

Kladistik Beberapa Jenis Rotan *Calamus* spp. asal Sulawesi Tengah berdasarkan Karakter Fisik dan Mekanik Batang

Cladistics of some rattans (*Calamus* spp.) from Central Sulawesi based on physical and mechanical characteristic of stems

ANDI TANRA TELLU

Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Tadulako (Untad), Palu 94118.

Diterima: 25 Maret 2006. Disetujui: 30 April 2006.

ABSTRACT

The research of the physical and mechanical characteristic of rattans stem of 10 species of the genus *Calamus* from Bancea Nature Reserve and Lore Lindu National Park in Central Sulawesi had been conducted. The aims of this research were to describe phylogenetic relationship of those species based on physical and mechanical characteristic with cladistic approach (cladogram). The research had been used descriptive method, i.e. specific gravity, parallel attracting firmness of fiber, firmness stress parallels of flex firmness, and fiber/static curve. It was reconciled with standard of ASTM D no 143-52 with a few which has modified. The data was analyzed by ANOVA. The result indicated that the mechanical and physical characteristic of *Calamus* rattan can be made as distinguishing evidences. It can be compiled by a new classification in the form of cladistic (classification of numeric) as complement of previous classification.

© 2006 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: rattan, *Calamus*, cladistics, physic, mechanics.

PENDAHULUAN

Rotan tumbuh subur di daerah tropik, termasuk Indonesia. Di Indonesia rotan tumbuh secara alami dan tersebar luas di Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Irian Jaya (Papua). Di Sulawesi, rotan terutama ditemukan di Kendari, Kolaka, Towuti, Donggala, Poso, Buol Toli-toli, Gorontalo, Palopo, Buton, dan Pegunungan Latimojong (Alrasjid, 1980). Rotan merupakan salah satu kelompok tumbuhan yang memiliki jumlah spesies yang cukup besar dengan tingkat variasi yang tinggi. Dalam klasifikasi tumbuhan, rotan termasuk anak suku *Calamoideae* yang terdiri atas sembilan marga. Dransfield (1974) dan Menon (1979) mengemukakan bahwa di Asia Tenggara diperkirakan terdapat lebih dari 516 jenis rotan yang berasal dari sembilan marga, yaitu *Calamus*, *Daemonorops*, *Korthalsia*, *Plectocomia*, *Plectocomiopsis*, *Myrialepis*, *Calosphata*, *Bejaudia*, dan *Ceratolobus*. Furtado (1951) menambahkan marga *Carnera* dan *Scizophata*.

Pengelompokan rotan dalam klasifikasi tumbuhan, hingga saat ini masih didasarkan pada ciri morfologi. Pengelompokan suatu takson seperti itu sering menimbulkan keraguan dalam klasifikasi terutama kelompok tumbuhan yang memiliki anggota (spesies) yang cukup besar (Rivai, 1988) seperti halnya rotan. *Calamus* sebagai salah satu dari sembilan marga rotan merupakan marga yang memiliki jumlah jenis (spesies) yang paling banyak (± 330 jenis). Di Sulawesi Tengah diperkirakan

terdapat 28 jenis rotan (Mogea, 1990). Pengelompokan jenis-jenis rotan lazimnya didasarkan atas persamaan ciri yang dimiliki setiap jenis. Penentuan jenis rotan dapat melalui identifikasi berdasarkan karakter morfologi organ tanaman, yaitu: akar, batang, daun, bunga, buah, dan alat-alat tambahan. Dransfield (1974) menjelaskan bahwa penentuan jenis rotan, dapat melalui jumlah batang setiap rumpun, sistem perakaran, bentuk dan jenis alat pemanjat, bentuk dan perkembangan daun, serta bunga dan buah. Meskipun demikian kadang-kadang ditemukan keraguan dalam penempatan suatu takson dalam klasifikasi, misalnya terdapat empat jenis rotan yang secara morfologis sama dan digolongkan jenis *tohiti*, ternyata setelah diteliti sifat lainnya, seperti sifat genetik ditemukan perbedaan yang mendasar sehingga keempatnya harus dibedakan minimal pada tingkatan takson varietas.

