

ZOO INDONESIA

Jurnal Fauna Tropika

STATUS TAKSONOMI FAUNA DI INDONESIA DENGAN TINJAUAN KHUSUS PADA COLLEMBOLA. *Yayuk R. Suhardjono* 67

PENERAPAN DAN PEMANFAATAN TAKSONOMI UNTUK MENDAYAGUNAKAN FAUNA DAERAH. *Soenartono Adisoemarto* 87

PEMBELAJARAN TAKSONOMI FAUNA DI PERGURUAN TINGGI. *Jusup Subagja*101

THE AMPHIBIANS SPECIES IN GUNUNG HALIMUN NATIONAL PARK, WEST JAVA, INDONESIA. *Hellen Kurniati*107

ANALISIS ISI PERUT DAN UKURAN TUBUH ULAR JALI (*Ptyas mucosus*). *Irvan Sidik* 121



Ketua Redaksi

Dr. Dede Irving Hartoto (Limnologi)

Anggota Redaksi

Dr. Hagi Yulia Sugeha (Oseanologi)
Dr. Rosichon Ubaidillah (Entomologi)
Dr. Dewi Malia Prawiradilaga (Ornitologi)
Ir. Ike Rachmatika MSc. (Ikhtologi)

Sekretaris Redaksi & Produksi

Rochmanah S.Kom
Yulia Aris Kartika S.Kom

Mitra Bestari

Dr. Gono Semiadi
Dr. Allen Allison
Amir Hamidy S.Si
Dr. Sri Hartini

Alamat Redaksi

Zoo Indonesia
Bidang Zoologi, Puslit Biologi LIPI
Gd. Widyasatwaloka
Jl. Raya Bogor-Jakarta KM. 46
Cibinong 16911

Telp. (021) 8765056
Fax. (021) 8765068
zooindonesia@yahoo.com

Masyarakat Zoologi Indonesia (MZI) adalah suatu organisasi profesi dengan anggota terdiri dari peneliti, pengajar, pemerhati dan simpatisan kehidupan fauna tropika, khususnya fauna Indonesia. Kegiatan utama MZI adalah pemasyarakatan tentang ilmu kehidupan fauna tropika Indonesia, dalam segala aspeknya, baik dalam bentuk publikasi ilmiah, publikasi populer, pendidikan, penelitian, pameran ataupun pemantauan.

Zoo Indonesia adalah sebuah jurnal ilmiah di bidang fauna tropika yang diterbitkan oleh organisasi profesi keilmiah Masyarakat Zoologi Indonesia (MZI) sejak tahun 1983. Terbit satu tahun satu volume dengan dua nomor (Nopember & Juni). Memuat tulisan hasil penelitian dan tinjauan ilmiah yang berhubungan dengan aspek fauna, khususnya wilayah Indonesia dan Asia. Publikasi ilmiah lain adalah Monograph Zoo Indonesia - Seri Publikasi Ilmiah, terbit tidak menentu.

KATA PENGANTAR

Sejalan dengan perkembangan peraturan mengenai jurnal ilmiah di lingkungan lembaga penelitian Departemen dan Non Departemen, maka jurnal ilmiah Zoo Indonesia tidak akan terlepas dari keharusan untuk mengikuti perkembangan yang ada. Untuk itu sejak tahun penerbitan 2006, akreditasi yang pernah dikeluarkan Departemen Pendidikan untuk Zoo Indonesia (No. 69/DIKTI/Kep./2000) sementara waktu tidak diperpanjang kembali, tetapi akan diganti dengan akreditasi yang dikeluarkan oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Hal ini sejalan dengan sejarah kelahiran organisasi profesi itu sendiri yang dibidani dan disokong hingga saat ini oleh lembaga penelitian non departemen.

Perkembangan lainnya adalah adanya penyesuaian tata letak sampul depan, penomoran terbitan dan halaman yang mengikuti aturan baku, serta anggota redaksi baru. Ini adalah suatu kebaruan setelah sekitar dua tahun lebih jurnal ini dorman. Selalu menjadi harapan redaksi Zoo Indonesia, bahwa jurnal ini mampu untuk menempatkan diri di jajaran khasanah jurnal ilmiah di Indonesia yang mempunyai mutu tinggi. Rasanya hal ini tidak terlalu berlebihan mengingat semakin hari kriteria pengakuan suatu karya tulis ilmiah semakin ketat.

Cibinong, Nopember 2006

Redaksi

**STATUS TAKSONOMI FAUNA DI INDONESIA
DENGAN TINJAUAN KHUSUS PADA COLLEMBOLA^{*)}**

Yayuk R. Suhardjono

*Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi – LIPI, Cibinong
e-mail: yayukrs@indo.net.id*

ABSTRAK

Suhardjono, Y. R. 2006. Status taksonomi fauna di Indonesia dengan tinjauan khusus pada collembola. Zoo Indonesia Vol. 15 (2): 67-86. Taksonomi adalah pengetahuan yang mencakup kegiatan mengenal karakter, mengklasifikasi, dan memberi nama. Pada umumnya taksonomi kurang dipahami dengan benar, yang dikenal hanyalah identifikasi dan klasifikasi, yang kemudian diikuti dengan penghafalan nama latin spesies. Pemahaman yang tidak tepat ini menjadi salah satu penyebab tidak berkembangnya taksonomi di Indonesia. Dari data yang terkumpul terbukti bahwa peneliti yang berminat di bidang taksonomi di Indonesia masih sangat sedikit, begitu juga produk-produk yang dihasilkan sangat minim. Hal ini tidak sesuai jika dibandingkan dengan kekayaan keanekaragaman fauna kita. Kekayaan keanekaragaman hayati yang melimpah membutuhkan tenaga taksonomi yang handal dalam jumlah tidak sedikit untuk mengungkapkan khasanah yang dimiliki Indonesia. Padahal apabila dinilai, tenaga peneliti kita terutama yang muda sudah cukup handal dan dapat mengikuti perkembangan pengetahuan dan teknologi yang terkait dengan taksonomi, tetapi jumlahnya belum mencukupi. Tinggal sekarang upaya sosialisasi makna, lingkup kerja dan produk taksonomi yang harus lebih digiatkan untuk menarik minat. Dengan demikian peminat untuk menjadi pelaku taksonomi bertambah dengan produk dari kerjanya lebih dapat dimanfaatkan. Dalam pengembangan taksonomi di Indonesia, beberapa upaya diperlukan antara lain menjalin komunikasi dengan pakar dari masing-masing takson yang diminati. Dengan adanya komunikasi yang baik dapat membantu mengatasi kendala yang ada seperti kurangnya bahan pustaka, kemampuan penerbitan taraf internasional, dan sangat dimungkinkan juga dapat mengatasi permasalahan keterbatasan dana penelitian.

Kata kunci: taksonomi, collembola, sosialisasi, fauna.

ABSTRACT

Suhardjono, Y. R. 2006. Status of Indonesian fauna taxonomy with special reference on collembola. Zoo Indonesia Vol. 15 (2): 67-86. Taxonomy is a science that covers characterization, classification and naming of any living things. In Indonesia, mostly the taxonomy works are not recognized proportionally. People though it is only a matter of identifying, classifying and followed by remembering the Latin name. This wrong perception has caused the lack of development on the taxonomy aspects in Indonesia. Data revealed that the Indonesian taxonomist number is very low, and so does with the publication products. This situation is contradicted with the wealth status of Indonesia on the biodiversity. Communication among the taxa specialist is one key factor for the development of taxonomy science, from where some collaborative works through exploration or publications can be developed.

Keywords: taxonomy, collembola, socialization, fauna.

^{*)} Makalah disampaikan dalam Seminar Nasional Taksonomi Hewan I dan Kongres Masyarakat Taksonomi Fauna Indonesia, Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta 29-30 November 2005.

PENDAHULUAN

Sejak dideklarasikannya CBD (*Convention on Biological Diversity*) dan berbagai macam konvensi lain yang berkaitan dengan keanekaragaman hayati, maka masing-masing negara mulai memprakirakan kekayaan yang dimilikinya, termasuk Indonesia. Beberapa negara sudah dapat memberikan angka pasti, tetapi ada juga yang belum. Negara kita yang dikenal kaya akan keanekaragaman hayati ini belum dapat menyajikan angka pasti kekayaannya. Pengetahuan yang dimiliki tentang keanekaragaman hayati Indonesia masih sangat terbatas. Keterbatasan ini disebabkan karena kurangnya perhatian sehingga belum pernah dilakukan inventarisasi dengan baik dari semua pelosok tanah air. Padahal tanpa mengenal apa yang dimilikinya, pemanfaatannya akan susah dilakukan.

Salah satu penyebab terjadinya berbagai bencana alam adalah kurangnya perhatian kita terhadap kelestarian flora dan fauna yang ada. Dampak kegiatan manusia seperti pembukaan lahan, penggunaan pestisida dan pemburuan satwa yang berlebihan menjadi salah satu penyebab terjadinya penyusutan keanekaragaman hayati. Sudah saatnya sekarang bagi kita untuk memperhatikan kekayaan hayati yang kita miliki agar dapat menyelamatkan dan memanfaatkannya dengan lestari. Perlulah kiranya kita melakukan kegiatan inventarisasi atas apa yang kita punyai. Untuk kegiatan inventarisasi dan agar kita dapat mengenali apa yang dikumpulkan maka kita perlu ilmu yang disebut taksonomi.

