RELEVANSI BATASAN SPESIES DAN INFRASPESIES VAN STEENIS DENGAN PENCACAH MOLEKULER

Fitmawati
Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Riau, Pekanbaru

Fitmawati. 2003. The relevance of Steenis' concept on specific and infraspecific delimitation to modern taxonomic concept. *Floribunda* 2(4): 108–112. — As a fundamental unit of classification, species delimitation is the most important step for taxonomist, particularly when working on rich tropical flora. The use of morphological characters was considered unsatisfactory to delimit such variations. Hence, molecular data has become favorable choice among taxonomists since it provides more resolution on the data analysis. Steenis' rules have provided relevance concept for specific and infraspcific delimination based on molecular evidence.

Keywords: Delimitation of species & infraspecies, van Steenis, molecular data.

Fitmawati. 2003. Relevansi batasan spesies dan infraspesies Steenis dengan pencacah molekuler. *Floribunda* 2(4): 108–112. — Spesies merupakan batu dasar klasifikasi, sehingga pembuatan batasan spesies yang jelas menjadi sangat penting terutama ketika bekerja dengan flora di tropik yang tidak hanya memiliki keanekaragaman flora yang tinggi tapi juga mempunyai keadaan ekologi yang sangat beragam. Pencirian dengan karakter morfologi semata tidak cukup untuk menghasilkan batasan spesies yang memuaskan, sehingga diperlukan sumber data yang lebih peka seperti data molekuler. Rambu-rambu yang diciptakan oleh Steenis menyediakan wadah bagi pemakaian data molekuler dalam membuat batasan spesies dan infraspesies.

Kata kunci: Batasan spesies & infraspesies, van Steenis, pencacah molekuler.

Objek utama botani sistematika bukanlah menemukan nama tumbuhan, melainkan untuk menentukan hubungan dan kedekatan satu organisme tumbuhan dengan organisme lainnya. Dengan demikian dapat dikenali sepenuhnya kemiripan dan perbedaannya, karakter umum yang dimiliki bersama dan karakter spesifik yang dimiliki hanya oleh kelompoknya, serta apakah kepemilikan itu tetap, baik bentuk luar maupun bentuk dalamnya dan apakah dapat dipakai dalam praktek (Steenis 1956). Hasil analisis dan sintesis karakter inilah yang nantinya dipakai untuk menata organisme tumbuhan tersebut kedalam susunan hirarki bangsa, suku, dan sebagainya. Penataan ini dimaksudkan agar dunia hayati tersusun rapi dan harmoni, sehingga mudah dipahami dan bermanfaat bagi kesejahteraan umat manusia. Oleh karena itu, laiknya seorang penata maka yang paling dipentingkan bukanlah ragamnya tapi batas-batas keserupaannya. Batasan-batasan ini ditampung dalam wadah-wadah tingkatan hierarki seperti spesies, infraspesies dan lain sebagainya. Spesies merupakan unit terkecil dalam tingkatan klasifikasi, memiliki perbedaan yang kekal dan secara morfologi dapat dikenali dengan mudah dan cepat serta lebih alami dan objektif, sehingga dijadikan batu dasar dalam klasifikasi (Rifai 1976).

Dalam bekerja dengan tumbuhan di daerah tropik, ditemui berbagai kendala untuk membuat batasan spesies yang jelas disebabkan oleh sedikitnya jumlah material yang ada, luasnya daerah persebaran dengan tumbuhannya yang terpencar-pencar, sehingga tidak mudah untuk melakukan pengecekan data kelapangan. Akibatnya, pengamatan lebih bertumpu pada material kering herbarium saja. Berhadapan dengan masalah ini kemampuan sintesis yang lebih baik sangat dibutuhkan, karena terlalu banyak analisis dari pada sintesis akan memicu lahirnya splitting. Di sini Steenis mencoba menjelaskan doktrin dan prinsip-prinsip utama guna pembatasan jenis dan takson dibawahnya dengan memperhatikan berbagai aspek penyebab keberagaman tumbuhan.

