

REVIEW:

Penerapan Teknik Eksperimen Modern untuk Mengatasi Kompleksitas Morfologi dalam Taksonomi Tumbuhan

Application of Modern Experimental Technique to Solve Morphological Complexity in Plants Taxonomy

SURANTO

Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Diterima: 15 Maret 2000. Disetujui: 24 Juni 2000

ABSTRACT

Modern taxonomy has two approaches, i.e. classical and experimental taxonomy. Classical taxonomy uses morphological characters, while experimental taxonomy uses broader methods including chemistry, physics and mathematics, in the form of laboratory data that are revealed together with the progress of optical technique (microscope), chemistry methods (chromatography, electrophoresis), etc. Modern taxonomy tends to use series of interrelated data. More data used would result in more validity and give better clarification of taxonomic status. A lot of modern taxonomic data such as palynology, cytotaxonomy (cytology), chemical constituent (chemotaxonomy), isozyme and DNA sequencing were used recently.

© 2001 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Keywords: modern taxonomy, palynology, cytotaxonomy, chemical constituent, isozyme.

PENDAHULUAN

Perkembangan taksonomi tumbuhan tinggi, pada saat sekarang telah mengalami tataran yang cukup menggembirakan. Beberapa bukti menunjukkan bahwa pendekatan teknik eksperimen modern, dengan memanfaatkan data-data tambahan seperti flavanoid, pollen, enzim dan DNA, maka permasalahan yang muncul akibat kompleksitas morfologi tumbuhan, misalnya daun heterofili, dapat diatasi secara memuaskan. Teknik-teknik eksperimen modern dalam taksonomi tumbuhan tinggi yang berkembang pada masa sekarang, dipelopori oleh para pakar botani dari Inggris, ketika menyelenggarakan konferensi dengan tema "Studi Kelompok-kelompok Tumbuhan Kritis di Inggris". Hasil konferensi ini diterbitkan dengan judul "Tumbuhan Bunga

Inggris dan Metode Sistematika Modern" (Heywood, 1968). Salah satu kesimpulan konferensi tersebut, bahwa di masa mendatang ahli-ahli taksonomi tumbuhan tinggi harus mampu menemukan karakter-karakter tumbuhan secara eksperimen dan menggunakan hasil-hasil eksperimen tersebut untuk dipadukan dengan sifat-sifat morfologi.

Dua macam pendekatan taksonomi tumbuhan, yaitu taksonomi klasik dan taksonomi eksperimental telah dikenal sejak beberapa dekade yang silam (Henslop-Harrison, 1953). Taksonomi klasik adalah suatu pengelompokan tumbuhan berdasarkan sifat-sifat makro yang menarik, selanjutnya dicari persamaan dan perbedaannya, lalu dikelompokkan dan diberi nama berdasarkan aturan internasional yang telah disepakati. Sifat-sifat tumbuhan yang digunakan merupakan hasil penemuan

dari pengalaman-pengalaman sebelumnya serta *trial and error* yang terakumulasi selama bertahun-tahun. Dengan kata lain, taksonomi klasik adalah pengelompokan tumbuhan ke dalam taksa tertentu berdasarkan hubungan sifat morfologi.

Sedangkan taksonomi eksperimental, pengelompokannya tidak hanya berdasarkan hubungan sifat morfologi, tetapi juga karakteristik mikro atau karakter non morfologi, misalnya kandungan zat kimia, jumlah kromosom dan lain-lain. Taksonomi eksperimental sangat penting dalam upaya identifikasi, menguji klasifikasi yang telah dibuat berdasarkan sifat morfologi, mengetahui hubungan kekerabatan, serta mengetahui pengaruh lingkungan terhadap populasi (Grant, 1984).

Berpijak pada kedua pendekatan di atas, maka dikenal suatu bidang ilmu baru yang disebut taksonomi modern. Di dalam taksonomi modern ini, pendekatan klasik dan eksperimental digunakan secara bersamaan dan saling melengkapi, sehingga tidak hanya berdasarkan pengamatan sifat morfologi, tetapi juga menggunakan data tambahan yang dikumpulkan dari sumber-sumber lain berdasarkan percobaan laboratorium, misalnya sifat polen, sitologi, kimia, genetika dan DNA, serta studi lapangan yang menyangkut masalah keadaan alami habitat tumbuhan. Akibatnya metode-metode baru di luar biologi, seperti kimia, fisika dan matematika harus dilibatkan di dalam program kerja taksonomi. Lebih lanjut pendekatan molekuler pada saat sekarang menjajikan keakuratan data taksonomi dibandingkan pendekatan-pendekatan sebelumnya.

Tulisan berikut akan memaparkan beberapa contoh teknik eksperimental yang memanfaatkan alat-alat bantu optik dan pendekatan teknis dalam usaha mengatasi masalah-masalah yang timbul di dalam kerja taksonomi tumbuhan.