Taksonomi adalah pengetahuan yang mencakup kegiatan mengenal karakter, mengklasifikasi, dan memberi nama. Pada umumnya taksonomi kurang dipahami dengan

benar, yang dikenal hanyalah identifikasi dan klasifikasi, yang kemudian diikuti dengan penghafalan nama latin spesies serta klasifikasinya yang membosankan dan sangat tidak menarik (Adisoemarto 2001, 2003; Adisoemarto & Suhardjono 2003). Dengan demikian Taksonomi menjadi suatu mata ajaran yang menakutkan dan dihindari. Salah satu hal yang masih kurang dipahami dalam taksonomi yaitu karakterisasi. Mengetahui karakter makhluk yang dipelajari adalah lebih penting daripada sekedar mengenal nama. Karakter yang dimaksudkan bukan hanya morfologinya, tetapi juga yang lain seperti genetika, perilakunya, dan/atau bahan aktif yang terkandung di dalamnya. Karakter morfologi adalah tahap awal yang paling mudah dilakukan. Tanpa menghafal nama Latinnya tetapi dipahami karakter-karakternya, maka dengan mudah dapat mengungkapkan si pemiliknya. Oleh karena taksonomi belum banyak dikenal maka perlu upaya untuk peningkatan pemahaman taksonomi. Untuk itu, marilah kita menengok sebentar tentang perkembangannya di Indonesia.

Mengkaji perkembangan taksonomi di Indonesia dapat dijadikan dasar awal untuk upaya pengembangannya. Tidak hanya menilai bagaimana kegiatan para pelaku taksonomi, tetapi juga bagaimana perkembangan dan pembelajarannya di perguruan tinggi di Indonesia. Sampai saat ini masih dirasakan kurangnya pencetakan sumber daya manusia untuk pelaku taksonomi. Kendala-kendala perkembangan taksonomi tersebut disebabkan karena produk kerja taksonomi kurang disosialisasikan, sehingga kinerja dan hasil kerja taksonomiwan tidak diketahui umum, maka perlu disosialisasi dan/atau disebarluaskan. Pada umumnya taksonomiwan kurang komunikatif, mereka terlena dengan kenikmatan kerja dalam kelompok taksonomi (Adisoemarto 2001). Sikap ini harus

diubah, taksonomiwan harus menyadari akan kekurangannya dan membuka jendela komunikasinya sehingga apa yang dikerjakan dapat

dinikmati oleh masyarakat umum bukan kalangan sesama ilmuwan dalam kelompok taksonnya saja.

Tabel 1. Prakiraan kekayaan jumlah spesies fauna di Indonesia dan perbandingannya dengan dunia, serta kekayaan koleksi spesimen acuan di MZB.

Takson	Σ Koleksi di MZB		Σ Indonesia	
	Σ spesies	% dibanding Indonesia	Σ Spesies	% dibanding dunia
Mamalia	500	77%	6.500	14%
Burung	1.100	70%	1.549	11%
Reptilia dan Amfibia	550	30%	1.800	4%
Ikan	1.300	25%	5.300	21,5%
Moluska & Invertebrata lain	2600	21%	1.200	21,7%
Krustasea	750	?	?	?
Insekta & Artropoda lain	11.450	0,5%	?	?

Sumber: Bidang Zoologi, Puslit Biologi – LIPI (2004). MZB= Museum Zoologicum Bogoriense (Puslit Biologi LIPI). Catatan: Ada koleksi spesimen yang tersimpan di beberapa instansi dan perguruan tinggi yang belum terdata misalnya di Badan Karantina, Puslit Pertanian; Fak. Pertanian Jur. HPT di IPB, UGM, UDAYANA, ANDALAS.

KEKAYAAN YANG DIPUNYAI

Posisi geografi Indonesia

Kedudukan geografi Indonesia yang dapat dikatakan unik, yaitu kawasannya yang di belah Garis Katulistiwa, terletak di antara dua benua yaitu Asia dan Australia. Dalam zoogeografi (Darlington 1966) kawasan Asia dikenal sebagai Oriental sedangkan Australia adalah Australian. Indonesia tidak hanya memiliki kawasan yang termasuk Oriental (Sumatra, Kalimantan, Jawa, dan Bali), dan Australian (Papua), tetapi juga kawasan di antaranya yaitu Wallacea (Sulawesi, Kepulauan Maluku, NTT). Dengan kondisi geografi yang demikian menyebabkan Indonesia memiliki keanekaragaman habitat yang tinggi dan yang akan menampung hidupan dengan keanekaragaman hayati tinggi dan khas.

Khasanah yang dimiliki

Dugaan tingginya keanekaragaman fauna dan flora yang dimiliki Indonesia masih sukar dibuktikan karena inventarisasi belum pernah dilakukan tuntas, meski hanya mencakup kawasan terbatas. Namun apabila kekayaan Indonesia diprakirakan sekitar 15% dari keanekaragaman dunia (Sastrapradja et al. 1989) maka khasanah fauna Indonesia dapat dihitung (Tabel 1). Koleksi spesimen bukti belum banyak disimpan dan belum terdata secara terkoordinasi. Data spesimen masih tersebar di beberapa instansi penelitian dan perguruan tinggi. Dalam hal ini, kekayaan dapat jauh lebih tinggi lagi apabila fauna laut diikutsertakan.

Informasi kekayaan keanekaragaman hayati terutama faunanya masih sangat terbatas, salah satu penyebabnya adalah keterbatasan jumlah sumber daya manusia sebagai pelaku taksonomi. Indonesia yang

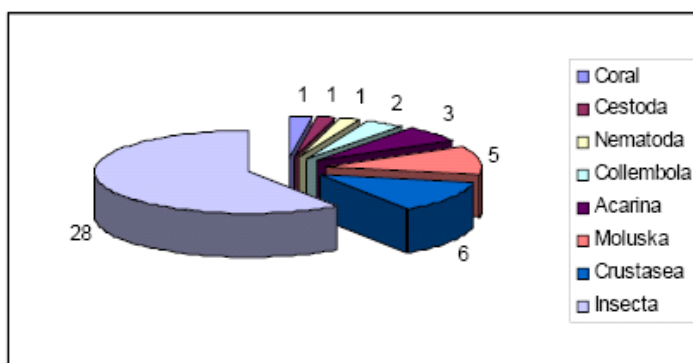
berpenduduk >200 juta orang dan dikenal memiliki keanekaragaman hayati tinggi hanya mempunyai tidak lebih dari 47 orang peneliti taksonomi Invertebrata yang sebagian besar adalah peneliti serangga (Gambar 1). Takson serangga yang diminati pada umumnya adalah kelompok yang mempunyai nilai ekonomi tinggi baik dalam perdagangan (Lepidoptera), pertanian (hama, Homoptera, Coleoptera, Hymenoptera), maupun bidang kesehatan (Diptera) (Gambar 2). Dari kelompok Vertebrata, ikan merupakan takson yang paling diminati (Gambar 3), hal ini mungkin juga berkaitan dengan nilai ekonomi karena ikan banyak dikonsumsi, sedangkan kelompok lainnya lebih banyak terkait dengan perdagangan untuk kepentingan industri (seperti kulit atau lainnya).

Upaya yang diperlukan

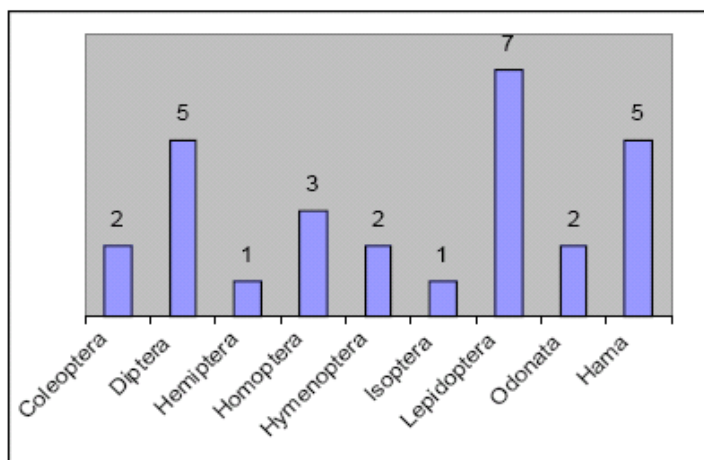
Dengan belum tuntasnya inventarisasi kekayaan fauna Nusantara, maka masih diperlukan upaya untuk melanjutkannya agar kita dapat mendayagukannya dengan cara lebih arif dan bijak. Inventarisasi yang harus dilakukan tidak hanya mengungkap keanekaragaman jenis, tetapi juga data dan/atau informasi biologi dan ekologi. Tentu saja pekerjaan para taksonomiwan sangat diperlukan dan dalam hal ini, mereka harus bekerja sama dengan berbagai

pihak. Setelah mengenal jenisnya, selanjutnya harus diungkapkan karakter yang ada serta kandungan bahan aktif atau peran apa yang dapat didayagunakan untuk kesejahteraan bangsa.