Ada dua rumusan penting dalam konsep jenis Steenis: Pertama adalah sikap mental yang harus dimiliki oleh seorang pekerja taksonomi agar mampu menghasilkan karya yang tak lekang oleh panas dan tak lapuk oleh hujan. Tanpa sikap kritis, cermat, serius dan memiliki ketertarikan dalam bekerja di bidangnya mustahil dapat menghasilkan karya yang memuaskan, di samping kualitas material dan pengalaman kerja dilapangan yang memadai. Bekerja dalam porsi yang tepat, efisien dalam penggunaan waktu dan energi, cer-

das dalam mengambil keputusan dan memilki ketahanan mental, sehingga dapat bekerja sampai akhir, merupakan syarat lainnya. Steenis berkeyakinan bahwa kerja yang baik hanya diperoleh dari hasil cucuran keringat (persipirasi 95%), sedangkan intuisi hanya dipakai sebagai pemandu saja. Akhirnya agar karya yang dihasilkan dapat diterima dengan baik di kalangan sejawat maka kombinasi sikap kesetiaan dan tanggung-jawab terhadap pekerjaan saintis, hobi menulis, sabar serta akurat, siap mericek data, pengamat yang baik serta memahami teori taksonomi pendukung, juga merupakan bagian yang ikut berperan dan menentukan kualitas kerja taksonomi yang dihasilkan agar dapat diterima dan langgeng.

Kedua adalah rambu-rambu yang harus diperhatikan dalam bekerja. Steenis dalam tulisannya menegaskan bahwa ia tidak menciptakan teori baru, tapi membuat rambu-rambu dalam pembatasan spesies berdasarkan pengalaman bekerja dengan flora tropik yang mempunyai keanekaragaman yang besar. Rambu-rambu itu berupa uraian tentang berbagai variasi yang mungkin muncul dalam proses penyesuaian diri tumbuhan terhadap lingkungan yang beragam dan akan memperlihatkan penyimpangan dari penampakan normal. Seharusnya penyimpangan penampakan ini tidak membuat seorang pekerja taksonomi tergesa-gesa untuk memutuskan batasan taksonnya, apakah itu spesies atau infraspesies. Mengingat besarnya plastisitas karakter yang ada tidak mustahil individu-individu dengan dua kutub karakter ekstrim yang saling bersambungan dianggap sebagai dua spesies yang berbeda, walaupun sesungguhnya hanyalah keragaman di dalam spesies saja.

Selanjutnya ditegaskan pula bahwa mutu kerja taksonomi ditentukan oleh batasan yang dibuat. Hal ini berlaku pada semua tingkatan hirarki klasifikasi. Pada tingkat spesies, batasan yang jelas akan menghasilkan kunci yang berguna, diskripsi dan diagnosa yang terperinci dengan baik. Batasan ini dibangun dari kombinasi karakter kritis berdasarkan perbandingan karakter yang ada. Untuk menghasilkan batasan yang baik, perlu pengerjaan secara menyeluruh dan hati-hati, sehingga seluruh rentang variasi karakter dapat tercandera dengan baik. Dalam hal ini pembatasan spesies adalah batu dasar dalam menentukan mutu dan ketepatan status kategori di atasnya.