Untuk menghindari keraguan penempatan suatu takson dalam klasifikasi tumbuhan berdasarkan sifat morfologi, perlu dilakukan analisis kedekatan berdasarkan sifat anatomi, fisik, dan mekanik. Hal itu dimungkinkan karena beberapa penelitian menunjukkan bahwa sifat anatomi, fisik dan mekanik tumbuhan dapat dijadikan karakter pembeda pada setiap tingkatan takson rotan hingga pada tingkat spesies/varietas, serta dapat dijadikan dasar klasifikasi (Yudodibrata, 1984a; Liese dan Weiner, 1987; Astuti, 1991; Tellu, 1992). Sifat-sifat tersebut dapat dijadikan dasar pembuatan kunci determinasi, sebagai pelengkap kunci yang telah disusun berdasarkan sifat morfologi. Sifat fisik dan mekanik rotan diduga dapat pula digunakan sebagai salah satu petunjuk pada identifikasi tingkat jenis atau varietas, serta dapat dijadikan dasar dalam menganalisis kedekatan setiap jenis rotan. (Siripatanadilok, 1974; Cutler, 1978; Yudodibroto, 1984b; Manokaran, 1985).

▼ Alamat korespondensi:

Kampus Bumi Tadulako, Tondo, Palu 94118, Indonesia
Tel. +62-451-451777. Fax.: +62-451-422844.
e-mail: tellu33@yahoo.com

Beberapa karakter fisik dan mekanik yang mempengaruhi kualitas rotan dan dapat dijadikan sebagai karakter pembanding adalah berat jenis, kekuatan tarik sejajar serat, kekuatan tekan sejajar serat dan kekuatan lentur/lengkung statik. Yudodibroto (1984a, b) menjelaskan bahwa kekuatan tarik sejajar serat rotan berhubungan dengan jumlah sel-sel sklerenkim yang mengelilingi berkas pengangkut. Persentase sklerenkim yang menyebabkan kekuatan tarik sejajar serat lebih besar pula. Soenardi (1976a; 1976b) mengemukakan bahwa banyaknya macam zat dinding sel, jumlah dan bentuk kristal silika, letak molekul selulosa dalam dinding sel merupakan petunjuk tentang tingkat kekuatan tarik sejajar serat dan kekuatan tekan sejajar serat. Ciri tersebut dapat digunakan untuk kepentingan klasifikasi. Pada saat ini, perkembangan taksonomi tumbuhan telah memasuki tahap taksonomi numerik. Salah satu pendekatannya adalah sistem kladistik, yaitu suatu pendekatan yang menggambarkan kedekatan suatu jenis tanaman dengan jenis lainnya dalam satu marga atau antar marga dalam bentuk kladiogram.

Penelitian secara khusus tentang ciri fisik dan mekanik rotan untuk keperluan klasifikasi, hingga sekarang belum banyak dilakukan, walaupun hal ini penting dalam menentukan kualitas dan klasifikasi rotan. Penelitian mengenai sifat fisik dan mekanik terhadap jenis-jenis rotan yang tumbuh di Sulawesi perlu dilakukan sebagai bahan untuk menganalisis tingkat kedekatan setiap jenis, khususnya beberapa jenis dari marga *Calamus*. Penelitian ini bertujuan untuk: (i) mengevaluasi tingkat kedekatan jenis-jenis *Calamus* berdasarkan ciri fisik dan mekaniknya dengan teknik pendekatan kladistik; (ii) membuat kladiogram kedekatan jenis-jenis *Calamus* yang tumbuh di Sulawesi Tengah.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan penelitian berupa batang rotan yang dikoleksi secara langsung dari kawasan hutan alam Sulawesi Tengah. Batang rotan diambil dari dua wilayah, masing-masing dari Cagar Alam Bancea, Kabupaten Poso dan hutan penyangga Taman Nasional Lore Lindu di Kecamatan Kulawi, Kabupaten Donggala. Pengambilan spesimen dilakukan dengan memilih rotan segar yang telah matang tebang dan seragam pertumbuhannya.

