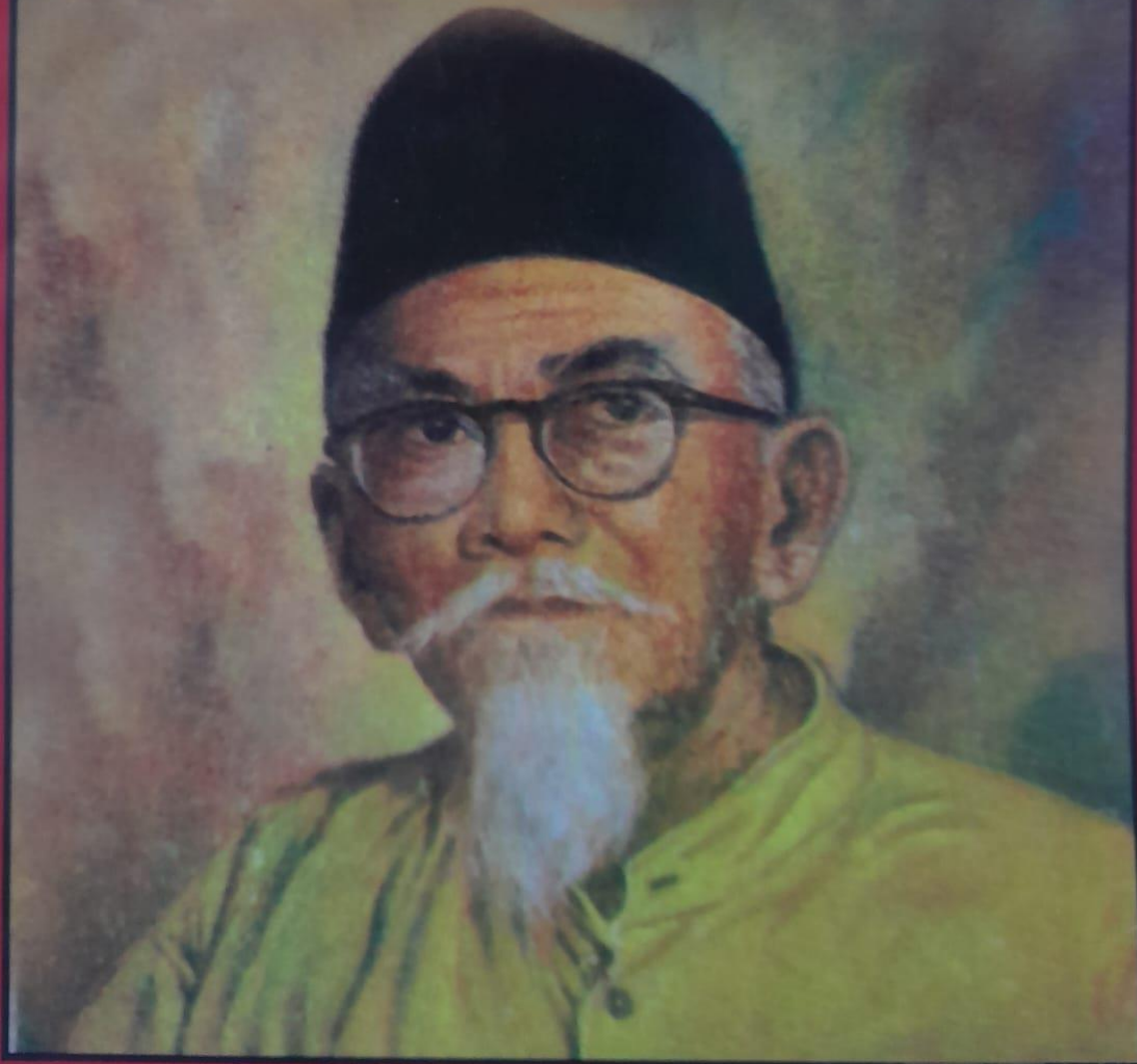


Majalah Ilmiah
WIDYA

MENGEMBANGKAN KREATIFITAS & MENINGKATKAN KUALITAS



ISSN : 0251 - 2800

WIDYA November 2007 / No. 266 Tahun XXIV

BUKTI SITOTAKSONOMI DALAM PENJENISAN PAKU-PAKUAN

Nurhaidah Iriany Sinaga
Fakultas Kehutanan Universitas Papua

ABSTRACT

Pteridophytes is a group of vascular plant that has overlapping characters because of the influence of both inbreeding among species in the group and the surrounding environment. Tradisional taxonomy by a morphological approach often times cannot find a gap between these species so that it is difficult to place on the taxonomy level. Cytotaxonomy is another alternative and discussed in this article.

