tidak berbeda nyata secara statistik). Rerata karakter S pada populasi biawak asal Pulau Simeulue sebesar 146,22. Nilai karakter S sebesar 146,22 lebih kecil jika

dibandingkan dengan rerata karakter S pada populasi *V. s. macromaculatus* asal Pulau Kalimantan; *V. s. salvator*, *V. nuchalis*, *V. ramusseni* yang dapat mencapai 151,45-154,50. Akan tetapi karakter S sebesar 146,22 masih lebih tinggi dibandingkan rerata karakter S pada *V. togianus*, *V. marmoratus*, *V. bangonorum*, *V. dalubhasa*, *V. cumingi*, *V. s. zieglerei*, *V. samarensis* *V. palawanensis*, dan *V. s. celebensis* yang mencapai 129.86-143,12 (Koch & Böhme 2010; Koch *et al.* 2010; Welton *et al.* 2014a).

Keragaman dari karakter yang diukur dapat digambarkan oleh 2 komponen utama, yaitu KU1, KU2 yang mencapai kumulatif keragaman sebesar 58% (Tabel 3). Hasil paduan antara komponen 1 dan 2



**Gambar 2.** Hasil AKU hitungan sisik biawak air yang diteliti. (●) Pulau Sumatera; (▲) Pulau Simeulue merupakan pulau satelit di bagian barat Pulau Sumatera; (○) Pulau Batam dan (■) Pulau Kunder merupakan pulau satelit di bagian timur laut Pulau Sumatera; (+) Pulau Jawa. Komponen 1 memiliki proporsi variansi sebesar 39,60%, komponen 2 memiliki proporsi variansi 18,40%.

mengindikasikan bahwa pada komponen 1, populasi biawak air asal Pulau Simeulue cukup terpisah dengan populasi asal Pulau Jawa dengan karakter yang memberikan kontribusi terbesar adalah XY (Gambar 2 & Tabel 3). Namun, populasi asal Pulau Sumatera, pulau-pulau satelitnya di sebelah timur laut (Pulau Kundur dan Pulau Batam), dan Pulau Jawa masih saling tumpang tindih. Pada komponen 2, seluruh populasi biawak air yang diuji saling tumpang tindih. Kajian hitungan sisik pada biawak air Filipina menunjukkan bahwa karakter XY sebagai karakter diagnostik bagi *V. bangonorum* dan *V. dalubhasa* dari kerabat dekatnya *V. palawanensis*, *V. nuchalis* dan *V. marmoratus* (Welton *et al.* 2014a).

Pola warna bagian ventral tanpa garis melintang gelap dan bagian dorsal cenderung memiliki *ocelli* (bintik) terang yang tidak menyatu pada baris pertama garis melintang tubuh terdapat pada individu-individu pada populasi biawak air asal Pulau Sumatera dan pulau satelit bagian timur laut Sumatera, yaitu

Pulau Kundur dan Pulau Batam (Gambar 3a). Pola warna yang sama juga teridentifikasi pada mayoritas biawak air asal Thailand (Cota *et al.* 2009) sehingga dianggap sebagai anak jenis yang sama, yaitu *V. s. macromaculatus*. Pola warna bagian ventral tanpa garis melintang gelap dan cenderung memiliki bintik terang yang menyatu pada baris pertama garis melintang bagian dorsal tubuh dijumpai pada biawak air asal Pulau Jawa dan telah diidentifikasi oleh Koch *et al.* (2007) sebagai *V. s. bivittatus*.

Kami menemukan pola warna yang unik pada biawak air asal Pulau Simeulue yang membuatnya berbeda dengan populasi lainnya. Pola warna bagian ventral tubuh biawak air asal Pulau Simeulue cenderung berwarna putih tulang dengan garis melintang gelap parsial hingga paling banyak membentuk 4 garis melintang gelap utuh (Gambar 3.b). Pola warna tersebut berbeda dengan populasi biawak air asal Pulau Sumatera, pulau-pulau satelitnya di sebelah timur (Pulau Batam dan Pulau Kundur), dan

**Tabel 3.** Hasil AKU hitungan sisik biawak air yang diteliti. Komponen Utama (KU) yang dipilih untuk menggambarkan pengelompokan populasi memiliki akar ciri lebih dari 1. Koefisien Komponen Utama (KKU) yang menjelaskan karakter pembeda adalah yang tertinggi dan ditulis pada tabel ini dengan angka yang dibalkan. Singkatan karakter mengacu pada Tabel 1.