Cara kerja

Pembuatan sampel uji

Berat jenis. Sampel uji berat jenis rotan dibuat dari ruas batang rotan bulat dan bukan pada buku. Sampel uji berukuran 3 cm, dibuat masing-masing dua buah dari posisi pangkal, tengah, dan ujung batang.

Keteguhan tarik sejajar serat. Sampel uji keteguhan tarik sejajar serat rotan dibuat dari batang rotan bulat. Sampel uji dibuat berukuran 3 mm x 6 mm x 30 cm, dibuat masing-masing dua buah dari posisi pangkal, tengah, dan ujung batang.

Keteguhan tekan sejajar serat. Sampel uji keteguhan tekan sejajar serat rotan dibuat dari ruas batang rotan bulat dan bukan pada buku. Sampel uji berukuran 8 cm, dibuat masing-masing dua buah dari posisi pangkal, tengah dan ujung batang.

Keteguhan lengkung statik. Sampel uji keteguhan lengkung statik rotan dibuat dari batang rotan bulat. Sampel uji berukuran 30 cm.

Standar pengujian. Ukuran sampel uji didasarkan pada standard ASTM no D 143-52 dengan beberapa modifikasi (ASTM, 1970). Sampel uji diuji menggunakan mesin pengujian *Universal Hydraulic Testing Model TN20MD Ref. TFC0002.1* (buatan Perancis, 2001). Perhitungan nilai-nilai setiap parameter dihitung berdasarkan perhitungan yang dikembangkan oleh Brown *et al.* (1952).

Teknik analisis data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan Analisis Varians (ANOVA). Proses pengolahan data menggunakan program SPSS versi 13.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat jenis rotan

Hasil pengukuran rata-rata berat jenis rotan disajikan Tabel 1. Berdasarkan sidik ragam, nilai F hitung untuk jenis rotan dan posisi sampel lebih besar daripada F tabel pada α 0,01. Hal itu menggambarkan bahwa faktor jenis dan posisi sampel berpengaruh sangat nyata terhadap berat jenis rotan. Sedangkan interaksi kedua faktor tersebut berpengaruh tidak nyata. Karena itu dilanjutkan uji beda rerata berat jenis untuk membandingkan dan menentukan bobot setiap jenis berdasarkan berat jenis setiap jenis rotan.

Tabel 1. Rerata hasil pengamatan berat jenis, keteguhan tarik sejajar serat, keteguhan tekan sejajar serat, dan keteguhan lentur/ lengkung statik rotan.

No	Nama jenis	Nilai rerata			
		Berat jenis	Keteguhan tarik sejajar serat	Keteguhan tekan sejajar serat	Keteguhan lentur/ lengkung statik
1	<i>C. inops</i>	0,693a	462,515a	0,693a	684,477a
2	<i>C. zollingeri</i>	0,688a	416,153b	0,688a	676,540b
3	<i>C. symphysisipus</i>	0,678b	406,440bc	0,678b	675,297b
4	<i>C. ornatus</i> var. <i>celebicus</i>	0,675b	396,648c	0,675b	606,015c
5	<i>C. orthostachyus</i>	0,664c	373,788d	0,664c	523,268d
6	<i>Calamus</i> sp. (<i>sambuta</i>)	0,656d	321,047e	0,656d	508,580e
7	<i>Calamus</i> sp. (<i>uweepe</i>)	0,655d	317,858e	0,655d	454,963f
8	<i>C. koordersianus</i>	0,638e	296,245f	0,638e	449,142f
9	<i>C. lejocaulis</i>	0,627f	285,987f	0,627f	411,068g
10	<i>C. insignis</i>	0,625f	284,340f	0,625f	403,958h

Keterangan: angka yang diikuti huruf sama berbeda tidak nyata pada taraf $\alpha = 0,01$.