PENDAHULUAN

Dalam usaha mengenal apa yang ada di sekelilingnya, manusia membuat suatu sistem sederhana dengan memberikan nama pada semua benda baik benda mati maupun benda hidup. Hewan dan tumbuhan adalah benda hidup yang memiliki sebutan dan namanya sendiri, namun tidak semuanya telah diberi nama. Penamaan ini masih terbatas pada makhluk yang memiliki manfaat langsung seperti penghasil bahan makanan, bahan serat, obat-obatan, bahan bangunan dan penghasil benda-benda seni serta pemberi keindahan lainnya.

Sistem penamaan secara ilmiah dipelajari dalam taksonomi pada semua makhluk tidak terbatas pada yang memiliki manfaat secara langsung. Penamaan pada tumbuhan sesuai dengan aturan yang berlaku dalam sistem tata nama botani internasional menggunakan dua kata atau dikenal sebagai tata nama Binomial. Kata pertama menunjukkan nama genus dan kata kedua adalah petunjuk jenis. Untuk pemberian nama suatu jenis tumbuhan diperlukan pemahaman mengenai klasifikasi tumbuhan tersebut.

Klasifikasi pada tumbuhan paku sangat khas karena tidak saja mencakup tumbuhan paku yang hidup pada masa kini namun terkait dengan tumbuhan paku pada masa lampau atau paku purba. Penemuan fosil menunjukkan bahwa tumbuhan paku telah ada sejak Zaman Devon Akhir jauh sebelum adanya tumbuhan tingkat tinggi dan manusia. Dasar pengelompokan dalam paku-pakuan pada awal sistem binomial berkembang adalah sifat-sifat organ reproduksi yang meliputi sporangia, bentuk dan posisi sorus dan ada tidaknya indusium namun

dengan bertambahnya spesimen yang dikumpulkan dari lapangan, cara ini menjadi sangat artifisial. Untuk mendapatkan klasifikasi yang lebih alamiah karakter lainnya harus dipertimbangkan seperti bentuk daun dan pertulangan daun serta karakter pembeda lainnya. Sistem klasifikasi mengalami perkembangan seiring dengan kemajuan teknologi dalam bidang ilmiah dengan munculnya penemuan-penemuan baru. Pada awalnya sistem ini lebih banyak didasarkan pada ciri morfologi yang sama yang dikenal sebagai klasifikasi finetik namun setelah adanya teori evolusi sistem tersebut berkembang menurut hubungan kekerabatan yang dimiliki yang kita kenal sebagai klasifikasi filogenetik.

Ada beberapa bukti yang dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan kekerabatan misalnya penemuan fosil. Berdasarkan penelitian pada paku purba menunjukkan bahwa dua paku purba yang berbeda sedikit pada sori dapat berkembang menjadi tumbuhan paku moderen dengan sori yang sangat berbeda. Demikian juga dua paku purba

yang berbeda dapat menghasilkan daun dan sistim pertulangan daun yang similar. Tumbuhan ini dapat ditelusuri lebih lanjut karena biasanya dua paku purba yang mengalami perkembangan yang sama pada sori dan daunnya memiliki perbedaan pada karakter lainnya seperti pada rhizome, scale, bentuk anatomi dan bentuk sporanya. Bukti lain yang dapat digunakan dalam klasifikasi paku-pakuan adalah bukti sitotaksonomi.

MENGAPA SITOTAKSONOMI BERMANFAAT DALAM PENJENISAN PAKU-PAKUAN

Penempatan suatu tumbuhan paku ke dalam sistem klasifikasi yang ada bukanlah suatu hal yang mudah. Jika suatu tumbuhan paku ditemukan di lapangan yang pertama terpikir adalah bahwa tumbuhan paku ini memiliki kesamaan dengan tumbuhan paku yang mana dan di mana seharusnya tumbuhan ini diletakan. Karakter pada tumbuhan tersebut akan berbicara pada posisi mana seharusnya ia berada dengan demikian akan muncul nama jenis yang lebih alamiah.