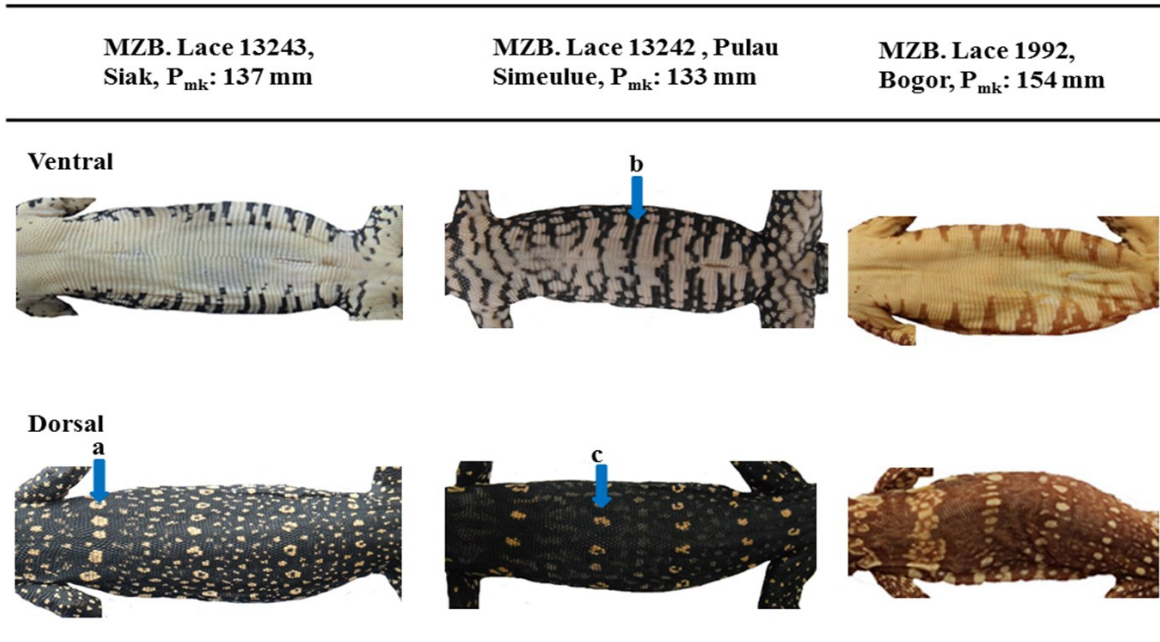
Variabel	KU1	KU2	KU3	KU4	KU5	KU6
Akar ciri	<b>2,376</b>	<b>1,107</b>	0,908	0,659	0,570	0,380
Proporsi variansi	0,396	0,184	0,151	0,110	0,095	0,063
Proporsi kumulatif	0,396	0,580	0,732	0,842	0,937	1,000
P	0,207	<b>0,603</b>	0,679	0,289	0,131	-0,177
Q	0,458	-0,464	0,028	0,138	0,450	-0,593
S	0,451	-0,434	0,341	0,122	-0,083	0,660
TN	0,336	0,347	-0,625	0,600	-0,060	0,112
XY	<b>0,492</b>	0,046	-0,009	-0,312	-0,753	-0,301
m	0,434	0,333	-0,175	-0,625	0,449	0,279



Pulau Jawa, yang tidak memiliki garis melintang gelap pada bagian ventralnya. Populasi *V. s. celebensis* dan *V. s. zieglerei* juga tidak memiliki garis melintang gelap pada sisi ventralnya (Böhme & Koch 2010; Koch & Böhme 2010). Namun demikian, populasi *V. bangonorum* memiliki pola warna ventral yang hampir *reticulate* (retikulat) dan membentuk garis melintang parsial (Welton *et al.* 2014a). Sementara itu, *V. nuchalis* memiliki pola warna ventral retikulat atau memiliki 10 garis melintang tipis yang kabur (Koch *et al.* 2010). *V. dalubhasa* memiliki pola warna ventral tubuh dengan garis melintang gelap tidak teratur (Welton *et al.* 2014a). Pola warna ventral pada *V. togianus* bervariasi dari tanpa atau dengan garis melintang gelap (Koch *et al.* 2007). Pola warna ventral dengan

garis melintang gelap hingga 11-15 dijumpai pada biawak air Filipina, yaitu *V. marmoratus*, *V. palawanensis*, *V. cumingi*, dan *V. samarensis* (Koch *et al.* 2010; Welton *et al.* 2014a).