Pembatasan spesies ditujukan untuk menyediakan satuan kerangka kerja taksonomi yang sangat penting guna memahami keanekaragaman hayati. Ada tiga elemen penting yang menjadi pijakan dalam membuat keputusan pembatasan spesies yakni:

1. Adanya kepaduan (kohesi) reproduksi yang menyediakan suatu dasar konseptual yang mencakup jantan betina dari populasi dan spesies yang sama.
2. Harus mempunyai nilai diagnosis sehingga populasi-populasi atau grup dapat dibedakan satu sama lain.
3. Harus mempunyai beberapa kriteria untuk merangking populasi ini pada tingkat spesies

Pembuatan batasan takson yang jelas, menjadi sangat penting ketika kita berhadapan dengan flora yang memiliki keanekaragaman tinggi dan variasi yang sangat besar, tidak saja pada jumlah jenisnya tapi juga keadaan alam dan iklim yang ikut serta mempengaruhi munculnya variasi karakter tumbuhan itu, seperti halnya di daerah tropis. Faktor miskinnya material herbarium yang diperiksa dan luasnya wilayah persebaran tumbuhan, juga berakibat tidak semua variasi dapat direkam dari sampel yang ada, sehingga banyak spesies yang dihasilkan, di kemudian hari harus direduksi kembali. Sebaliknya, tanpa berlatar belakang pengetahuan flora daerah tropis tidak mungkin diperoleh pengetahuan kritis yang memadai bagi pembuatan batasan takson, area distribusinya, variabilitasnya dan konsekuensi nama dan sinonimnya.

Faktor lain yang juga terlibat dalam pembuatan batasan takson adalah faktor subjektifitas pribadi dalam pemilihan karakter penting. Di sini unsur apresiasi seseorang terhadap karakter juga ikut mempengaruhi hasil kerja taksonomi. Jika pembatasan spesies diserahkan sepenuhnya pada apresiasi seseorang, laiknya karya seni, maka hasil yang didapatkan akan sangat beragam sesuai selera senimannya. Untuk menekan maraknya elemen individu ini, diantisipasi dengan pemakaian seluruh sumber informasi karakter yang ada baik morfologi, anatomi, sitologi, molekular bahkan penanaman melalui pengecambahan bijinya, seperti pada kasus *Campanula rotundifolia,* dari spesimen yang diperiksa karakter bunga memiliki lima segmen berlepasan, sehingga harus dikeluarkan dari *Campanulaceae* (campanula = bentuk lonceng) bahkan dari *Sympetalae* sekalipun, namun ketika dicoba menanam dari bijinya, maka karakter kelopak bersatu yang merupakan karakter diagnosis suku ini muncul kembali. Fakta ini dapat diterangkan dengan mempertimbangkan keikutsertaan faktor penyusun ulang fisiologi yang

menyebabkan terjadinya radikal. Faktor ini dapat menghalangi munculnya karakter konstan pada tingkat suku dan bangsa. Kasus ini hanya muncul sebagai unsur salah cetak dalam penampakannya dan jelas independen dari yang lainnya. Atau mungkin saja basis genetika dari radikal ini ikut mewakili apa yang terdapat dalam genom, tapi selama proses ontogenesis beberapa faktor fisiologi dominan ikut terlibat, sehingga penampakannya menjadi normal.

Keberagaman faktor ekologi, geografi, tingkah laku silang dan hibridisasi akan menghasilkan penampakan yang bervariasi dan mengikuti suatu pola yang dikenal dengan pola variasi. Esensinya, tiap spesies Linnaeus adalah populasi yang abadi dalam pengertian genetika. Dalam hal ini individu dapat bercampur dengan populasi spesiesnya, baik yang memiliki perbedaan yang lebih besar atau lebih kecil. Pencampuran ini menyebabkan munculnya variasi dan polimorfis, yang meningkat secara proporsional dengan meningkatnya area persebaran. Karakter yang terdefinisi secara genetika tidak dengan sendirinya terwujud dengan tepat pada individu yang berbeda, penampakan ini juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan selama proses ontogenik. Sehingga spesimen yang mempunyai komposisi genetika yang sama, bisa jadi mempunyai penampakan yang berbeda, bahkan pada bagian yang berbeda dalam individu yang sama pun dapat terjadi perbedaan penampakan. Daun dari spesimen juvenil bisa berbeda dengan individu yang sudah dewasa, daun yang berkembang dibawah naungan bisa berbeda dengan yang ada pada lingkungan terbuka. Perbedaan penampakan pada kelompok tumbuhan yang memiliki genotipe sama ini dikenal dengan variasi fenotipe atau variabilitas. Sedangkan penampakan pada level dominansi yang disebabkan oleh komposisi genetika yang berbeda dikenal juga dengan variasi genotipe. Pada keadaan pertama, menurut Steenis hendaknya ditangani secara hati-hati ketika dipakai dalam membuat batasan spesies dan lebih dianjurkan menggunakan karakter buah dan bunga. Sedangkan dalam kasus terjadinya polimorfis maka analisis populasi seharusnya dilakukan dengan melakukan percobaan kawin silang.