Keterbatasan dalam pemahaman karakter yang terkait dengan sistem kekerabatan karena apa yang kita miliki sekarang adalah cabang dari pohon evolusi, ada yang pendek ada yang panjang bahkan ada beberapa yang mati dan hanya diketahui lewat fosil. Beberapa garis evolusi tumbuhan paku berkembang dengan baik dan menghasilkan berbagai variasi

sehingga dengan keyakinan penuh beberapa jenis bisa diletakan pada tempat yang tepat dalam sistim klasifikasi namun hal yang sama tidak berlaku untuk yang lain.

Sitotaksonomi dapat memberikan bantuan dengan menunjukkan karakter yang berguna untuk memahami asal-usul. Karakter tersebut adalah jumlah dan tipe kromosom. Jumlah kromosom merupakan suatu karakter yang sama pentingnya dengan jumlah karpel pada tumbuhan tingkat tinggi dan tipe kromosom sama penting dengan bentuk daun atau petal. Kromosom merupakan tempat utama dari bahan genetik DNA maka adanya perubahan-perubahan pada bentuk dan struktur kromosom, perilaku kromosom, jumlah kromosom serta evolusi kromosom dapat menghasilkan perubahan karakter genetik dari suatu individu. Perubahan karakter ini merupakan proses evolusi yang dapat mewujudkan terjadinya spesiasi. Itulah sebabnya dengan mempelajari perilaku tersebut proses-proses pembentukan jenis dapat dijelaskan.

JUMLAH KROMOSOM DALAM PENJENISAN PAKU-PAKUAN

Jumlah kromosom telah diketahui sejak awal abad 20 merupakan karakter yang tetap. Secara umum jumlah kromosom dalam tiap sel dari individu adalah sama, untuk sel somatik diketahui diploid (2n) sedang untuk sel-sel gamet adalah haploid (n) atau setengah dari jumlah sel somatik hal ini

terjadi karena sel gamet akan melakukan perkawinan atau penyatuan antara sel telur dengan antheridium untuk menghasilkan individu baru dengan jumlah kromosom 2n. Jumlah kromosom yang sama menunjukkan kesamaan jenis dan jumlah kromosom yang berbeda menunjukkan tidak adanya hubungan antara individu tersebut pengecualian untuk jumlah multifikasi. Jumlah multifikasi dikenal sebagai suatu fenomena poliploidi, dalam satu spesies atau spesies yang sangat dekat terdapat bentuk diploid (2x), triploid (3x), tetraploid (4x), pentaploid (5x), heksaploid (6x), oktoploid (8x) dan dekaploid (9x) dalam hal ini x merupakan jumlah dasar kromosom.

Pada poliploid ini dikenal adanya *autopoliploid* atau kelipatan perangkat kromosom dari genom diploid melalui persilangan dari spesies-species yang sama dan *allopiliploid* yang dihasilkan lewat persilangan antara spesies atau genus yang berbeda. Juga dikenal adanya *Euploid* yaitu keragaman yang terjadi pada perangkat kromosom normal dan *uneuploid* yaitu perubahan banyaknya kromosom dengan penambahan atau pengurangan 1 kromosom atau lebih dan bukan perangkat. **Autopoliploid dan Allopoliploid**

Praptosuwiryo (1999) dalam studi mengenai kromosom *Diplazium* di Jawa menemukan bahwa terdapat jenis paku yang mempunyai jumlah kromosom triploid ($3x = 123$) yang juga

merupakan jenis apogamus yakni *D. procumbens* dan *D. dilatatum* serta jenis tetraploid ($4x = 164$) yakni *D. pallidum*, *D. bantamense*, *D. cordifolium* dan *D. lobbianum*. Sebelumnya Manton pada tahun 1954 telah menemukan *D. cordifolium* yang pentaploid ($5x$) sementara itu Praptosuwiryo (1994) dalam Praptosuwiryo (1999) menemukan *D. bantamense* yang oktoploid ($8x$). Secara morfologi triploid dan pentaploid *D. cordifolium* tidak menunjukkan adanya perbedaan sama halnya dengan *D. bantamense* tetraploid dan heksaploid. Selanjutnya dapat disimpulkan bahwa mekanisme poliploid yang terjadi dalam *Diplazium* ini adalah autopoliploid.