Pola warna bagian dorsal tubuh biawak air asal Pulau Simeulue cenderung memiliki 4 garis melintang, yang tersusun atas bintik terang yang kecil dan lebih jarang (Gambar 3.c). Pola warna tersebut berbeda dengan populasi biawak asal Pulau Sumatera dan pulau satelit sebelah timur Sumatera yang memiliki 4-6 garis melintang yang tersusun atas bintik terang berukuran lebih besar. Populasi *V. s. celebensis* dan *V. s. zieglerei* memiliki 3-4 baris garis melintang yang tersusun atas bintik terang besar (Böhme & Koch 2010; Koch & Böhme 2010) sedangkan



**Gambar 3.** Pola warna ventral dan dorsal tubuh biawak air asal Pulau Sumatera (diwakili individu asal Siak), Pulau Simeulue, dan Pulau Jawa (diwakili individu asal Bogor). (a). Pola warna dorsal biawak air asal Pulau Sumatera cenderung memiliki bintik terang yang terpisah pada baris pertama garis melintang. (b). Pola warna ventral biawak air asal Pulau Simeulue menunjukkan kecenderungan memiliki garis melintang gelap parsial hingga paling banyak membentuk 4 garis melintang gelap utuh. (c). Pola warna dorsal biawak air asal Pulau Simeulue cenderung memiliki 4-6 garis melintang yang tersusun atas *ocelli* (bintik) terang yang kecil dan lebih jarang.

*V. nuchalis*, dengan atau tanpa 4 baris garis melintang yang tersusun atas bintik terang besar (Koch *et al.* 2010). Jumlah baris bintik terang pada bagian dorsal *V. s. macromaculatus* asal Pulau Kalimantan, *V. s. salvator*, *V. marmoratus*, *V. palawanensis*, *V. rasmusseni*, *V. cumingi*, *V. samarensis*, *V. dalubhasa*, *V. bangonorum* mencapai 5-7 baris bintik terang (Koch *et al.* 2007; Koch *et al.* 2010; Welton *et al.* 2014a). Hal yang berbeda dijumpai pada bagian dorsal tubuh *V. togianus* dan *V. s. macromaculatus* asal Langgu, Propinsi Satun, Thailand. Kedua populasi tersebut dikenal melanistik sempurna dan tidak memiliki pola warna dorsal (Cota *et al.* 2009; Koch *et al.* 2007).

Biawak air asal Pulau Sumatera dan pulau-pulau satelit di bagian timur laut Sumatera (Pulau Kundur dan Pulau Batam) memiliki kesamaan morfologi (Gambar 2 & 3). Kesamaan morfologi biawak air tersebut diduga terkait dengan kemampuan jenis ini bermigrasi dan sejarah geologi. Berdasarkan sejarah geologi, pulau-pulau satelit di bagian timur laut Sumatera hampir selalu bersatu secara geologi dengan Pulau Sumatra dan hingga saat ini masih terhubung dengan laut yang dangkal (Voris 2000). Tata letak pulau-pulau satelit di sebelah timur laut Sumatera diduga menjadi *stepping stone* bagi penyebaran biawak air karena jarak antar pulau yang relatif pendek (*sensu* Arida & Setyawatiningsih 2015). Oleh karena itu laut dangkal yang merupakan penghalang geografi antar pulau bagi hewan darat bukan menjadi penghalang bagi biawak air untuk bermigrasi

karena jenis ini mampu berenang menyeberangi laut dangkal (Borden 2007; Rawlinson *et al.* 1990). Hasil studi ini konsisten dengan analisis filogenetik fosil yang dikalibrasi pada *V. salvator* kompleks, menunjukkan bahwa biawak air asal Pulau Sumatera, Singapura, Malaysia, dan Myanmar membentuk satu klad, yang mengindikasikan sebagai anak jenis yang sama yaitu *V. s. macromaculatus* (Welton *et al.* 2014b).