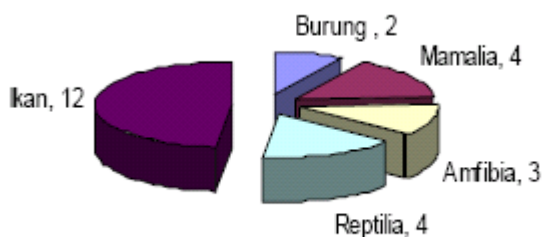
Untuk melakukan inventarisasi diperlukan SDM yang tidak hanya mengumpulkan spesimen tetapi juga yang dapat mengidentifikasi dengan benar hasil penemuannya. Di samping itu juga diperlukan kemampuan untuk mengenali karakter biologi dari fauna yang ditemukan. Kegiatan taksonomi tidak dapat terlepas dari ketersediaan sumber dana. Tersedianya sumber dana juga sangat berkaitan dengan perhatian Pemerintah terhadap keanekaragaman hayati. Seandainya perhatian Pemerintah terhadap keanekaragaman hayati memadai, maka kegiatan inventarisasi untuk mengungkapkan kekayaan yang dimiliki dengan mudah dapat dilakukan. Dengan demikian tentunya upaya pendayagunaan kekayaan fauna dan flora yang ada dapat dilakukan secara berkelanjutan. Peningkatan perhatian terhadap keanekaragaman fauna untuk mendapatkan aliran dana dari Pemerintah agar dapat mengungkap kekayaan fauna Nusantara kiranya perlu dilakukan oleh para pelaku dan pengguna taksonomi.



Gambar 1. Jumlah Peneliti Taksonomi Invertebrata Indonesia dari setiap kelompok takson (Sumber: Direktori Pelaku dan Pemerhati Taksonomi Indonesia).



Gambar 2. Jumlah Peneliti Taksonomi Insekta Indonesia dari setiap kelompok ordo (Sumber: Direktori INTI, 2005).



Gambar 3. Jumlah Peneliti Taksonomi Vertebrata Indonesia dari setiap kelompok takson (Sumber: Direktori Pelaku dan Pemerhati Taksonomi Indonesia).

PERKEMBANGAN

Menengok sejarah

Sebetulnya kegiatan taksonomi di Indonesia telah dimulai sejak abad ke 18 yang lalu, banyak artikel mengenai fauna Indonesia ditulis, dan banyak nama-nama spesies yang dipublikasikan dengan nama authornya Linnaeus. Atau mungkin juga sudah sejak abad 17 ketika dilakukannya kegiatan inventarisasi di Kepulauan Maluku oleh Rhumpius. Beberapa artikel sempat terbit sebelum perang dunia (PD), tetapi

terbatas pada takson-takson tertentu, seperti serangga, sedangkan kelompok lain sangat sedikit. Penelitian banyak dilakukan oleh orang Belanda dan manca negara lainnya, sedangkan peneliti Indonesia belum banyak mengambil bagian dalam kegiatan inventarisasi fauna Nusantara di masa itu. Pada masa jeda antara PD I dan PD II masih sempat ada beberapa publikasi. Aktivitas penelitian dan publikasi terhenti ketika perang dunia. Setelah tahun 1950 baru mulai ada kegiatan penelitian, namun inipun belum banyak, publikasi sedikit sekali.

Perkembangan pengetahuan

Terbatasnya kegiatan penelitian taksonomi memberikan dampak lambatnya perkembangan pengetahuannya. Perkembangan ilmu taksonomi sendiri dapat dikatakan statis, lambat apabila dibandingkan dengan apa yang terjadi di luar negeri seperti di Eropa, Australia, dan Amerika. Di samping kurang dipahami makna dan filosofinya, yang menjadi kendala perkembangan taksonomi adalah bahan acuan. Pada era tahun 1950-1990an keterbatasan bahan pustaka menjadi kendala utama para peneliti taksonomi Indonesia. Saat itu, lalu lintas komunikasi masih menggunakan jasa pos yang memerlukan biaya tidak sedikit. Banyak jurnal-jurnal luar negeri yang diberhentikan langganannya karena masalah dana. Kebutuhan bahan pustaka semakin sukar dipenuhi, terutama acuan untuk identifikasi. Kesukaran pustaka ini sangat dirasakan terutama bagi para taksonomiwan pemula. Jarang sekali kunci identifikasi yang bersifat umum, (misalnya kunci sampai taraf spesies untuk Lepidoptera, Coleoptera), yang ada biasanya hanya untuk takson tertentu (misal kunci identifikasi famili atau genus tertentu, atau bahkan takson di bawahnya lagi). Internet sudah berkembang sejak tahun 1990an, tetapi di Indonesia masih menjangkau kalangan terbatas. Meskipun saat ini dunia internet sudah dapat dinikmati, kendala bahan pustaka untuk identifikasi masih dirasakan. Tidak semua bahan pustaka apalagi untuk identifikasi dapat diakses dari internet. Di samping itu, tidak semua peneliti taksonomi mahir berinternet bahkan masih ada juga yang "gaptek" (gagap teknologi).

Kemampuan untuk menjalin komunikasi dengan pakar di luar negeri juga menjadi salah satu penentu bagi perkembangan pengetahuan taksonomi di dalam negeri. Sebelum ada email,

komunikasi harus dilakukan melalui pos atau fax yang memerlukan dana cukup besar, seperti yang disinggung di atas. Mahalnya biaya menjadi salah satu kendala bagi peneliti untuk berkomunikasi dengan sesama kolega di luar negeri. Komunikasi dengan sesama pelaku taksonomi sangat menguntungkan selain tambahan bahan pustaka, bantuan supervisi dapat diperoleh dari para pakar luar negeri yang pada umumnya mereka memiliki kelebihan.

Adanya dua kendala umum di atas menyebabkan pengetahuan taksonomi di Indonesia seolah statis tidak berkembang. Taksonomi yang ada hanya masih berkisar pada identifikasi yang mengandalkan ciri morfologi luar, sementara ciri-ciri anatomi (organ dalam) seperti alat kelamin (Sutrisno & Horak 2003), atau bagian tubuh lain (alat mulut, tata letak seta/spina/bulu) (Fjelberg 1984, Kojima and Ubaidillah 2003, Yoshii 1970) masih jarang disentuh. Identifikasi dilakukan dengan mengandalkan acuan pustaka lama atau kuno. Padahal ilmu taksonomi itu dinamis, mengalami perkembangan. Misalnya: dalam cara konvensional untuk identifikasi serangga hanya digunakan karakter morfologi luar termasuk komposisi warna. Dalam perkembangannya, ciri-ciri morfologi anatomi juga merupakan karakter penting karena lebih stabil dibanding morfologi luar. Pada kelompok takson tertentu, karakter genetika (Kitchener et al. 1993) juga sudah mulai diperlukan untuk menentukan kedudukan taksonominya. Perkembangan pengetahuan dalam mengungkapkan karakter takson yang terjadi perlu diikuti agar tidak terjadi ketinggalan dan kepincangan dalam analisis.

Kladistik

Kladistik ini awalnya dikembangkan oleh Wili Hennig tahun 1950an di Jerman yang kemudian lebih populer di Inggris dengan nama filogeni.

Adalah pengetahuan yang mempelajari hubungan kekerabatan antar makhluk. Dengan berdasarkan kepada sejumlah karakter yang dimiliki oleh sejumlah takson, maka dapat dianalisis hubungan kekerabatan dari mereka. Dari pengetahuan hubungan kekerabatan ini, pendaya-gunaan fauna yang diteliti dapat lebih tepat (Hidayat & Suhardjono 2003). Di manca negara pengetahuan kladistik berkembang pesat, sebagai contoh dalam mengkaji ulang klasifikasi Mamalia (Allard et al. 1999; Asher 1999). Beberapa peneliti Indonesia telah memulai mengembangkan ilmu taksonominya dan menggunakan analisis filogenetik untuk mengungkapkan hasil temuannya (Ubaidillah et al. 2003). Kladistik atau filogeni merupakan tuntutan jaman yang harus dipenuhi. Beberapa jurnal internasional tidak bersedia menerima publikasi yang hanya mengungkapkan keanekaragaman tanpa analisis kekerabatan, sebaliknya masih ada juga yang dapat menerima seperti pada jurnal Raffles Bulletin dan Treubia.

Pendidikan

Iklim pendidikan di Indonesia belum sepenuhnya mendukung perkembangan pengetahuan taksonomi. Bahkan pemahaman tentang taksonominya sendiri masih dirasakan kurang tepat. Namun saya tidak akan mengupas tentang pendidikan karena ada makalah tersendiri yang akan membahasnya.

Koleksi spesimen dan pengelolaan

Koleksi spesimen merupakan modal utama untuk pekerjaan taksonomi. Namun sayangnya para pelaku taksonomi sendiri sering tidak memperhatikan pengelolaan spesimen dengan cermat. Hal ini juga menimpa para pengelola dan peneliti MZB masa lalu. Seiring dengan kemajuan pengetahuan maka sistem pengelolaan spesimen juga mengikuti. Dalam cara tradisional fasilitas

penyimpanan dan keselamatan pekerjaanya tidak terlalu dipersoalkan, ketika itu yang dipentingkan spesimen selamat untuk jangka panjang. Namun dalam tiga dekade terakhir, fasilitas penyimpanan, kesehatan dan keselamatan pekerja yang mengelola spesimen koleksi serta para penggunaanya mulai mendapat perhatian.