Berhadapan dengan pola variasi sedemikian, tentu akan rumit menentukan batasan spesies hanya berdasarkan karakter morfologi. Kecendrungan memakai karakter morfologi dalam pengerjaan suatu flora, disebabkan oleh pendekatan morfologi yang memberikan jalan tercepat dalam memperagakan keanekaragaman dunia tumbuhan dan dapat dipakai sebagai sistim pengacuan umum yang menampung pernyataan data-data dari bidang lainnya (Rifai 1976). Selain itu, data morfologi dapat dilihat dengan mudah dan cepat dibanding data dari sumber lainnya. Perlu disadari bahwa klasifikasi berdasarkan sifat morfologi semata-mata bukan merupakan cara yang paling ideal (Hillis et al. 1996). Khususnya ketika menjumpai keadaan dimana variasi karakter sangat besar seperti di tropik. Untuk itu perlu dicarikan jalan keluarnya dengan menggunakan metode-metode yang lebih peka, sehingga variabilitas yang ada, dapat direkam dengan baik dan menyeluruh, sehingga sintesa yang hasilkannya pun akan lebih berguna. Banyak spesies yang memiliki batasan yang tidak bernilai secara taksonomi karena terjadinya bias fenotipe terutama struktur vegetatifnya, sehingga pemakaian karakter ini sebaiknya hanya sebagai penunjang karakter generatif saja.

Steenis dalam tulisannya mencoba memaparkan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya bias dalam pembatasan spesies dan infraspesies, bila pengamatan hanya terpaku pada penampakan material kering herbarium. Dia mencoba menjelaskan fenomena yang sesungguhnya terjadi di alam yang membutuhkan pendekatan yang lebih baik agar semua variasi yang ada ikut terlibat menentukan batasan takson. Paparan Steenis tentang pola variasi menyediakan tempat bagi pendekatan lain seperti taksonomi eksperimental, anatomi, sitologi dan molukuler untuk ikut berperan dalam menyusun batasan yang komprehensif dan teruji. Ada beberapa pertimbangan dalam memilih karakter apa yang sebaiknya digunakan dalam pembuatan batasan takson yaitu: adakah karakter yang dipakai mempunyai basis genetika yang independen, adakah data yang diperoleh dapat dianalisa dan dibandingkan, serta dengan hasil kombinasinya hipotesa filogeni dapat diturunkan (Chase et al, 2000).

Menurut Hillis et al. (1996) secara spesifik ada lima keadaan dimana data morfologi saja tidak memadai dipakai sebagai dasar pembatasan spesies yakni;

1. Ketika dua spesies simpatrik atau parapatrik, tapi sangat mirip secara morfologi, sehinggga status spesiesnya sulit dideteksi.
2. Dua populasi allopatrik (terpisah secara geografi) mungkin secara morfologi berbeda, tapi status biologinya masih dipertanyakan.

3. Dua populasi parapatrik, yang mungkin secara morfologi berbeda tapi memperlihatkan variasi klinal atau hibridisasi yang luas.
4. Dua bentuk yang secara morfologi berbeda bisa mewakili satu polimorfis dalam satu populasi yang saling kawin.
5. Satu spesies aseksual komplek yang mungkin secara morfologi mempunyai bentuk yang sama, muncul secara independen dari spesies seksual.