Hasil uji beda rerata terhadap berat jenis rotan menunjukkan bahwa kesepuluh jenis *Calamus* yang diteliti umumnya berbeda sangat nyata antara satu jenis dengan jenis lainnya. Berat jenis tertinggi ditunjukkan oleh rotan jenis *C. inops* dan *C. zollingerii*, sedangkan yang terendah ditunjukkan oleh jenis *C. lejocaulis* dan *C. insignis*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jenis rotan dan posisi pengambilan sampel uji (pangkal, tengah, ujung) berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan lengkung statik, keteguhan tarik sejajar serat, keteguhan tekan sejajar serat dan berat jenis rotan pada taraf kepercayaan 0,01. Perbedaan tersebut diduga disebabkan kadar zat sklerenkim pada setiap posisi sampel (pangkal, tengah, ujung). Hal ini sesuai dengan pendapat Soenardi (1976a) dan Yudodibroto (1984a) bahwa sifat-sifat mekanik rotan merupakan fungsi dari sel-sel sklerenkim yang mengurung berkas pengangkut.

Pada penelitian berat jenis, suhu air yang digunakan untuk penelitian adalah suhu kamar, sehingga pada saat itu berat jenisnya tidak satu, tetapi dianggap satu. Jumlah zat kayu yang terdapat di dalam dinding sel rotan ditentukan oleh tebal dinding sel, besar sel, banyaknya sel yang berdinding tebal, dan lignifikasi dinding sel. Sel-sel pada jaringan rotan yang mempunyai dinding tebal adalah sel sklerenkim. Besarnya berat jenis banyak ditentukan oleh keadaan sel sklerenkim (jumlah, kadar lignifikasi, dan ukuran). Rotan yang mempunyai berat jenis lebih tinggi memiliki zat dinding sel lebih tinggi pula. Kenyataan tersebut sejalan dengan pendapat Soenardi (1976a) bahwa berat jenis merupakan petunjuk yang baik tentang banyaknya zat dinding sel. Hal itu sesuai pula dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya bahwa penentuan berat jenis diikuti oleh kenaikan jumlah sklerenkim (Astuti, 1991; Sulaiman dan Lim, 1991; Tellu, 1992).

Keteguhan tarik sejajar serat rotan

Hasil pengukuran rata-rata keteguhan tarik sejajar serat rotan disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan analisis sidik ragam, nilai F hitung untuk jenis rotan dan posisi sampel lebih besar daripada F tabel pada $\alpha = 0,01$. Hal itu menggambarkan bahwa faktor jenis dan posisi sampel berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan tarik sejajar serat rotan. Interaksi kedua faktor tersebut berpengaruh tidak nyata, karena itu dilanjutkan uji beda rerata berat jenis untuk membandingkan dan menentukan bobot setiap jenis keteguhan tarik sejajar serat rotan. Hasil uji beda rerata terhadap keteguhan tarik sejajar serat rotan menunjukkan bahwa kesepuluh jenis *Calamus* yang diteliti umumnya berbeda sangat nyata antara satu jenis dengan jenis lainnya. Keteguhan tarik sejajar serat tertinggi ditunjukkan oleh rotan jenis *Calamus* sp. (sambuta), sedangkan yang terendah ditunjukkan oleh rotan *C. koordersianus*.