Semua material untuk menyimpan spesimen kering mulai dipersyaratkan "bebas asam" atau ber pH normal ($\text{pH} \geq 7$). Diinformasikan bahwa uap asam dari bahan atau material untuk penyimpanan (kotak, dos, kertas, plastik, plastozote, stirofom, jarum, karton) dalam jangka panjang akan memudahkan warna spesimen (bulu, sayap, tubuh spesimen) (Priyono dkk. 1999). Gejala akibat uap asam sangat jelas dapat dilihat pada warna belalang dan bulu burung yang memudar setelah 10 tahun atau lebih. Belalang yang awalnya berwarna hijau akan berubah menjadi coklat akibat uap asam (pengalaman MZB). Oleh karena itu sangat disarankan untuk menggunakan material yang bebas asam sebagai sarana penyimpanan spesimen.

Beberapa bahan kimia yang karsinogenik juga dilarang digunakan sejak dua dekade terakhir. Bahan-bahan yang dimaksud misalnya formalin (untuk pengawet koleksi basah), para diklor bensen (PDB), arsenik (untuk pengawet spesimen kering), dan sublimat. Begitu juga penggunaan kapur barus dalam jumlah yang berlebihan juga mulai dilarang. Secara internasional bahan-bahan yang karsinogenik tersebut di atas dilarang untuk digunakan. Formalin hanya boleh digunakan untuk fiksasi tidak untuk pengawet. Bahan pengawet koleksi basah yang diijinkan secara internasional adalah alkohol 70%-95%. Arsenik yang dulu digunakan dalam proses pengawetan kulit burung dan mamalia, dilarang digunakan lagi dan digantikan dengan borak. Memang daya pengawetnya

jauh berkurang dibanding dengan bahan-bahan yang karsinogenik. Penggunaan bahan non-karsinogenik harus diimbangi dengan pengelolaan spesimen dengan benar.

Pengelolaan spesimen yang benar antara lain harus membuat iklim ruang penyimpanan ideal, selamat untuk spesimen dan sehat untuk penggunaannya. Musuh utama koleksi spesimen di negara tropis seperti Indonesia ini adalah kelembaban yang fluktuatif tinggi antara siang dan malam. Pengaturan kelembaban (50%-55%) dan suhu (18^o-20^oC) ruang penyimpanan agar stabil selama 24 jam harus dilakukan. Hama koleksi kering harus dipantau secara teratur, baik dengan sistem manual (periksa teratur setiap kotak/lemari penyimpanan) atau dengan sistem PHT (pengelolaan hama terpadu). Perangkat-perangkat untuk serangga hama harus dipasang guna memantau kehadirannya di dalam ruang koleksi. Konsentrasi alkohol koleksi basah juga harus dipantau teratur dengan alkoholmeter dan diupayakan stabil (70%-95%). Menurunnya konsentrasi alkohol (<70%) membahayakan spesimen yaitu dapat membusuk karena seolah terendam dalam air. Informasi pengelolaan spesimen dengan benar ini seharusnya disosialisasikan kalau kita ingin mengembangkan taksonomi. Karena kegiatan taksonomi tidak dapat lepas dari koleksi spesimen.

Pengguna koleksi spesimen

Iklim ruang penyimpanan yang ideal (suhu 18^o-20^oC dengan kelembaban 50%-55%) yang stabil selama 24 jam sangat menguntungkan karena sudah tidak diperlukan lagi bahan-bahan pengusir hama seperti kapur barus, kamper atau diklorvost. Iklim yang demikian juga menyehatkan bagi para pelaku pengguna koleksi spesimen, karena uap kapur barus dan sejenisnya dalam jangka panjang dapat mengganggu organ pernafasan.

Untuk menjaga kesehatan para pengguna dan pekerja di koleksi basah (koleksi alkohol) disarankan berada terus-menerus di dalam ruang koleksi paling lama 2 jam, istirahat ½-1 jam baru bekerja lagi di ruang alkohol (Priyono dkk. 1999). Hal ini untuk menghindari gejala mabuk atau sebaliknya imun terhadap uap alkohol. Kebersihan ruang koleksi adalah hal yang diutamakan untuk menghindari serangan hama dan jamur. Makanan dan minuman dapat mengundang hama dan jamur, oleh karena itu sebaiknya dihindari keberadaannya di dalam ruang koleksi. Tidak boleh merokok di ruang koleksi basah karena akan membahayakan dan dapat menimbulkan kebakaran. Beberapa museum melarang melakukan pemotretan spesimen, pelanggar akan dikenakan denda sebesar \$500,00. Hal ini disebabkan karena cahaya lampu kilat/ "flash" membahayakan spesimen, yaitu memudahkan warna spesimen terutama spesimen basah. Oleh karena itu, pemotretan yang menggunakan lampu kilat harus dilakukan di luar ruang koleksi.

Hal lain yang tidak kalah pentingnya adalah pembuatan "Kebijakan Pengelolaan Koleksi" dari masing-masing institusi yang mempunyai koleksi spesimen. Dengan pedoman kebijakan yang ada maka pengelolaan spesimen dapat dilakukan dengan teratur dan membuat keamanan dan kenyamanan bagi dua belah pihak, pengelola dan pengguna. Untuk menjaga kestabilan dalam mengelola koleksinya maka MZB membuat kebijakan (Priyono dkk. 1999) yang harus dipatuhi oleh baik pengelola maupun pengguna koleksinya.

SUMBER DAYA MANUSIA

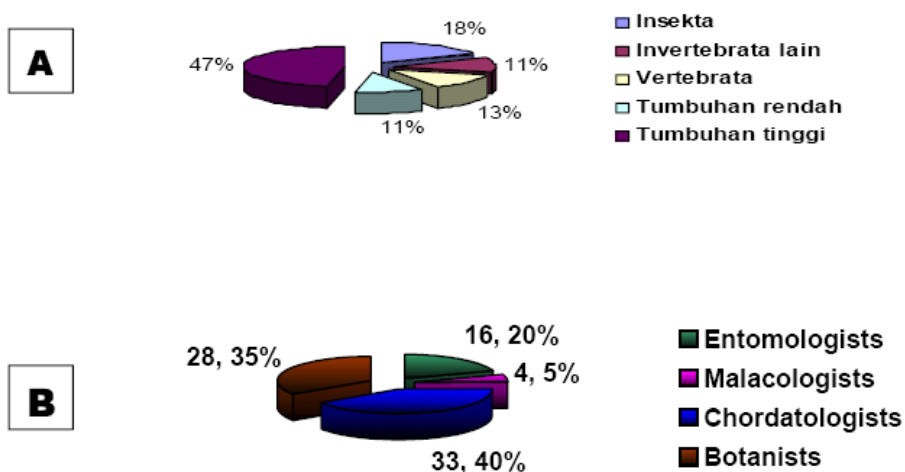
Ketersediaan

Peminat taksonomi di Indonesia masih sangat kurang, jumlahnya masih amat terbatas apabila dibandingkan dengan

kekayaan keanekaragaman fauna yang dimiliki. Belum semua takson yang ada di bumi Indonesia ini mempunyai tenaga taksonomi (Gambar 1,2,3,4A), berbeda keadaannya dengan di luar negeri (Gambar 4B). Meskipun di Indonesia mempunyai angka persentase tinggi, tetapi angka individunya sangat rendah (Gambar 1,2,3). Berdasarkan data yang tersedia, sangat jelas bahwa penggalangan para pelaku taksonomi ini perlu dilakukan. Hal ini untuk mempercepat sosialisasi hasil kerja taksonomi sehingga manfaat taksonomi dapat dirasakan oleh masyarakat umum.

ketidaktahuan ruang lingkup dan manfaat taksonomi itu sendiri. Pada umumnya para taksonomiawan masih terbuai dengan pekerjaannya sendiri, jarang melakukan sosialisasi hasil kerjanya. Padahal, hasil kerja taksonomi sangat dibutuhkan, paling tidak hasil identifikasi dapat dinikmati oleh masyarakat. Dapat dikatakan bahwa para taksonomiawan masih kurang supel dalam berkomunikasi dengan bukan pelaku taksonomi. Karena keasyikan dalam menekuni taksonya untuk lebih mengungkapkan nilai ilmahnya, pada umumnya para taksonomiawan juga kurang memahami dan memperhatikan kebutuhan pasar.

Keterbatasan peminat untuk menjadi taksonomiawan tidak lepas dari



Gambar 4. Persentase jumlah taksonomiawan: A. Indonesia (Sumber: Direktori Pelaku dan Pemerhati Taksonomi Indonesia); B. Dunia (Sumber: Eldredge 1992).