MIKROSKOP

Perkembangan instrumen mikroskopi memainkan peranan besar dalam taksonomi tumbuhan, misalnya untuk mengamati bentuk atau "ultra structure" butir-butir pollen. Pengamatan pollen dapat menggunakan berbagai tipe mikroskop, seperti *Phase Contrast*, *Transmission Electron Microscope* (TEM), *Scanning Electron Microscope* (SEM) maupun mikroskop cahaya konvensional.

Setiap jenis mikroskop mempunyai keistimewaan masing-masing. Menurut Erdtman (1969), hasil pengamatan pollen akan lebih baik dan akurat apabila diamati dengan kombinasi ketiga jenis mikroskop tersebut.

Pemanfaatan data sifat-sifat pollen dalam taksonomi tumbuhan dipelopori pada tahun 1926 oleh Wodehouse, khususnya morfologi pollen. Hal ini mendorong ahli-ahli lain untuk menekuni bidang palinologi misalnya Stix (1960) dan Erdtman (1969) yang mempersembahkan sebuah "general survey" tentang struktur dinding (exine) pollen anggota Familia Compositae. Di samping itu terdapat beberapa pakar palinologi lain yang juga berkecimpung di familia ini, yaitu Heywood (1977), Fergurson (1984), Lane (1985), Lack dan Leunberger (1979), Blackmore (1981, 1982) dan lain-lain.

Di sisi lain kemajuan instrumentasi mikroskop memungkinkan bentuk, jumlah dan tingkah laku kromosom selama pembelahan inti dapat diamati dengan lebih baik. Berdasarkan sifat-sifat kromosom tersebut Harborne (1975) berkesimpulan bahwa jumlah kromosom merupakan sifat empiris yang baik dengan nilai kepastian cukup tinggi. Studi sitotaksonomi sangat penting dalam mendeterminasi spesies-spesies baru, hibrida dan lain-lain, seperti dalam Genus *Mimulus* (Bliss, 1986), *Lycopersicum* serta *Aellantus* (Ryding, 1986).

KIMIA

Pada beberapa dekade yang silam, pendekatan baru untuk mengetahui hubungan kimia tumbuhan dengan sistematika telah dilakukan oleh beberapa ahli, seperti Heywood (1972). Disiplin ilmu baru yang juga dikenal sebagai kemotaksonomi ini, menurut Harborne (1975) sangat penting, karena senyawa-senyawa kimia tumbuhan merupakan sifat empirik yang bernilai, serta seringkali dapat digunakan untuk menetapkan identitas suatu tumbuhan dengan tepat. Sejak kurang lebih tiga dasa warsa yang silam, sejumlah peneliti mencurahkan perhatian yang cukup besar di bidang kimia tumbuhan untuk menempatkan posisi-posisi tumbuhan yang lebih sesuai secara taksonomi, antara lain: Takhtajan (1973), Denford (1984) dan Harborne (1984).

Pada masa sekarang, pendekatan kimia tumbuhan mengalami perkembangan pesat

dengan dikembangkan teknik eksperimen yang sesuai, yaitu kromatografi dan elektroforesis. Kedua teknik ini dapat dioperasikan untuk menganalisis bermacam-macam sampel tumbuhan yang kuantitasnya sangat kecil dengan proses yang cukup cepat. Kandungan kimia tumbuhan yang sering dianalisis dalam kerja taksonomi tumbuhan tinggi adalah terpenoid, flavanoid dan alkaloid.

Metode kromatografi diterapkan secara meluas karena keuntungannya yang cepat dan efisien dalam menganalisis senyawa-senyawa kimia. Kemampuan metode ini untuk menyediakan data dalam penempatan dan pemisahan suatu spesies tumbuhan telah berhasil dilakukan oleh beberapa ahli, misalnya pada *Cassia*, *Triticum* (Johnson, 1972) dan *Lasthenia* (Altosaar dkk., 1974).

Di samping teknik kromatografi di atas, teknik eksperimen lain yang saat sekarang sering digunakan adalah elektroforesis. Metode ini tercatat sebagai metode paling andal dalam memecahkan permasalahan taksonomi (Harborne, 1975), terutama apabila sifat morfologi tidak dapat atau sulit sekali dibedakan. Pengoperasian teknik ini semakin pesat dengan digunakannya medium pengembang sintetis poliakrilamida. Jenis gel ini memiliki kelebihan dibandingkan medium kertas, pati, dan agar karena lebih peka dalam mengekspresikan band-band atau bercak yang merupakan aktivitas enzim.