Hibridisasi secara alamiah terjadi di alam yang menghasilkan individu dengan karakter yang mencerminkan perpaduan antara karakter kedua induknya. Pada tumbuhan paku hibridisasi sering terjadi dan dapat dilacak berdasarkan jumlah kromosom yang dipadukan dengan data morfologi lainnya. Nakato (1995) dalam penelitiannya mengenai *Microlepia marginata* menemukan bahwa jenis ini adalah tetraploid untuk jenis yang berasal dari pulau Ryukyu di Jepang dan heksaploid untuk jenis dari Jinmuji China. Selanjutnya ditemukan pula bahwa *Microlepia marginata* Var. *bipinnata* di Jepang memiliki dua bentuk poliploid yaitu triploid dan heksaploid. Keberadaan varitas ini menimbulkan pertanyaan akan asal-usulnya karena belum pernah

ditemukan adanya *M. marginata* yang diploid. Untuk Jenis *Microlepia* yang diploid ditemukan pada *M. strigosa* yang juga memiliki jenis tetraploidnya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bahwa *Microlepia marginata* Var. *bipinnata* triploid ($3x$) kemungkinan adalah hybrid antara *M. marginata* tetraploid ($4x$) dengan *M. strigosa* diploid ($2x$) dalam kasus sporoginesis yang abnormal dan *Microlepia marginata* Var. *bipinnata* heksaploid ($6x$) merupakan hybrid dari *M. marginata* tetraploid ($4x$) dengan *M. strigosa* tetraploid ($4x$) Kasus ini merupakan contoh allopoliploid pada tumbuhan paku.

Uneuploid

Penelitian tentang aneuploid infraspesifik dalam tumbuhan paku-pakuan masih jarang dilakukan namun demikian ada beberapa contoh penelitian yang pernah dilakukan misalnya pada *Asplenium sect. Hymenasplenium* seperti yang dilaporkan oleh Mitui (1989). Dari sebanyak 8 jenis tumbuhan paku yang diamati dalam seksi ini yaitu *A. cataractarum* Rosenst., *A. hon-doense* Murakami et Hatanaka, *A. apogamum* Murakami et Hatanaka, *A. obliquissimum* (Hayata) Sugimoto et Kurata, *A. excisum* Presl., *A. obscurum* Blume, *A. subnormale* Copel. dan *A. cheilosorum* Kunze ex. Mett., 7 jenis diantaranya memiliki jumlah kromosom dasar $x = 39$ dan hanya 1 jenis yakni *A. subnormale* Copel yang berasal dari Ceram, Maluku - Indonesia yang memiliki jumlah

kromosom dasar $x = 38$. Jumlah kromosom dasar untuk genus *Asplenium* ini adalah $x = 36$. Namun berdasarkan karakter morfologi yang kuat tidak dapat diragukan lagi kalau seksi *Hymenasplenium* memang memiliki jumlah kromosom dasar $x = 39$ dan bahwa *A. subnormale* Copel termasuk dalam seksi ini.

Nakato (1995) juga melaporkan bahwa *Asplenium sect. Hymenasplenium* yang ditemukan di Yunan, Barat Laut China adalah seksual diploid, seksual tetraploid dan apogamus triploid dengan kromosom dasar $x = 39$ sama dengan yang ditemukan di Jepang namun demikian dalam seksi ini Indian jenis *A. cheilosorum* Kunze ex. Mett. yang dilaporkan oleh Mehra dan Bir (1960) dalam Mitui (1989) memiliki kromosom dasar $x = 36$ hal yang sama juga dilaporkan oleh Manton dan Sledge (1954) dalam Mitui (1989) yang menemukan jenis ini dengan $x = 36$, pengamatan ini dilakukan pada kromosom gamet dari spora sementara pengamatan yang dilakukan di Jepang meliputi baik kromosom gamet maupun kromosom somatik. Dalam kasus semacam ini penelitian lebih lanjut dibutuhkan untuk menjawab apakah *A. cheilosorum* secara pasti memiliki kromosom dasar $x = 36$ dan merupakan bagian dari seksi *Hymenasplenium*.

Persebaran Jenis berdasarkan Fenomena Poliploidi

Jumlah kromosom dapat juga memberikan gambaran tentang

asal-usul jenis dari segi persebarannya. Seperti gambaran asal-usul dari *Cyrtomium fortunei*. Di Jepang ditemukan ditemukan jenis ini merupakan apogamus triploid, sedangkan di Cina ditemukan merupakan bentuk seksual diploid, seksual tetraploid dan apogamus triploid. Namun demikian perbedaan ini tidak ditemukan pada *Cyrtomium falcatum* karena untuk jenis ini baik di China maupun Jepang ditemukan memiliki ketiga bentuk poliploid. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pola distribusi sitologi dan varian reproduktif dari *Cyrtomium fortunei* muncul dari perkembangan bentuk secara seksual di Cina karena adanya autopolipodisasi yang diikuti oleh apogamisasi yang selanjutnya berekspansi ke Jepang (Nakato., 1995).