KEMAMPUAN BERPRODUKSI

Publikasi

Dari beberapa kendala yang telah diuraikan di atas, baik dari pemahaman taksonomi itu sendiri, ketersediaan bahan pustaka, maupun pengembangan kemampuan komunikasi dan sosialisasi menjadi penyebab rendahnya produksi yang

dihasilkan dari kerja taksonomi (Tabel 2). Tabel yang dibuat hanya berdasarkan publikasi yang dilanggan oleh Puslit Biologi – LIPI. Data yang tersaji memang kurang akurat, namun paling tidak dapat memberi gambaran secara kasar. Dari data yang tersaji tampak bahwa jumlah artikel yang diterbitkan oleh peneliti Indonesia masih jauh lebih rendah dibandingkan peneliti Eropa (Belanda, Inggris,

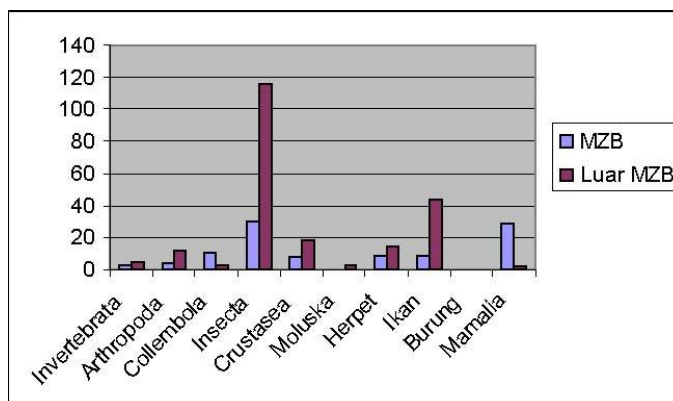
Perancis). Hal ini menunjukkan masih rendahnya kemampuan para peneliti Indonesia untuk mempublikasikan hasil kerjanya ke dunia Internasional. Padahal penerbitan karya taksonomi secara internasional mutlak diperlukan, apalagi dalam hal penemuan jenis-jenis baru. Sedikit menghibur adalah publikasi yang

diterbitkan oleh peneliti Eropa pada umumnya merupakan hasil kerja sama dengan peneliti Indonesia. Kerja sama merupakan langkah awal yang bagus yaitu sebagai ajang pelatihan penulisan untuk penerbitan ke dalam jurnal internasional.

Tabel 2. Jumlah peneliti yang menerbitkan artikel taxonomi fauna Indonesia dalam kurun waktu 10 tahun (1993-2003).

	Indonesia	Eropa	Asia	Australia	USA&Canada
Invertebrata	5	6	0	1	0
Arthropoda	5	2	2	1	0
Collembola	5	83	22	11	1
Insekta	18 4 filogeni 2 kladistik	9	10	5	0
Crustasea	0	4	0	0	0
Moluska	9 1 kladistik	11	2	6	0
Herpet	7	7	0	4	1
Ikan	1	8	0	0	0
Burung	16	0	1	3	2
Mamalia	5	4	2	0	0
Jumlah	61	134	37	31	4

Catatan: Artikel pada umumnya mengungkapkan keanekaragaman tanpa analisa filogeni ataupun kladistik (Sumber: Database Perpustakaan Puslit Biologi-LIPI).



Gambar 5. Diagram tambahan spesies baru fauna Indonesia yang diterbitkan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (1993-2003).

Temuan spesies baru

Salah satu produk penelitian taksonomi adalah penemuan atau pengungkapan spesies baru. Dalam kurun waktu 10 tahun terakhir temuan spesies baru yang diungkapkan peneliti Indonesia pada umumnya masih kalah jauh dari peneliti asing (Gambar 5). Tercatat sebanyak 100 spesies baru dipublikasikan oleh Staf Peneliti Bidang Zoologi – LIPI (MZZ) dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (Noerdjito dan Maryanto 2004). Dengan demikian dapat diperkirakan bahwa dalam satu tahun rata-rata hanya diterbitkan 10 species. Padahal jumlah peneliti taksonomi di MZZ sebanyak 20 orang (TU MZZ, komunikasi pribadi). Perbandingan antara jumlah hasil yang diterbitkan dan jumlah peneliti menunjukkan bahwa produk luaran dari MZZ dapat dikatakan masih rendah. Di samping peneliti LIPI ada beberapa peneliti taksonomi yang cukup produktif yang bekerja di luar LIPI. Penggabungan luaran yang dihasilkan oleh peneliti LIPI dan non LIPI pun masih menunjukkan angka rendah. Dalam hal ini kendala utama adalah dana dan pustaka. Biasanya spesies baru ditemukan dari hasil ekspedisi atau kegiatan inventarisasi di lapangan. Untuk melakukan kegiatan ekspedisi ini biasanya diperlukan dana yang tidak sedikit. Apalagi ditambah dengan dana yang harus dikeluarkan untuk menerbitkan di jurnal internasional, paling tidak sekitar US\$ 200,00 atau lebih untuk satu artikel, atau bahkan ada majalah yang menetapkan tarif untuk setiap halaman terbitan. Dana menjadi salah satu kendala yang tidak dapat dihindari.

Untuk mengatasinya diperlukan kerja sama dengan pihak lain atau kejelian dalam berburu sumber dana. Ditinjau dari kekayaan yang baru terungkap (Tabel 1) penambahan jumlah spesies baru mestinya dapat jauh lebih tinggi, apalagi untuk kelompok Invertebrata terutama Serangga. Di samping jumlah spesies yang telah diketahui namanya masih

rendah, daerah yang dieksplorasi juga masih terbatas. Di antara kelompok fauna, diperkirakan baru Burung dan Mamalia (terutama Mamalia besar) yang “hampir” terdata semua spesies yang ada di Indonesia. Untuk mengungkapkan kekayaan spesies kelompok takson lainnya masih diperlukan kegiatan inventarisasi.

METODE PENELITIAN TAKSONOMI

Karakterisasi

Identifikasi di masa lalu pada umumnya didasarkan pada bentuk dan warna bagian luar tubuh. Karakterisasi cara demikian saat ini dirasakan sangat kasar, oleh karena itu deskripsi yang dilakukan tidak menghasilkan jumlah takson yang bervariasi. Meskipun demikian cara klasik ini dapat bertahan lama di Indonesia.

Dalam perkembangan berikutnya, identifikasi berdasarkan bentuk bagian luar saja dirasakan tidak mencukupi. Beberapa pakar melakukan perkembangan dengan cara masing-masing, tidak sama antar satu takson dengan takson yang berbeda. Kadang-kadang masing-masing pakar mempunyai andalan karakter yang dikembangkan untuk dasar identifikasi. Dari morfologi luar berkembang dengan menggunakan morfologi dalam, seperti alat genitalia (Sutrisno 2003; Sutrisno & Horak 2003). Atau masih sekitar morfologi luar namun telah dilakukan lebih rinci misalnya tata letak seta, bentuk seta/spina pada bagian tubuh tertentu (Kojima & Ubaidillah 2003), organ sensori, bagian alat mulut seperti maksila, labium, radula (Marwoto 2002).

Dengan berkembangnya peralatan canggih, maka karakter yang digunakan untuk membedakan spesies juga berkembang. Bio-molekuler memungkinkan para taksonomiwan bergerak lebih maju.

Karakter morfologi dan mitokondria (Sutrisno 2004) dan sequence dari nukleotid (Sutrisno 2003; 2005) digunakan sebagai dasar analisis Pyraustinae: Lepidoptera. Analisa genetika juga diterapkan untuk kelompok takson mamalia (Kitchener et al. 1993). Namun, sampai saat ini analisa dengan biomolekuler dirasakan masih cukup mahal karena memerlukan dana yang tidak murah untuk bahan kimia. Beberapa takson hanya memerlukan analisa genetika bilamana hasil dari analisis secara morfologi masih diragukan.

Di masa lalu penggambaran taksonomi pada umumnya dilakukan dengan tangan (*line/hand drawing*). Penggambaran dilakukan di bawah mikroskop yang biasanya dilengkapi dengan asesori berupa kamera lusida atau *drawing tube* agar gambar dapat persis dan fase kontras untuk memperjelas. Dalam perkembangan sesuai kemajuan teknologi, foto dapat dibuat untuk membantu memberikan ilustrasi karakter. Dengan munculnya alat-alat canggih seperti Scanning Electron Mikroskop (SEM) atau Mikroskop Pancar Elektron gambar yang ditampilkan lebih rinci dan jelas. Alat ini memberikan hasil ilustrasi karakter yang diinginkan dengan sangat jelas, menonjol dan tiga dimensi. Alat pemotretan untuk spesimen yang berukuran kecil juga semakin canggih, dari manual ke digital, bahkan perangkat lunaknya pun juga berkembang. Dengan melakukan serangkaian pemotretan yang kemudian dimasukkan ke dalam perangkat lunak (*automontage*), oleh komputer rangkaian foto tadi diproses menjadi satu foto dalam bentuk tiga dimensi. Sayangnya perangkat lunak tersebut masih termasuk mahal harganya. Namun tidak semua takson dapat diperlakukan dengan pemotretan, beberapa di antaranya pengungkapan karakter masih melalui gambar tangan.

Para peneliti Indonesia pada umumnya masih menggunakan cara

tradisional, hanya beberapa yang sudah mulai mengikuti kemajuan pengetahuan. Sebenarnya, mau tidak mau kita harus mengikuti kemajuan ilmu pengetahuan. Karakterisasi yang dilakukan sudah harus menggabungkan morfologi luar dan anatominya agar mendapatkan hasil yang optimal.

Belum banyak instansi yang memiliki SEM, sehingga penggunaan foto hasil SEM juga masih jarang dilakukan oleh peneliti taksonomi Indonesia. Penggunaan SEM dirasakan masih sedikit mahal karena untuk mendapatkan gambar yang maksimal tajam diperlukan pelapisan emas atau platina pada spesimen. Pemotretan dapat juga dilakukan tanpa pelapisan, tetapi hasil foto kurang tajam. Alat SEM sekarang sedikit lebih membantu karena tidak menggunakan kamera polaroid, tetapi dengan film biasa atau dapat dimasukkan ke komputer sehingga dapat diproses sesuai keinginan.