Kami menduga bahwa biawak air asal Pulau Simeulue merupakan morfo-spesies yang berbeda dengan populasi biawak air asal Pulau Sumatera dan pulau-pulau satelit di sebelah timur laut Sumatera (Pulau Kundur dan Pulau Batam). Berdasarkan sejarah geologi, Pulau Simeulue tidak pernah terhubung dengan Pulau Sumatera selama *Last Glacial Maximum* (periode zaman es terakhir) sehingga populasi biawak air asal pulau ini kemungkinan adalah hasil peristiwa spesiasi alopatrik, yaitu spesiasi akibat adanya isolasi geografi (Sathiamurthy & Voris 2006; Voris 2000). Pola spesiasi alopatrik telah diteliti pada jenis-jenis biawak air yang tersebar di Kepulauan Filipina (Koch *et al.* 2010; Welton *et al.* 2014a). Penelitian filogeografi dan genetika pada kadal terbang, *Draco sumatranus* di Pulau Sumatera dan pulau-pulau satelit di sebelah barat Sumatera (Pulau Simeulue, Pulau Banyak, Pulau Nias, Pulau Batu, Pulau Siberut, Pulau Sipora, Pulau Pagai, dan Pulau Enggano) menunjukkan bahwa populasi kadal terbang asal Pulau Sumatera berbeda dengan populasi asal pulau-pulau satelit di sebelah barat Sumatera. Hasil

tersebut mengindikasikan bahwa pulau-pulau tersebut memiliki lintasan evolusi yang berbeda dalam membentuk keragaman hayati di kawasan tersebut (Lawalata 2011).

## KESIMPULAN

Populasi biawak air asal Pulau Sumatera, Pulau Kundur, dan Pulau Batam menunjukkan karakter morfologi yang sama, kecuali populasi biawak air asal Pulau Simeulue. Populasi biawak air asal Pulau Simeulue merupakan morfo-spesies yang berbeda dengan populasi biawak air asal Pulau Sumatera, Pulau Batam, dan Pulau Kundur berdasarkan karakter S dan pola warna dorso-ventral tubuh. Kami menduga karakter S dan pola warna tubuh biawak air asal Pulau Simeulue tersebut diakibatkan isolasi geografis oleh laut dalam (Samudera Hindia) yang mengelilingi Pulau Simeulue sehingga isolasi tersebut mendorong proses spesiasi alopatrik pada biawak air asal Pulau Simeulue. Telaah lebih mendalam perlu dilakukan untuk membuktikan bahwa biawak air asal Pulau Simeulue merupakan takson tersendiri dengan cara mengujinya secara molekuler.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada: kurator dan staf bagian herpetologi MZB, ZMB, dan ZMH atas izin menguji spesimen koleksi; Flora & Fauna International (FFI)-Marine di Aceh, Indonesia atas akses pengambilan sampel di Pulau Simeulue. Penulis berterima kasih kepada Andy Darmawan dan Yuliadi Zamroni atas

sarannya dalam pembuatan naskah ini; serta staf Balai Konservasi Sumberdaya Alam (BKSDA) Riau atas dukungannya dalam penelitian ini. Penelitian ini merupakan bagian dari riset disertasi yang dibiayai Direktorat Pendidikan Tinggi (Dikti) melalui Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPP-DN).