Dari berbagai metode eksperimen yang telah dipaparkan di atas, dalam penerapannya pertimbangan finansial merupakan salah satu permasalahan yang perlu dipertimbangkan, khususnya terkait dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Apabila data yang dikehendaki misalnya sifat pollen, maka alat-alat mikroskop TEM atau SEM perlu digunakan. Sebaliknya apabila data yang dikehendaki berupa sifat kromosom, maka pemanfaatan mikroskop fase kontras mungkin sudah cukup, tanpa melibatkan TEM atau SEM.

Penerapan karakter sitologi khususnya jumlah kromosom dalam taksonomi tumbuhan telah berkembang pesat, dimana kunci determinasi telah mulai dilengkapi dengan jumlah kromosom untuk setiap spesies anggotanya (Menadue dan Crowden, 1989).

Di samping karakter jumlah kromosom, sifat kemotaksonomi juga hanya membutuhkan biaya yang relatif sedikit apabila menggunakan teknik kromatografi,

namun apabila menggunakan teknik elektroforesis, maka biaya yang dibutuhkan relatif tinggi, dengan hasil yang sangat andal. Metode elektroforesis ini diperkirakan akan mengiringi masuknya era biologi molekuler dalam taksonomi tumbuhan, dimana kongres yang pertamanya telah diwahi di Australia pada bulan Juni 1990 (Brown, 1990).

GENETIKA

Jumlah kromosom suatu spesies tumbuhan adalah pasti, sehingga konsistensi ini banyak dimanfaatkan oleh para ahli taksonomi terutama untuk membantu memecahkan masalah yang berhubungan dengan morfologi tumbuhan seperti heterofili pada tumbuhan herba *Ranunculus nanus* yang tumbuh di iklim sedang. Tumbuhan ini tercatat memiliki variasi morfologi yang kompleks, dimana bentuk daun setiap populasi sangat bervariasi, sedangkan sifat yang lain seperti bulu-bulu trikoma pada daun dan batang merupakan petunjuk awal kemungkinan akan terjadinya spesiasi.

Dari pengamatan morfologi, Menadue dan Crowden (1990) mengajukan hipotesa bahwa variasi morfologi tersebut terjadi karena pengaruh sifat genetika. Namun lima populasi yang diuji menunjukkan jumlah kromosom yang sama ($n=12$), walaupun variasi morfologi antar populasinya signifikan berbeda (Menadue dan Crowde, 1989). Untuk menguji kebenaran hipotesa tersebut, data genetika (isoenzim) digunakan dengan memanfaatkan teknik elektroforesis pada gel poliakrilamida. Empat macam enzim (Esterase, Peroxidase, Malate Dehydrogenase dan Acid Phosphatase) diujicobakan pada lima populasi *R. nanus*, dan hasilnya menunjukkan adanya variasi genetika di antara populasi (Suranto, 1991). Hal ini membuktikan bahwa hipotesa Menadue dan Crowden (1990) yang menyatakan terjadinya variasi morfologi pada *R. nanus* didasari oleh faktor genetik terbukti. Hal ini menjadi petunjuk awal akan terjadinya spesiasi pada *R. nanus*.

DNA

Era biologi molekuler yang berkembang dalam sepuluh tahun belakangan ini, memungkinkan para ahli taksonomi memanfaatkan data DNA sebagai "penanda molekuler" yang cukup signifikan. Dengan RLFP, sebagian kecil fragmen DNA dari genom tumbuhan dapat diamplifikasikan untuk mendapatkan sejumlah besar fragmen DNA,

sehingga dengan teknik elektroforesis pada gel agarose pemunculan fragmen DNA tersebut dapat dideteksi secara konsisten dan menjadi data yang dapat digunakan untuk kerja pada taksonomi tumbuhan tinggi.

Namun perlu dicatat bahwa beberapa eksperimen yang memanfaatkan pendekatan ini, kadangkala tidak diperoleh data yang valid karena "band" fragmen DNA yang diamplifikasi dengan mesin PCR (Polymeage Chain Reaction) tidak dapat muncul secara konsisten. Ini berarti bahwa dalam pertimbangan tertentu ternyata data DNA tidak harus selalu lebih valid dibandingkan data genetika (isoenzim) yang relatif lebih ekonomis dibandingkan dengan DNA. Namun demikian perlu dicatat pula bahwa di luar taksonomi tumbuhan tinggi, data DNA ini mutlak dibutuhkan. Hal ini diberlakukan pada penggolongan virus tumbuhan khususnya genus *Potyvirus*. Strain virus tanaman tebu yang dulunya diduga termasuk dalam *Sugarcane Mosaic Virus* berdasarkan sekuens DNA "gen selubung protein" ternyata merupakan virus baru yang kemudian diberi nama *Johnson Grass Mosaic Virus* (JGMV). Lebih lanjut berdasarkan sekuens DNA "gen selubung protein", strain JGMV yang dahulunya hanya 3 strain sekarang dikenal 4 strain (Suranto dkk., 1998). Walaupun contoh ini bukan berasal dari tumbuhan tinggi, namun kecenderungan akan pemanfaatan data molekuler sangat krusial di masa sekarang dan yang akan datang.