Genom poliploid dari *Lepisorus thunbergianus* yang ditemukan di Jepang ternyata secara anatomi berbeda pada karakter stomata, scale dan spora antara diploid dan tetraploid. Dari material yang ada terlihat bahwa jenis diploid lebih sering ditemukan pada coastal area, area yang terkena banyak sinar matahari dan area kering sedangkan tetraploid lebih banyak pada inland area dan daerah yang lembab. Selain itu hasil penelitian terhadap kromosom somatik dari 114 spesimen yang diambil dari 84 habitat yang mencakup perbedaan kondisi areal tersebut di atas menunjukkan bahwa diploid *Lepisorus thunbergianus* $2x = 50$ dominan pada

area dengan iklim lebih hangat dan tetraploid $4x = 102$ dominan pada area dengan iklim lebih dingin (Nakato, 1983). Studi sitotaksonomi pada *Thelypteris angustifrons* kompleks di Jepang oleh Nakato (2002) menunjukkan pola persebaran yang tegas di antara poliploid jenis paku ini yang dimulai dengan tingkat poliploid terendah di daerah selatan hingga tertinggi di daerah utara. *Thelypteris angustifrons* diploid menyebar mulai dari Taiwan sampai ke Jepang Selatan yakni di pulau Okinawa selanjutnya ke arah utara Jepang yakni di pulau Amami dan Oshima ditemukan triploid, hypotetraploid dan hexaploid dan makin ke arah utara mulai Yakasimo hingga seluruh Ryukyu ditemukan hanya hexaploid dan hiperhexaploid.

KEPASTIAN NAMA JENIS TUMBUHAN PAKU BERDASARKAN JUMLAH KROMOSOM

Data jumlah kromosom sering digunakan untuk memastikan nama jenis dari suatu tumbuhan paku. Sebagai contoh dapat dilihat pada genus *Lygodium* yang dilaporkan di seluruh dunia mempunyai 40 jenis (Iwatsuki, 1992) dan memiliki kromosom dasar $x = 28$, $x = 29$ dan $x = 30$. Dari 12 jenis *L. microstachyum* Desv. dan *L. scandens* (L.) Sw. di Cina dilaporkan memiliki kromosom $2n = 60$ dengan dasar kromosom $x = 30$. *L. scandens* dari Nepal dilaporkan memiliki jumlah kromosom yang sama dengan jenis yang terdapat di Cina tetapi *L.*

microstachyum dari Taiwan memiliki kromosom dasar $x = 29$. Di Jepang *L. microstachyum* yang tersebar di Selatan Ryukyus yang memiliki jumlah kromosom $2n = 58$ dengan kromosom dasar $x = 29$ dipertimbangkan sebagai varietas dari *L. japonicum*. Fenomena ini menimbulkan pertanyaan apakah *L. microstachyum* dari Taiwan adalah jenis yang sama, untuk itu dibutuhkan penelitian lebih lanjut (Lin, 2002).

Hal yang sama terjadi dalam genus *Plagiogyria* yang jumlah dasar kromosomnya adalah $x = 65$ dan $x = 66$. Jenis diploid ditemukan pada *P. semicordata* (C. Presl) H. Christ dari Jamaica dengan $x = 66$, *P. tuberculata* Copel. dari New Guinea dengan $x = 66$ dan *P. matsumurena* Makino dari Jepang dengan $x = 65$. Tetraploidnya dengan $x = 65$ ditemukan pada *P. glauca* (Blume) Mett. dari Jawa, *P. euphlebia* (Kunze) Mett. dan *P. japonica* Nakai dari Jepang. *P. adnata* dan *P. yakushimensis* juga memiliki $x = 65$ pada tetraploid, pentaploid dan heksaploidnya. Tetapi jenis yang ditemukan di Taiwan yaitu *P. formosana* Nakai dan *P. stenoptera* (Hance) Diels. dilaporkan memiliki $n = 75$. Bagaimanapun kedua jenis terakhir ini diragukan sebagai bagian dari genus *Plagiogyria* untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut (Nakato, 2002).