Keteguhan tekan sejajar serat

Hasil pengukuran rata-rata keteguhan tekan sejajar serat rotan disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan sidik ragam, nilai F hitung untuk jenis rotan dan posisi sampel lebih besar daripada F tabel pada $\alpha = 0,01$. Hal itu menggambarkan bahwa faktor jenis dan posisi sampel berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan tekan sejajar serat rotan. Interaksi kedua faktor tersebut berpengaruh tidak nyata, karena itu dilanjutkan uji beda rerata berat jenis untuk membandingkan dan menentukan bobot setiap jenis keteguhan tarik sejajar serat setiap jenis rotan. Hasil uji beda rerata terhadap keteguhan tekan

sejajar serat rotan menunjukkan bahwa kesepuluh jenis *Calamus* yang diteliti umumnya berbeda sangat nyata antara satu jenis dengan jenis lain. Keteguhan tekan sejajar serat tertinggi ditunjukkan oleh rotan jenis *C. ornatus* var. *celebicus*, sedangkan yang terendah ditunjukkan oleh rotan *Calamus* sp. (uweepe).

Keteguhan lentur/lengkung statis

Hasil pengukuran keteguhan lengkung statik rotan disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan analisis sidik ragam, nilai F hitung untuk jenis rotan dan posisi sampel lebih besar daripada F tabel pada $\alpha = 0,01$. Hal itu menggambarkan bahwa faktor jenis dan posisi sampel berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan lengkung statik rotan. Interaksi kedua faktor tersebut berpengaruh tidak nyata, karena itu dilanjutkan uji beda rerata berat jenis untuk membandingkan dan menentukan bobot setiap jenis keteguhan lengkung/statik setiap jenis rotan. Hasil uji beda rerata terhadap keteguhan lengkung statik rotan menunjukkan bahwa kesepuluh jenis *Calamus* yang diteliti umumnya berbeda sangat nyata antara satu jenis dengan jenis lainnya. Keteguhan lentur/lengkung statis tertinggi ditunjukkan oleh jenis *Calamus* sp. (sambuta), sedangkan yang terendah ditunjukkan oleh rotan *C. koordersianus*.

Batang rotan tersusun oleh sebagian besar sel-sel parenkim dan sel-sel sklerenkim. Pada pengukuran sklerenkim, yang diukur adalah panjang dan lebar sel-sel serat, dan diameter parenkim besar. Hasil pengukuran panjang serat rotan menunjukkan perbedaan nyata di antara jenis rotan yang diteliti (Astuti, 1991 dan Tellu, 1992; 2005a; 2005b). Perbedaan tersebut diduga mempengaruhi keteguhan tarik sejajar serat, keteguhan tekan sejajar serat, berat jenis dan keteguhan lengkung statis rotan. Hasil tersebut apabila dibandingkan dengan hasil penentuan berat jenis dan perhitungan jumlah sklerenkim menunjukkan bahwa kenaikan panjang serat diikuti oleh kenaikan jumlah sklerenkim, diikuti pula oleh kenaikan berat jenis. Sel-sel sklerenkim yang berdinding tebal dan panjang menggambarkan ukuran selnya besar sehingga kenaikan panjang serat diikuti oleh kenaikan berat jenis. Hal ini sejalan dengan pendapat Soenardi (1976a) bahwa berat jenis merupakan petunjuk yang baik tentang banyaknya komponen dinding sel.

Hasil analisis keteguhan tarik sejajar serat, menunjukkan perbedaan sangat nyata antara jenis-jenis rotan yang diteliti. Karakter ini dapat dijadikan sebagai karakter yang penting dalam klasifikasi rotan. Apabila suatu jenis rotan memiliki keteguhan tarik sejajar serat tinggi, maka tingkat kekuatan rotan tersebut tergolong tinggi, sehingga tidak mudah pecah atau retak. Kedekatan satu jenis rotan dengan jenis lainnya dapat ditentukan berdasarkan tingkat kesamaan keteguhan tarik sejajar masing-masing seratnya.