Suatu alternatif yang dapat menjawab permasalahan ini adalah pengunaan penanda molekuler yang memiliki beberapa kunggulan diantaranya; tidak dipengaruhi oleh lingkungan dan stadia pertumbuhan organisme, sehingga lebih efisien serta dapat dipakai untuk menentukan hubungan kekerabatan karena parameter yang digunakan terdapat pada semua organisme hidup, fungsinya identik, dapat dibandingkan secara objektif serta berubah sesuai dengan jarak evolusinya, sehingga dapat digunakan sebagai kronometer evolusi yang handal (Karp 2001). Adapun aplikasi sistematika molekuler meliputi: studi struktur populasi menggunakan populasi biologi, variasi geografi dan sistim perkawinan, identifikasi spesies yang berbatasan dan perkiraan filogeni (Soltis et al. 1999). Kesemuanya membutuhkan perbedaan pendekatan dalam tiap fase studi, perencanaan, ukuran sampel, strategi sampling, metode koleksi data dan analisis data. Sedangkan cakupannya meliputi variasi infraspesies termasuk genetika populasi dan keragaman antar spesies yang masuk ke dalam ranah filogenetik

Beberapa teknik molekular yang umum digunakan adalah RFLP (Restriction Fragmen Leght Polimorfism), RAPD (Random Amplified Polimorfism DNA), AFLP (Amplified Fragmen Length Polimorfism) dan SSR (Simple Sequense Repead). Teknik baru ini menawarkan solusi untuk memecahkan kebuntuan yang dialami oleh ahli taksonomi ketika berhadapan dengan data struktural yang rumit dalam pencanderaannya.

Sistematika molekuler memakai penanda genetik berupa asam amino atau sequen nukleotida, DNA kloroplas (cpDNA), DNA dan RNA ribosom (rDNA dan rRNA) yang dapat dipakai untuk menentukan hubungan evolusi pada organisme berbeda dengan membandingkan sequen homolog dengan menghitung jumlah perbedaan dan jarak genetikanya. Studi evolusi molekuler memakai data ini untuk mengevaluasi rata-rata, proses pembatasan dalam perubahan molekuler sepanjang waktu. Selanjutnya rumusan substansi database komparatif untuk gen spesifik atau protein itu dipakai untuk memperkirakan struktur genetika populasi dan menganalisis pohon filogeninya (Chase et al. 2000).

Ada dua tipe dasar informasi molekuler ini yakni data jarak, dimana perbedaan antar molekul diukur sebagai variabel tunggal dan data karakter. Perbedaan-perbedaan diukur sebagai rangkaian variabel diskret yang masing-masingnya "multipel state". Data karakter dapat dikonversikan menjadi jarak, sedangkan jarak tidak dapat dikonversikan menjadi data karakter (Karp 2001). Tipe data kedua ini biasanya dapat dipakai untuk data koleksi dan analisis, mudah untuk menambahkan informasi bagi takson baru dan dapat diperoleh dari sumber yang berbeda serta dapat dikombinasikan.

Prinsip kerjanya berlandaskan pada pemikiran bahwa perbedaan spesies memberikan perbedaan alel yang mantap pada lokus yang dipayar (screen) pada protein elektroforesis, sehingga umumnya spesies silang-luar, spesies kriptik dan simpatrik dapat diuji dengan mencari variasi lokus yang kurang heterozigot (Brown 1978). Sementara status morfofit simpatrik dievaluasi dengan uji perbandingan signifikan dalam genotipe atau frekuensi alel. Untuk populasi allopatrik dan populasi aseksual, tujuannya adalah untuk memperkirakan seberapa luas penyebaran genetika antar populasi yang diuji dalam hubungannya dengan variasi geografi spesies. Dalam hal ini memaksimalkan jumlah lokus adalah lebih penting dari pada memaksimalkan jumlah individu yang diuji. Sedangkan untuk mempelajari variasi infraspesies banyak dilakukan pengujian variasi pada lokus mikrosatelit, tapi terfokus pada rata-rata mutasi yang tinggi dan informasi sejarah populasi serta rata-rata migrasi. Namun demikian pengaruh migrasi dan mutasi sulit diukur di antara populasi yang berbeda (Soltis et al. 1999).