Kunci identifikasi

Secara klasik kunci identifikasi dibuat dengan sistem "dikotomis" yang berbentuk teks panjang, yaitu berupa dua uraian rangkaian karakter yang bertentangan antara pernyataan satu dengan satunya. Biasanya dalam pernyataannya dilengkapi dengan gambar untuk memperjelas karakter kunci yang diuraikan. Gambar yang diungkapkan umumnya berupa gambar tangan dari karakter yang dibuat rinci sesuai keadaan sesungguhnya.

Pada tahun 1980an berkembang suatu cara untuk pembuatan kunci identifikasi dengan bantuan komputer. Perangkat lunaknya disebut dengan DELTA (*Description Language for Taxonomy*) yang dibuat oleh M.J Dallwitz dkk. (1993) dari CSIRO, Australia. Pada awal pembuatannya ditujukan untuk membuat kunci identifikasi tumbuhan. Sesuai tuntutan kemajuan pengetahuan oleh

penciptanya DELTA dikembangkan (Dallwitz 1993) dari versi yang sederhana menjadi semakin canggih dan dapat diterapkan untuk binatang. Pada awal perkembangannya penggunaan *softwarena* masih di bawah DOS. Dengan DELTA pembuatan kunci identifikasi dapat lebih mudah, singkat, dibantu komputer, dan mengganti uraian deskripsi ke bentuk kode atau singkatan. Dengan DELTA kita diharuskan membuat daftar rinci karakter masing-masing bagian tubuh dari semua takson yang akan dibuat kuncinya. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan kode dan sederet cara akan terbentuk kunci dikotomusny. Di Indonesia, DELTA belum sempat berkembang untuk pembuatan kunci identifikasi binatang, baru beberapa teman kolega di bidang botani yang sudah mencoba. Apalagi sekarang, karena sistem DOS sudah tidak populer lagi, mungkin DELTA sudah ditinggalkan atau DELTA mengikuti perkembangan juga.

Dari Queensland University di Australia berkembang perangkat lunak yang dinamakan LUCID untuk membuat kunci identifikasi serangga pada tahun 1996. Mungkin karena peneliti serangga jumlahnya lebih banyak maka LUCID lebih cepat berkembang dan diminati. Di samping itu, dalam LUCID dapat dilengkapi dengan gambar. Dengan demikian LUCID berkembang dari tahun ke tahun, versi demi versi sampai versi terakhir tahun 2004. Kunci identifikasi dengan LUCID ini sudah tidak dikotomus lagi, tetapi lebih mudah dan praktis karena ada gambar (*images*). Karena lebih mudah penggunaannya, maka LUCID, lebih digemari dan dimanfaatkan oleh taksonomiwan muda terutama yang mempelajari serangga. Kendala utama bagi kita untuk memiliki perangkat lunak ini adalah harganya yang cukup mahal. LUCID versi 1.1 tahun 1996 saja sudah mencapai AUS \$ 400.00. Meskipun awalnya dibangun untuk serangga, LUCID dapat dimanfaatkan

juga untuk membangun kunci identifikasi takson yang lainnya. Untuk kunci identifikasi beberapa kelompok serangga yang dibangun dengan menggunakan LUCID sudah tersedia, misalnya untuk Thrips.

Sampling

Sampai sebelum tiga dekade terakhir para taksonomiwan masih dengan seandainya melakukan koleksi di lapangan tanpa memperhatikan metode sampling. Ketika itu, ruang lingkup pemikiran orang hanyalah taraf spesies. Penghitungan populasi dan pembicaraan habitat sudah dianggap pekerjaan ekologi, bukan taksonomiwan. Namun sejak adanya pandangan tentang "biodiversity" orang sudah harus berpikir lebih luas, tidak lagi terbatas pada spesies, tetapi populasi dan keanekaragaman. Untuk itu, sekarang dalam melakukan inventarisasi sangat disarankan menggunakan metode sampling yang standar (baku) dan konsisten. Dengan demikian kedudukan takson yang diburu di dalam ekosistem dapat diketahui, misalnya bagaimana pola sebaran, berapa populasi, bagaimana status spesies, dsb. Keterangan habitat harus direkam untuk melengkapi data tentang spesies dan/atau takson yang dituju. Dengan demikian informasi yang terhimpun relatif lengkap dan data kegiatan taksonomi ini dapat dimanfaatkan oleh siapa saja yang membutuhkannya.

Analisis

Beberapa perangkat lunak untuk menganalisis hasil kerja taksonomi sudah tersedia, misalnya HENNIG86, PAUP (*Phylogenetic Analysis Using Parsimony*), CAFCA, dan MacClade. Semua program yang ada ditujukan untuk analisis filogeni dari takson yang diteliti. Program mana yang akan dipilih tentunya tergantung kepada kebutuhan masing-masing dan ketrampilan.

Pada dasarnya semua program sama yaitu diawali dengan pembuatan matriks dari semua karakter takson-takson yang dianalisis. Setiap karakter diberi kode-kode. Program awal yang dikembangkan dalam HENNIG86 masih menggunakan sistem DOS. Program filogeni ini kemudian berkembang dan dikembangkan oleh banyak orang sehingga muncullah berbagai macam program, seperti PAUP, MacClade, dan CAFCA versi terbarunya yang masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangannya. Masing-masing program juga mempunyai penggemarnya yang fanatik. Namun di antara program yang ada, PAUP dan MacClade lebih populer. Begitu juga di Indonesia, para peneliti muda sudah menggunakan program-program untuk analisis filogeni (Sutrisno 2002, 2004; Ubaidillah 2003). Karena komputer MacCintosh tidak populer maka PAUP lebih mendominasi penggemar di Indonesia.

COLLEMBOLA DI INDONESIA

Jumlah spesies

Pengetahuan Collembola terutama belum banyak digali di Indonesia. Penelitian taksonomi baru dimulai sejak tahun 1890 (Oudemans 1890). Sampai tahun 1966 (Yoshii 1966), yaitu dalam kurun waktu 76 tahun baru dapat ditemukan 17 publikasi yang mencatat 90 spesies Collembola Indonesia, meskipun belum mencakup seluruh Kepulauan Nusantara. Baru tercatat dari beberapa pulau seperti Jawa (58 spesies), Sumatera (31), Kalimantan (11), Bali (3), Lombok (2), Sulawesi, Selayar, Flores, Belitung, Kepulauan Krakatau masing-masing baru dilaporkan 1 spesies. Inventarisasi Collembola baru dilakukan kembali tahun 1980 di Wanariset, Kalimantan Timur (Suhardjono 1980), Sulawesi Utara (Greenslade 1985), Sulawesi Selatan dan Halmahera (Deharveng 1987; Deharveng & Suhardjono 2000, 2004),

Jawa (Suhardjono & Deharveng, 1992), NTB (Suhardjono & Deharveng 1991), NTT (Suhardjono 1989, 1989; Suhardjono & Deharveng 1992; Yoshii & Suhardjono 1989, 1992), Irian Jaya dan Maluku (Yoshii & Suhardjono 1992), dan Sumatera (Deharveng & Suhardjono, 1994). Sampai sekarang kegiatan inventarisasi masih tetap dilaksanakan di beberapa pulau, seperti Sulawesi, Kalimantan, dan Jawa oleh peneliti LIPI. Ternyata dalam waktu 38 tahun (dari 1966) telah tercatat adanya tambahan spesies baru sebanyak 217, di samping itu beberapa subgenus baru juga diterbitkan.

Dari tahun 1758 sampai 1997 sebanyak sekitar 7000 spesies yang dideskripsi oleh sekitar 350 orang peneliti Collembola dunia (Deharveng 2004). Dari angka tersebut terlihat bahwa jumlah spesies dari Eropa lebih banyak (+ 2400) sedangkan dari ASEAN hanya + 600 spesies. Jumlah spesies yang dideskripsi tertinggi terjadi pada tahun 1980 yaitu 215, sedangkan produk tertinggi tahun 1880 sebesar 26 spesies/pengarang. Dalam lima dekade terakhir produksi hasil deskripsi sangat fluktuatif berkisar antara 2 dan 10 spesies/pengarang.

Karakterisasi

Cara klasik yang digunakan untuk mempertelakan Collembola adalah karakter yang didasarkan kepada bentuk dan warna setiap bagian tubuh (toraks, abdomen, bagian-bagian kaki) serta organ-organ tertentu (trokanter). Dalam lima dekade terakhir digunakan ketotaksi untuk mengenal spesies Collembola (Deharveng 2004), cara ini diperkenalkan oleh Yosii (1961). Selanjutnya ketotaksi lebih dikembangkan tidak hanya untuk bagian utama tubuh (toraks dan abdomen) tetapi juga bagian mulut, seperti labium (Yoshii 1970), mandible (Najt et al. 2004), maksila (Fjelberg 1984), dan juga antena (Deharveng 1981). Bagian tubuh lain yang

dikembangkan untuk diamati ketotaksinya adalah kaki, antena, dorsal tubuh, dan pola sebaran S-seta pada tergite (Deharveng 2004). Pada awalnya ketotaksi hanya untuk individu dewasa, tetapi kemudian berkembang sehingga dapat diterapkan pada instar pertama untuk kelompok famili tertentu (Deharveng 2004). Karakter ini merupakan tantangan baru dan dapat dikembangkan.