Hasil analisis keteguhan tekan sejajar serat, menunjukkan perbedaan sangat nyata antara satu jenis dengan jenis lain. Kenyataan ini dapat dijadikan sebagai karakter yang penting dalam klasifikasi rotan. Jenis rotan yang memiliki tingkat kekuatan yang baik terutama sebagai rotan utuh dapat ditunjukkan oleh tingkat keteguhan tekan sejajar seratnya. Makin tinggi tingkat keteguhan tekan rotan, makin tinggi pula tingkat kekuatannya. Hal itu disebabkan jenis rotan memiliki keteguhan tekan sejajar serat yang tinggi menggambarkan bahwa jenis rotan tersebut memiliki jumlah dan ketebalan dinding sel sklerenkim yang tinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat Soenardi (1976a).

Berdasarkan hasil analisis data di atas, dapat dijelaskan bahwa terdapat indikasi adanya perbedaan ciri fisik dan mekanik pada setiap jenis rotan. Sifat itu dapat digunakan untuk kepentingan klasifikasi. Menurut Liese dan Weiner (1987) struktur anatomi batang menunjukkan variasi yang penting untuk membedakan jenis rotan dan diduga berhubungan dengan ciri fisik dan mekanik batang. Oleh karena itu ciri fisik dan mekanik batang rotan dapat dijadikan sebagai petunjuk penyusunan kunci determinasi tambahan bagi rotan sebagai pelengkap kunci determinasi yang berdasarkan karakter morfologinya. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa ciri fisik dan mekanik rotan dapat dijadikan sebagai faktor pembeda setiap jenis rotan, namun belum ada hasil penelitian rotan yang secara langsung menyusun kunci identifikasi berdasarkan ciri fisik dan mekanik batang.

Penetapan kedekatan jenis-jenis *Calamus* dengan pendekatan kladistik

Penetapan suatu jenis rotan dalam klasifikasi selama ini hanya didasarkan pada penampakan luar (morfologi luar) saja. Karakter yang dijadikan penentu tingkat kedekatan dalam klasifikasi adalah morfologi batang seperti panjang ruas, diameter, tekstur, warna dan penampakan batang; bentuk daun, bunga, dan buah serta alat-alat tambahan lain seperti sirus dan flagel. Karakter tersebut bervariasi menurut jenis. Variasi ini memberikan indikasi mengenai perbedaan dan persamaan jenis rotan berdasarkan karakter morfologi (Dransfield, 1974). Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan adanya indikasi bahwa tingkat kedekatan jenis rotan dapat pula ditentukan berdasarkan ciri/karakter anatomi, fisik, dan mekanik (Yudodibroto, 1984b; Parameswaran dan Liese, 1985; Tellu, 1992).

Dalam penelitian ini, dapat diidentifikasi mengenai karakter fisik dan mekanik rotan yang dapat dijadikan sebagai penentu tingkat kedekatan jenis-jenis rotan sebagai pelengkap berdasarkan karakter morfologi. Hasil tersebut sejalan dengan beberapa indikasi yang ditunjukkan dalam penelitian sebelumnya, seperti Tomlinson (1961), Yudodibroto (1984b), Parameswaran dan Liese (1985), Nyuwito (1987), Weiner dan Liese (1990), Astuti (1991), dan Tellu (1992; 2005a; 2005b). Beberapa hasil penelitian lain menunjukkan adanya indikasi bahwa karakter fisik dan mekanik rotan sangat ditentukan oleh karakter anatominya (Astuti, 1991; Tellu, 2005a, b). Perpaduan antara karakter anatomi dengan fisik dan mekanik tidak dapat dipisahkan satu dengan lainnya. Karakter anatomi yang baik akan menunjukkan karakter fisik yang baik pula, karena karakter fisik dan mekanik rotan sangat tergantung pada kedekatan karakter anatominya.