Dalam penjenisan paku-pakuan seringkali ditemukan jenis yang memiliki karakter yang sedikit berbeda dengan kelompoknya

dan untuk menetapkan apakah jenis ini termasuk genus A atau genus B maka bukti sitotaksonomi sangat membantu. Knobloch (1967) dalam penelitiannya mengenai kromosom *Cheilanthes* dan *Notholaena* menemukan bahwa *Cheilanthes parryi* dengan jumlah kromosom $2n = 60$ dan jumlah spora adalah 64 adalah bentuk seksual diploid dalam genus *Notholaena* bukan *Cheilanthes*. Sebelumnya telah terjadi perdebatan panjang mengenai jenis ini. D.C. Eaton telah menetapkan jenis ini sebagai *Notholaena* tetapi kemudian dikembalikan oleh Domin ke dalam *Cheilanthes*. Tryon (1956) dalam Knobloch (1967) menyatakan bahwa jenis ini lebih merupakan *Notholaena* bukan *Cheilanthes*. Hal yang sama terjadi pada *Notholaena newberryi* yang seringkali dianggap sebagai *Cheilanthes*. Dengan jumlah kromosom $2n = 60$ dan jumlah spora 64 jenis ini adalah *Notholaena* bukan *Cheilanthes*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Sistem klasifikasi pada tumbuhan paku diharapkan dapat lebih alamiah sebagaimana yang berlaku dalam semua sistem klasifikasi yang ada yaitu dengan lebih melihat pada kekerabatan atau asal usul dari suatu jenis.
2. Pencapaian suatu sistem klasifikasi yang alamiah memerlukan bukti-bukti yang mampu

menjelaskan hubungan kekerabatan diantara taksa. Bukti tersebut antara lain diperoleh melalui informasi sitotaksonomi.

3. Bukti sitotaksonomi ini juga memberikan pengetahuan mengenai asal-usul bahkan persebaran jenis paku-pakuan dengan demikian memudahkan para ahli taksonomi untuk menetapkan suatu jenis tumbuhan paku pada tempat yang tepat dalam sistem klasifikasi yang ada.

Saran-saran

Bukti sitotaksonomi dapat digunakan juga untuk memperoleh kepastian kedudukan suatu taksa pada kelompok tumbuhan lain. Bagi kelompok tumbuhan yang informasi kromosomnya mudah diperoleh cara ini merupakan jalan keluar yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Iwatsuki, K. 1992. Ferns and Fern Allies of Japan. Heibonsha. Tokyo.
- Knobloch, I. W. 1967. Chromosome Numbers in *Cheilanthes*, *Notholaena*, *Llavea* and *Polypodium*. Amer. J. Bot. 54 (4):461-464.
- Lin, S-J., H-R Zhuang, K Iwatsuki and H-S Lu. 2002. Cytotaxonomic Study of ferns from China II. Species Fujian. J. Jpn. Bot. 77:129-138.
- Mitui, K., N Murakami and K. Iwatsuki. 1989. Chromosomes and Systematics of *Asplenium* sect. *Hymenasplenium* (Aspleniaceae). Amer. J. Bot. 76(11): 1689-1697.
- Morlang, C, Jr. 1967. Hybridization, Polyploidy and Adventitious Growth in The Genus *Asplenium*. Amer. J. Bot. 54 (7):887-897.
- Nakato, N., S. Masuyama and K. Mitui. 1983. Studies on Intraspecific Polyploids of The Fern *Lepisorus thunbergianus*. Their Distributional patterns in Kanto Districts and The Occurrence of New Cytotypes. J. Jpn. Bot. 58 (7): 195-205.
- Nakato, N., M. Kato and B-D Liu. 1995. A Cytotaxonomic Study of Some Ferns from Jiangsu and Zhejiang Provinces, China. J. Jpn. Bot. 70:194-204.
- Nakato, N., N. Sahashi and M. Kato. 2002. Cytotaxonomic Studies of *Thelypteris angus-tifrons* Complex (Thelypteridaceae). Ac Phytotax. Geobot. 53 (1): 63 – 76.
- Nakato, N. and M. Kato. 2002. Intraspecific Polyploids and Hybridization of *Plagiogyria adanata* and *P. yakushimensis* (Plagiogyriaceae). Ac Phytotax. Geobot. 53 (2): 153 – 160.
- Praptosuwiryo, T.N. 1999. Biosystematic Study of *Diplazium* in Java. Institut Pertanian Bogor. Tesis Magister Science (tidak diterbitkan).
- Prosea. 2003. Cryptogams Ferns and Ferns Allies. Bogor Indonesia.
- Stace, C.A. 1984. Plant Taxonomy and Biosystematics. University of Leicester. Great Britain at The Pitman Press. Bath.