## DAFTAR PUSTAKA

- Aplin, K. P., Fitch, A. J. & King, D. J. (2006). A new species of *Varanus* Merrem (Squamata: Varanidae) from the Pilbara region of Western Australia, with observations on sexual dimorphism in closely related species. *Zootaxa*, 1313(1313), 1-38.
- Arida, E. & Setyawatiningsih, S. C. (2015). On the occurrence of *Varanus nebulosus* (Gray, 1831) (Squamata: Varanidae) on Riau Archipelago, Indonesia. *Zootaxa*, 3919(1), 197-200.
- Böhme, W. & Koch, A. (2010). On the type selection and re-typification of two monitor lizard taxa (Squamata: Varanidae): *Monitor bivittatus celebensis* Schlegel, 1844 and *Monitor kordensis* Meyer, 1874; with some comments and corrections on other name-bearing type specimens. *Zootaxa*, 2440, 60-68.
- Borden, R. (2007). *Varanus salvator* (Asian water monitor) migration. *Biawak*, 1(2), 84.
- Cota, M., Chan-Ard, T. & Makchai, S. (2009). Geographical distribution and regional variation of *Varanus salvator macromaculatus* in Thailand. *Biawak*, 3(4), 134-143.
- de Rooij, N. (1915) *The Reptiles of the Indo-Australian Archipelago: Lacertilia, Chelonina, Emydosauria*. EJ Brill, Leiden, 146 p.
- Koch, A., Auliya, M., Schmitz, A., Kuch, U. & Böhme, W. (2007). Morphological studies on the systematics of Southeast Asian water monitors (*Varanus salvator* complex): nominotypic populations and taxonomic overview. *Mertensiella*, 16, 109-180.

- Koch, A. & Böhme, W. (2010). Heading East: a New subspecies of *Varanus salvator* from Obi Island, Maluku Province, Indonesia, with a discussion about the eastern most natural occurrence of Southeast Asian water monitor lizards. *Russian Journal of Herpetology*, 17(4), 299-309.
- Koch, A., Gaulke, M. & Böhme, W. (2010). Unravelling the underestimated diversity of Philippine water monitor lizards (Squamata: *Varanus salvator* complex), with the description of two new species and a new subspecies. *Zootaxa*, 2446, 1-54.
- Koch, A., Ziegler, T., Boehme, W., Arida, E. & Auliya, M. (2013). Pressing Problems: Distribution, threats, and conservation status of the monitor lizards (Varanidae: *Varanus* spp.) of Southeast Asia and the Indo-Australian Archipelago. *Herpetological Conservation and Biology*, 8(3), 1-62.
- Lawalata, S. (2011). Historical Biogeography of Sumatra and Western Archipelago, Indonesia: Insights from the flying lizards in the genus *Draco* (Iguania: Agamidae). [PhD thesis]. University of California.
- Pianka, E. R. (1995). Evolution of body size: varanid lizards as a model system. *American Naturalist*, 146(3), 398-414.
- Rawlinson, P. A., Widjaya, A. H. T., Hutchinson, M. N. & Brown, G. W. (1990). The Terrestrial Vertebrate Fauna of the Krakatau Islands, Sunda Strait, 1883-1986. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 328 (1245), 3-28.
- Sathiamurthy, E. & Voris, H. K. (2006). Maps of Holocene sea level transgression and submerged lakes on the Sunda Shelf. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University, Supplement*, 2, 1-43.
- Shine, R., Ambariyanto, Harlow, P. S. & Mumpuni. (1998). Ecological traits of commercially harvested water monitors, *Varanus salvator*, in northern Sumatra. *Wildlife Research*, 25(4), 437-447.
- Shine, R., Harlow, P. S. & Keogh, J. S. (1996). Commercial harvesting of giant lizards: the biology of water monitors *Varanus salvator* in southern Sumatra. *Biological Conservation*, 77(2), 125-134.
- R Core Team. (2014). R: A language and environment for statistical computing Vienna Austria. [Online]. <<http://www.R-project.org/>>. [Diakses tanggal 1 November 2014].
- Thompson, G. G. & Withers, P. C. (1997). Comparative morphology of Western Australian varanid lizards (Squamata: Varanidae). *Journal of Morphology*, 233, 127-152.
- Voris, H. K. (2000). Maps of Pleistocene sea levels in Southeast Asia: shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography*, 27(5), 1153-1167.
- Welton, L. J., Travers, S., Siler, C. D. & Brown, R. M. (2014a). Integrative taxonomy and phylogeny-based species delimitation of Philippine water monitor lizards (*Varanus salvator* Complex) with descriptions of two new cryptic species. *Zootaxa*, 3881 (3), 27.
- Welton, L. J., Wood Jr, P. L., Oaks, J. R., Siler, C. D. & Brown, R. M. (2014b). Fossil-calibrated phylogeny and historical biogeography of Southeast Asian water monitors (*Varanus salvator* Complex). *Molecular phylogenetics and evolution*, 74, 29-37.