PENUTUP

Dari sekilas uraian di atas jelaslah bahwa taksonomi modern cenderung menggunakan serangkaian data yang saling berkaitan dengan suatu asumsi bahwa semakin banyak data yang digunakan, maka semakin kuat validitas hasil kerja ahli taksonomi tumbuhan tinggi dalam mengkarifikasi status takson suatu tumbuhan. Keberhasilan penerapan taksonomi modern ini akan sangat erat dengan banyak faktor yang terkait tetapi kunci dasar terletak pada individu peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Altosaar, I., B.A. Bohm and R. Ornduff. 1974. Disc-electrophoresis of albumin and globulin fraction from dormant achenes of *Lasthenia*. *Biochem. Syst. Ecol.* 67-72.
- Brown, A.D.H. 1990. Isozymes, plant population genetic structure and genetic conservation. *Theor. Genet.* 52:145-157
- Bliss, M. 1986. The morphology fertility and chromosomes of *Mimulus clabratus* var. *fremantii* Scrophulariaceae. *Am. Midl. Nat. Not.* 166 (1): 125-131.
- Blackmore, S. 1981. Palynology and intrageneric relationships in subtribe Hyoseridinae (Compositae: Lactuceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 82: 1-3.
- Blackmore, S. 1982. The apertures of Lactuceae (Compositae) pollen. *Pollen et Spore* 21: 3-40; 453-463.
- Denford, G. 1984. Phytochemical approaches to biosystematics. In W.F. Grant (ed.). *Plant Biosystematics*. Toronto: Academic Press.
- Erdtman, G. 1969. *Handbook of Palynology; an Introduction to the Study of Pollen Grains and Spores*. New York: Hafner.
- Ferguson, I.K. 1984. Pollen Morphology and Biosystematics of the Subfamily Papilionoideae (Leguminosae). In W.F. Grant (ed.). *Plant Biosystematics*. Toronto: Academic Press.
- Grant, W.F. 1984. *Isozyme Evidence and Problem Solving in Plant Systematic Plant Biosystematics*. Toronto: Academic Press.
- Harborne, I.B., T.J. Mabry and H. Mabry. 1975. *The Flavonoids*. London: Chapman and Hall Ltd.
- Harborne, J.B. and B.L. Turner. 1984. *Plant Systematics*. London: Academic Press.
- Henslop-Harrison, J. 1953. *New Concepts in Flowering-Plant Taxonomy*. Melbourne: William Henemann.
- Heywood, V.H. 1968. Plant taxonomy today. In V.H. Heywood (ed.). *Modern Methods in Plant Taxonomy*. London: Academic Press.
- Heywood, V.H. 1972. The role of chemistry in plant systematic. In T. Swain (ed.). *Chemistry in Evolution and Systematics*. Norwick: Page Brass Ltd.
- Heywood, V.H. 1977. Principles and concepts in the classification of higher taxa. In K. Kubitzki (ed.). *Flowering Plants Evolution and Classification of Higher Categories*. New York: Springer-Verlag.
- Johnson, B.L. 1972. Seed protein profiles and the origin of the hexaploid wheat. *Amer. J. Bot.* 59 (9): 952-960.
- Lack, M.V. and B. Lennberger. 1979. Pollen and taxonomy of urospermum (Asteraceae, Lactuceae). *Pollen et Sprores* 21(4): 415-424.
- Lane, M.E. 1985. Features observed by electron microscopy as generic criteria. *Taxon* 34 (1): 38-43.
- Menadue, Y and R.K. Crowden. 1989. Tasmania species of *Ranunculus*, a new key. *Paper and Proceeding of the Royal Society of Tasmania*, Volume 123: 87-96.
- Menadue, Y and R.K. Crowden. 1990. Leaf polymorphism in *Ranunculus nanus* Hook. (Ranunculaceae). *New Phytol.* 114: 265-274.

- Ryding, O. 1986. *Plant Taxonomy and Biosystematics*. Baltimore: University Park Press.
- Suranto. 1991. *Studies of Population Variations in Species of Ranunculus*. M.Sc. Thesis. Hobart: University of Tasmania.
- Suranto, K.H. Gough, D.D. Shukla and C.K. Pallaghy. 1998. Coat protein sequence of Johnsongrass Mosaic **Potyvirus**. *Arch. Virol.* 143: 1015-1020.
- Stix, E. 1973. Pollen morphologische untersuchungen an compositen. *J. Grana* 22: 4-14.
- Takhtajan, T. 1973. The chemical approach to plant classification with special reference to the higher taxa of Maynoliophyts. In B. Bendz and J. Santesson (eds.). *Chemistry in Botanical Classification*. New York: Academic Press.