Dalam tiga dekade terakhir biologi molekuler sudah digunakan oleh beberapa peneliti Collembola Eropa. Dari dulu karakter morfologi hanya diterapkan untuk Collembola dewasa yang dianggap karakternya sudah mantap. Oleh karena itu penggunaan isozyme dianggap sebagai suatu cara cepat untuk mengatasi kendala tahapan perkembangan serta variasi morfologi (warna, jumlah gigi furkula) Collembola (Burkhardt & Filser 2004). Sementara itu dikatakan bahwa sentuhan molekuler dapat diterapkan hanya untuk mengatasi hal-hal istimewa seperti sibling spesies (Deharveng 2004).

Sampai saat ini, cara tradisional yaitu dengan menggunakan karakter morfologi untuk identifikasi Collembola masih diterapkan di Indonesia. Penggunaan molekuler dirasakan masih sangat mahal karena harga bahan kimia yang sangat tinggi. Oleh karena itu, dengan pertimbangan dari segi ekonomi maka cara klasik masih tetap dipertahankan selama belum menemukan hal-hal yang istimewa yang tidak dapat diatasi dengan karakter morfologi sehingga terpaksa menggunakan analisa dengan PCR atau peralatan canggih lainnya. Untuk Collembola penggunaan karakter morfologi masih akan bertahan sampai beberapa tahun ke depan (Deharveng 2004).

Perkembangan

Di Indonesia peneliti taksonomi sangat terbatas, begitu juga peminat untuk

melakukan penelitian tentang Collembola. Oleh karena itu, tidak heran apabila perkembangan pengetahuan taksonomi Collembola di Indonesia juga menjadi sangat lambat. Salah satu penyebabnya adalah karena penampilan atau morfologi Collembola yang mini dan kurang menarik serta perannya yang tidak langsung dapat dirasakan menjadikannya luput dari perhatian.

Sama dengan kelompok takson lain yang diuraikan di atas, dalam cara koleksi para peneliti dulu tidak memperhatikan metode yang digunakan. Mereka melakukan koleksi dengan cara yang disukai, dan biasanya masing-masing peneliti mempunyai kesukaan sendiri. Namun dalam perkembangannya sejak tiga dekade terakhir, metode sampling diterapkan. Cara koleksi diusahakan konsisten baik dalam kualitas maupun kuantitas. Dalam melakukan koleksi penggunaan GPS juga dilakukan sehingga peta sebaran dapat dibuat.

Beberapa peneliti dulu tidak memperhatikan spesimen tipe ketika mempublikasikan spesies baru. Padahal spesimen tipe ini sangat diperlukan bagi para peneliti lain yang mempelajari kelompok yang sama. Namun karya mereka tetap diakui dunia karena kepiawaiannya dalam melakukan pertelaan dan gambar tangan yang dibuatnya akurat. Dalam perkembangan saat ini penerbitan spesies baru harus mencantumkan spesimen tipe dan dilaporkan di mana disimpannya.

Dalam cara penyimpanan koleksi Collembola pada masa lalu dilakukan di dalam alkohol 70-95%. Cara ini sangat merugikan dan tidak aman, karena Collembola mempunyai struktur tubuh yang rapuh, lapisan khitinnya tidak tebal. Sehingga dalam jangka waktu lama penyimpanan tubuh Collembola dapat rusak. Beberapa spesimen tipe hasil koleksi Handschin tahun 1935 yang disimpan

di MZB sudah tidak dapat ditemukan lagi. Spesimen sudah rusak mungkin dalam kurun waktu penyimpanan hanya 40 tahunan. Ketika itu botol vial yang digunakan ditutup dengan kapas, besar kemungkinan Collembola rusak karena tersangkut pada tutup vial. Penyimpanan dalam alkohol masih dilakukan tetapi beberapa spesimen dibuat preparat kaca (slide). Dengan demikian keselamatan spesimen dapat lebih dijamin. Spesimen tipe biasanya dibuat dalam slide. Biasanya masing-masing peneliti mempunyai metode andalan dalam pembuatan slide, perbedaan ditemukan dalam penggunaan bahan kimia baik untuk "clearing" maupun "mounting".

Analisis filogeni untuk Collembola juga sudah dilakukan oleh peneliti manca negara sudah sejak lama (Cassagnau 1974; Deharveng 1981; Najt et al. 2004; Soto-Adames 2000; Yosii 1961), tetapi di Indonesia belum pernah ditemukan laporannya. Kegiatan penelitian di Indonesia masih difokuskan kepada inventarisasi pada lokasi-lokasi atau pulau-pulau yang data keanekaragamannya belum ada.

Dengan berkembangnya macam karakter yang digunakan, maka sistematik Collembola berubah banyak. Banyak takson yang mengalami revisi, baik pada peringkat atas (famili) atau bawah (genus, spesies). Oleh karena itu, tidak heran kalau beberapa famili naik peringkatnya menjadi superfamili, dan subfamili menjadi famili, bahkan famili Neelidae menjadi ordo Neelipleona (Deharveng 2004).

KOMUNIKASI

Sosialisasi produk taksonomi

Artikel & komunikasi

Sudah disinggung di atas bahwa jumlah artikel (Tabel 2) produksi para peneliti Indonesia dapat dikatakan masih rendah dan komunikasi masih

terbatas pada kalangan ilmiah, maka sosialisasi taksonomi belum menjangkau masyarakat luas. Oleh karena itu, produk taksonomi juga belum banyak dikenal. Upaya untuk sosialisasi ini masih diperlukan sekali dengan kerja kerasnya para taksonomiwan.

Database

Banyak perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membuat database keanekaragaman fauna, misalnya ECOBASE, Access, COMPTESA (?) database khusus untuk "Soil Arthropods" berkembang di Eropa. Setiap institusi sudah memiliki databasenya masing-masing. Yang belum dilakukan adalah menghubungkan database antar institusi sehingga membentuk jaringan komunikasi yang utuh. Seharusnya hal ini dapat dilakukan karena dengan adanya kemajuan teknologi yang ada, maka kendala perbedaan perangkat lunak dari masing-masing pemilik database dapat diatasi.

Jejaring (networking)

Di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia sendiri ada proyek yang namanya National Biodiversity Information Network (NBIN) yang didanai oleh ADB. Namun kehadiran proyek ini belum banyak dirasakan. Seharusnya dengan adanya NBIN jaringan komunikasi keanekaragaman hayati lintas instansi dapat dilakukan.

Indonesia menjadi salah satu anggota BioNET International melalui ASEANET (tingkat ASEAN) sebagai salah satu cabangnya. Salah satu cakupan kerja ASEANET adalah sosialisasi taksonomi. Kantor Kementerian Lingkungan Hidup merupakan «national vocal point» untuk keanekaragaman hayati. Untuk melakukan sosialisasi kegiatan ASEANET maka KLH ini membentuk POKJA yang disebut INTI (Indonesian National Taxonomy Initiative). Selain sosialisasi POKJA-nya INTI juga

sosialisasi taksonomi, dan membuat jejaring sebagai salah satu butir program kerjanya. Tidak berbeda dengan NBIN kegiatan INTI pun masih tersendat, yang masing-masing mempunyai alasan berbeda. Di Australia ada jejaring yang dinamakan BioLINK. BioLINK ini merupakan jejaring terpadu antar lembaga yang melaksanakan pekerjaan yang berkaitan dengan keanekaragaman hayati, baik museum, karantina, pertanian ataupun lembaga lainnya. Dari BioLINK ini dapat diakses data keanekaragaman hayati Australia. Komunikasi antar peneliti taksonomi juga dapat dilakukan melalui jejaring yang mereka bangun.

Menghimpun para pelaku taksonomi merupakan salah satu upaya untuk membangun komunikasi. Berdirinya MTFI adalah suatu kebutuhan yang dideklarasikan bersama di antara para pelaku dan pengguna jasa taksonomi. Diharapkan, MTFI ini dapat menjadi wahana komunikasi yang efektif dua arah yaitu antara penghasil dan pengguna produk taksonomi.

Publikasi

Publikasi berupa majalah atau jurnal baik yang ilmiah, semipopuler, maupun populer merupakan salah satu sarana untuk komunikasi. Majalah ilmiah lokal khusus taksonomi fauna bertaraf internasional sudah ada yaitu "*Treubia*" yang diterbitkan oleh Bidang Zoologi, Puslit Biologi – LIPI. Terbitnya majalah ini agak tersendat, bukan karena dana tetapi karena masukan makalah taksonomi yang berbobot. Sudah disinggung di atas bahwa kemampuan produksi peneliti Indonesia di bidang taksonomi masih tergolong rendah. Mungkin diperlukan majalah yang bertaraf semipopuler tetapi bernuansa taksonomi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Bapak Prof.em. Dr. S. Somadikarta, Bapak Dr. S.