**Lampiran 1.** Spesimen yang digunakan dalam penelitian. MZB: Museum Zoologicum Bogoriense; Lace: Lacertilia; ZMB: Zoologisches Museum Berlin; ZMH: Zoologisches Museum Hamburg; R: Reptile; MB: Meulaboh; SB: Serdang Bedagai; KM: Kampar; PKU: Pekanbaru, S: Siak, JW: Jawa, SL: Simeulue, BTM: Batam, KD: Kundur.

No. katalog/ kode sampel	Lokasi	Tanggal Koleksi/ Penangkapan
MZB-Lace 595	Tembilahan, Riau	V/1936
MZB-Lace 1563	Way Sekampung, Lampung	16/X/1976
MZB-Lace 1556	Estuari Sekampung, Sumatera Selatan	17/X/1976
MZB-Lace 1683	Bungo Tebo, Jambi	17/VIII/1983
MZB-Lace 13243	Siak, Riau	14/XII/2013
ZMH R 075779	Indrapura, Sumatera Barat	-
ZMH R 09668	Sumatera bagian timur laut	1898
ZMB53585	Deli, Sumatera Utara	-
MB 2	Meulaboh, NAD	24/X/2013
SB 4	Serdang Bedagai, Sumatera Utara	16/X/2013
KM 1	Kampar, Riau	29/III/2013
PKU 3	Pekanbaru, Riau	4/VIII/2013
SL 1	Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam	29/X/2013
SL 2	Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam	22/X/2013
SL 3	Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam	2/XI/2013
SL 4	Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam	4/XI/2013
SL 5	Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam	4/XI/2013
SL 6	Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam	5/XI/2013
SL 7	Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam	5/XI/2013
SL 8	Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam	5/XI/2013
MZB-Lace 13242	Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam	6/XI/2013
BTM 1	Batam, Kepulauan Riau	7/IX/2013
BTM 2	Batam, Kepulauan Riau	10/IX/2013
BTM 3	Batam, Kepulauan Riau	13/IX/2013
BTM 4	Batam, Kepulauan Riau	15/IX/2013
BTM 5	Batam, Kepulauan Riau	15/IX/2013
BTM 6	Batam, Kepulauan Riau	15/IX/2013
BTM 7	Batam, Kepulauan Riau	15/IX/2013
BTM 8	Batam, Kepulauan Riau	16/IX/2013
KD 1	Kundur, Kepulauan Riau	8/VIII/2013
KD 3	Kundur, Kepulauan Riau	10/VIII/2013
KD 4	Kundur, Kepulauan Riau	13/VIII/2013
KD 5	Kundur, Kepulauan Riau	15/VIII/2013
KD 6	Kundur, Kepulauan Riau	17/VIII/2013

**Lanjutan**

No. katalog/ kode sampel	Lokasi	Tanggal Koleksi/ Penangkapan
KD 7	Kundur, Kepulauan Riau	23/XI/2013
KD 8	Kundur, Kepulauan Riau	24/XI/2013
MZB-Lace 795	Bogor, Jawa Barat	15/I/1955
MZB-Lace 1497	Bogor, Jawa Barat	16/IV/1966
MZB-Lace 1537	Surabaya, Jawa Timur	6/II/1957
MZB-Lace 1688	Pandeglang, Jawa Barat	VIII/1982
MZB-Lace 1991	Bogor, Jawa Barat	12/XII/1992
MZB-Lace 1992	Bogor, Jawa Barat	28/II/1978
MZB-Lace 4633	Bogor, Jawa Barat	1/IX/2003
MZB-Lace 7389	Pandeglang, Jawa Barat	14/VI/2008
JW 1	Bogor, Jawa Barat	20/II/2013
JW 2	Bogor, Jawa Barat	20/II/2013
JW 3	Bogor, Jawa Barat	07/VII/2013
JW 4	Bogor, Jawa Barat	11/VII/2013