Lima puluh tahun yang lalu van Steenis telah mencetuskan rambu-rambu yang harus diperhatikan dalam membuat batasan takson, terutama dalam menyelesaikan kasus-kasus variasi yang mungkin akan mengacaukan dalam pembuatan batasan spesies dan infraspesies. Dewasa ini, dengan kemajuan teknologi molekuler yang telah merambah ranah botani sistematika, kerumitan dalam pembuatan batasan takson ini sedikit demi sedikit terurai karena teknik baru ini menawarkan sistim yang lebih peka dalam mencandera karakter karena penekanannya pada

faktor genetika yang tidak mudah berubah karena faktor-faktor luar. Informasi yang disumbangkannya memberikan pengaruh yang cukup berarti dan mendasar terutama dalam penyelesaian kasus-kasus batasan spesies komplek, populasi apomik, melacak tetua dalam satu hibridisasi, serta berbagai variasi fenotipe dan genotipe yang sulit dilakukan dengan data morfologi.

Selain itu kehadiran teknik molekuler dapat mempermudah pekerjaan taksonomiawan yang selama ini berkutat dengan data kering herbarium dalam menentukan asal persebaran dan analisa populasinya, karena DNA tumbuhan dapat diisolasi dari material kering tersebut. Sehingga permasalahan material yang terpencar-pencar dalam daerah persebaran yang luas bukan lagi menjadi alasan dalam pembuatan batasan yang salah.

Konsep spesies dan infraspesies Steenis menyediakan wadah bagi perkembangan genetika molekuler untuk ikut memberi kontribusi menjadi sumber data bagi pembuatan batasan spesies dan infraspesies, terutama berhadapan dengan permasalahan variasi genotipe dan fenotipe yang besar. Selain itu pendekatan molekuler juga memberi angin segar ketika berhadapan dengan situasi dimana karakter morfologi terbatas atau homologi dari morfologi kurang jelas.

Perkembangan ilmu biologi molekuler tidak membuat konsep spesies dan infraspesies van Steenis menjadi usang, justru beranjak dari rumusan dan pengalamannya itu kita menyadari bahwa untuk menghasilkan batasan yang berkualitas, semua aspek dapat berperan membangun batasan yang dapat dipakai dengan langgeng.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terimakasih kepada Prof. Dr. Mien A. Rifai yang telah berkenan mengkritik dan memberikan saran selama penyelesaian tulisan ini.

PUSTAKA ACUAN

Brown AHD.1978. *Isozimes, Plant Population, Genetic Structur and Genetic Conservation*. CSIRO. Devision of Plant Industry, Canberra Australia.

Chase MW, Fay MF & Savalainen V. 2000. Higher level clasification in angiosperm: New insighth from presfective DNA sequense data. *Taxon* 49; 685–704.

Hillis DM, Moris C & Mable KB. 1996. *Molecular Systematics*. Sinauer Associetes Inc. Senderland, Massachusets. USA.

Karp A. 2001. *The new genetics era will it help us in managing genetics diversity*. Research station, University of Bristel.

Rifai MA. 1976. *Sendi-sendi Botani Sistematika*. Herbarium Bogoriense. LIPI.

Soltis ED, Soltis PS & Doyle JJ.1999. *Molecular Systematics of Plant DNA Sequensing*. Kluwer Academic Publisher. London

Van Steenis CGGJ. 1956. Spesific and infraspesific delimination. *Flora Maleisiana* seri I Vol. 5: 167–234.