Adisoemarto (almarhum), dan Bapak Dr. Purnama Hidayat yang telah berkenan membaca makalah ini, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua kritik, saran dan masukannya. Kepada staf Perpustakaan Bidang Zoologi diucapkan terima kasih atas bantuannya dalam penelusuran database untuk mendapatkan informasi yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisoemarto S. 2001. Merelevankan Taksonomi. Makalah dalam Loka Karya Pengembangan Taksonomi di Indonesia, Kementerian Lingkungan Hidup, 21 November 2001.
- Adisoemarto S. 2003. Membumikan Taksonomi : Mengapa harus dibumikan dan bagaimana membumikannya. Makalah Kunci pada "Semi-loka Membumikan Taksonomi", di UKSW Salatiga, 22 Maret 2003.
- Adisoemarto S. & Y.R Suhardjono. 2003. Pengembangan Program Taksonomi. Makalah dalam Ceramah Sosialisasi Taksonomi dan POKJA INTI di Fak. Biologi UNSOED, Purwokerto, 14 November 2003.
- Allard M.W, R.L Honeycutt & M.J Novacek, 1999. INTRODUCTION. Advances in higher level Mammalian relationship. Cladistic 15: 213-219.
- Anonimus (manuskrip). Direktori Pelaku dan Pemerhati Taksonomi Indonesia. POKJA INTI, Kantor Kementerian Lingkungan Hidup.
- Asher R.J. 1999. A morphological basis for assessing the phylogeny of the "Tenrecoidea" (Mammalia, Lipotyphla). Cladistic 15: 231-252.
- Burkhart U & J Filser, 2004. Fast and efficient discrimination of the *Isotoma viridis* group (Insect:

- Collembola) by PCR-RFLP. *Pedobiologia* 48: 435-443.
- Darlington P.J. 1966. Zoogeography. The geographical distribution of animals. John Wiley & Sons Inc. New York : 675 pp.
- Dallwitz M.J, T.A Paine & E.J Zurcher, 1980. DELTA User's guide. 4th Edition. Division Entomology, CSIRO Australia.
- Deharveng L. 1981. La chaetotaxie dorsale de antenne et son interet phylogenetique ches Collemboles Neanuridae. *Neuv Rev Ent* 11 (1): 3-13.
- Deharveng L & Y.R Suhardjono. 1994. *Isotomiella Bagnall 1939 (Collembola Isotomidae) of Sumatra (Indonesia)*. *Tropical Zoology* 7: 309-323.
- Deharveng L & Y.R Suhardjono. 2000. *Sulobella, a new genus new species of Lobellini (Collembola: Neanuridae) from South Sulawesi, with comment on tribe Lobellini*. *Contr. Biol. Lab. Kyoto Uniiv*. 29: 83-87.
- Deharveng L. 2004. Recent advances in Collembola systematics. *Pedobiologia* 48: 415-433.
- Deharveng L & Y.R Suhardjono. 2004. *Pseudosinella maros sp.n., a troglobitic Entomo-bryidae (Collembola) from Sulawesi Selatan, Indonesia*. *Revue Suisse de Zoologie* 111: 979-984.
- Fjelberg A. 1984. The maxillary outer lobe, an important systematic tool in Isotomidae (Collembola). *Annls Soc Roy Zool Belgium* 114: 83-88.
- Hidayat P & Y.R Suhardjono, 2003. Biodiversitas dan Taksonomi. Makalah Ceramah Taksonomi di UNBARI, Pekanbaru, Jambi. 5 Spetember 2003.
- Farris J.S. 1988 HENNIG86 References Version 1.5. Copyright © James S. Farris 1988.
- Kitchener D.J, S Hisheh, L.H Scmitt & I Maryanto. 1993. Morphological and genetic variation in *Aethalops alecto* (Chiroptera, Pteropodidae) from Java, Bali and Lombok Is. Indonesia. *Mammalia* 57 : 255-272.
- Kojima J. & R Ubaidillah. 2003. Two species of the cryptic chrysidid parasitoid subfamily Loboscellidiinae: the second species in Rhadinosceldia and the first Loboscelidia for Inonesian fauna. *Entomological Science* 6: 199-207.
- Marwoto R.M. 2000. Keong air tawar suku Thiaridae di Danau Poso dan studi morfologi anatomi marga *Tylomelania* dari Danau Poso, Sulawesi Tengah (Moluska: Gastropoda: Caenogastropoda). Tesis Magister Sain di Universitas Indonesia.
- Najt J, W.M. Weiner & I Grandolas. 2004. Phylogeny of the *Brachystomella* (Collembola) were the mandibles acentrally abcent and did they re-appear in this family. *Zoologica Scripta* 34: 305-312.
- Noerdjito W.A & I Maryanto, 2004. Penemuan Baru Staf Bidang Zoologi, 1993-2004: Marga, Jenis dan Anak Jenis Fauna. Pusat Penelitian Biologi – LIPI, Cibinong: 35pp.
- Oudemans J.T. 1890. Apterygota des Indischen Archipels. *Weber's Ergeb der Reis Ost Indien* I: 73-91.
- Prijono S.N, Koestoto, Y.R Suhardjono, 1999. Kebijakan koleksi. Dalam Suhardjono YR (ed). *Buku Pegangan Pengelolaan Koleksi Spesimen Zoologi*. Balitbang Zoologi, Puslitbang Biologi-LIPI: 1-19.
- Sastrapradja D., S. Adisoemarto, K. Kartawinata, S. Sastrapradja, M.A. Rifai, 1989. Keanekaragaman Hayati bagi kelangsungan hidup bangsa. *Puslitbang Bioteknologi, LIPI*.
- Soto-Adames F.N. 2000. Phylogeny of neotropical *Lepidocyrtus* (Collembola: Entomobryidae):

- first assessment of pattern of speciation in Puerto Rico and phylogenetic relevance of some subgeneric diagnostic characters. *Systematic Entomology* 25: 485-502.
- Suhardjono Y.R. 1982. Beberapa kelompok Entomobryidae di lantai hutan Wanariset, Kalimantan Timur. Dalam Djajasmita M & GG Hambali (Ed) Laporan Teknis Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Hayati, LBN-LIPI Bogor 1981-1982: 176-181.
- Suhardjono Y.R. 1989. Revised check list of Collembola from Indonesia and its adjacent region. *AZA0* 1 : 1 -22.
- Suhardjono Y.R. 1989. Isotomidae from Indonesia 1. *AZA0* 1 : 119 - 127. Suhardjono YR. 1991. Geographical distribution of the genus *Callyntrura* (Collembola). Dalam Veeresh et.al.(Ed.) *Advances in Management and Conservation of Soil Fauna*: 47 - 52.
- Suhardjono Y.R. 2000. Collembola tanah peran dan pengelolaannya. Lokakarya Sehari Peran Taksonomi dalam Pemanfaatan dan Pelestarian Kenekaragaman Hayati doi Indonesia, Depok 20 April 2000.
- Suhardjono Y.R & L Deharveng. 1992. *Siamanura primadinae* a new species of Neanurinae (Collembola: Neanuridae) from East Java, Indonesia. *Raffles Bulletin Zool.* 40: 61 - 64.
- Suhardjono Y.R & L Deharveng. 2001. *Telobella kemiri*, a new species of Lobellini (Collembola, Neanuridae) from Lombok island (Indonesia). *ZOOTAXA* 15 & 16: 1-8.
- Sutrisno H. 2002. Cladistic analysis of the Australian *Glyphodes* Guenee and allied genera (Lepidoptera: Crambidae; Spilomelinae). *Entomological Science* 5: 457-467.
- Sutrisno H. 2003. Phylogeny of *Glyphodes* Guenee (Lepidoptera: Crambidae: Spilomelinae) based on nucleotid sequeunce variation in a mitochondrial COI gene: congruence with morphological data. *Treubia* 33: 35-42.
- Sutrisno H. 2004. Phylogeny of two closely-related moth genera, *Agrioglypta* Meyrick dan *Talanga* Moore (Lepidoptera: Crambidae), based on morphological and mitochondrial COII sequence variation. *Hayati* 11: 93-97.
- Sutrisno H. 2005. Molecular phylogeny of *Agrioglypta* Meryick and *Talanga* Moore (Lepidoptera: Crambidae; Spilomelinae) inferred from Nuclear EF-1 α gene. *Hayati* 12: 45-49.
- Sutrisno H & M Horak, 2003. Revision of the Australian species of *Hyalobathra* Meyrick (Lepidoptera:Pyraloidea: Crambidae: Pyraustinae) based on adult morphology and with description of a new species. *Australian Journal of Entomology* 42: 233-248.
- Ubaidillah R, J Lasalle, D.L.J Quicke & J Kojima, 2003. Cladistic analysis of morphological characters in the Eulophine tribe *Cirrospilini* (Hymenoptera: Eulophinae). *Entomological Science* 6: 259-279.
- Yosii R. 1961. Phylogenetische bedeutung der chaetotaxie beiden Collembolen. *Contr Biol Lab Kyoto Univ.* 12: 1-37.
- Yoshii R. 1966. Checklist of Collembola species reported from Indonesia. *Treubia* 27: 45-52.
- Yoshii R. 1970. Structure and chetotaxy of labrum as the taxonomic character of Collembola. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 15: 233-239.
- Yoshii R & YR Suhardjono. 1989. Notes on the Collembolan fauna of Indonesia and its vicinities. 1. Miscellaneous

notes, with special references
to Seirini and Lepidocyrtini.
AZAO 1: 23 - 90.

Yoshii R & Y.R. Suhardjono. 1992.
Notes on the Collembolan
fauna of Indonesia and its
vicinities. II. Collembola of Irian
Jaya and Maluku Islands.
AZAO 24 2: 1 52.