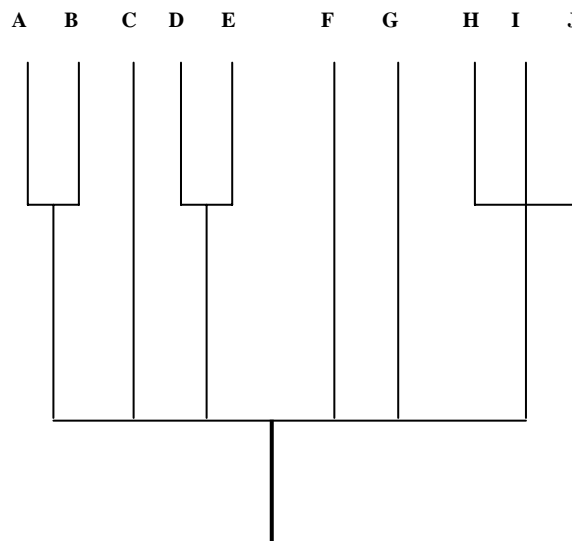
Berdasarkan data penelitian ini, dapat dijelaskan bahwa penentuan kedekatan setiap jenis rotan berdasarkan karakter morfologi, sejalan dengan karakter fisik dan mekanik dalam menentukan tingkat kedekatan jenis rotan. Tingkat kedekatan jenis rotan ditentukan oleh perpaduan sifat-sifat morfologi dan sifat fisik rotan itu sendiri. Karakter penentu kedekatan rotan berdasarkan ciri fisik dan mekanik dalam penelitian ini yang dapat dijadikan penentu kedekatan adalah berat jenis, keteguhan tarik sejajar serat, keteguhan tekan sejajar serat, dan keteguhan lentur/lengkung statis. Berdasarkan hasil analisis data, dapat ditetapkan bobot masing-masing karakter sebagai nilai kladistik setiap jenis (Tabel 2). Nilai-nilai tersebut berdasarkan urutan ranking dari hasil uji BNT. Nilai (bobot) yang sama pada setiap karakter menunjukkan perbedaan tidak nyata setiap jenis rotan.

Tabel 2. Nilai kladistik berdasarkan sifat fisik.

No.	Nama jenis	Bobot setiap karakter berdasarkan uji BNT				Bobot total
		A	B	C	D	
1	<i>C. inops</i>	11	7	11	13	48a
2	<i>C. ornatus celbicus</i>	9	9	15	13	46a
3	<i>C. zollingeri</i>	11	7	13	11	42b
4	<i>Calamus</i> sp. (sambuta)	5	11	13	15	30c
5	<i>C. symphysipus</i>	9	3	7	9	28c
6	<i>C. orthostachyus</i>	7	3	9	5	24d
7	<i>C. lejocaulis</i>	1	5	7	7	20e
8	<i>Calamus</i> sp. (uweepe)	5	1	1	5	12f
9	<i>C. insignis</i>	1	1	5	3	10fg
10	<i>C. koordersianus</i>	3	1	3	1	8fg

Keterangan: A = berat jenis, B = keteguhan tekan sejajar serat, C = keteguhan tarik sejajar serat, D = keteguhan lentur/lengkung statik.

Berdasarkan hasil analisis uji beda rerata terhadap nilai kladistik sifat fisik setiap jenis rotan, dapat disusun kladiogramnya (Gambar 1).



Gambar 1. Kladiogram berdasarkan sifat fisik. Keterangan: A = *C. inops*, B = *Calamus* sp. (sambuta), C = *C. zollingerii*, D = *Calamus* sp. (sambuta), E = *C. symphysipus*, F = *C. orthostachyus*, G = *C. lejocaulis*, H = *Calamus* sp. (uweepe), I = *C. insignis*, J = *C. koordersianus*.

Kladiogram tersebut menggambarkan kedekatan setiap jenis *Calamus*. Penetapan kedekatan rotan berdasarkan karakter fisik dan mekanik dilakukan dengan memberi bobot sesuai rentang nilai yang telah ditetapkan menurut kriteria dan hasil uji BNT. Berdasarkan nilai pembobotan masing-masing karakter, dapat dihitung bobot setiap karakter. Dari hasil pembobotan tersebut, dapat disusun secara stratifikasi kedekatan setiap jenis *Calamus* sesuai hasil uji beda reratanya. Jenis *Calamus* yang menunjukkan perbedaan nyata menurut uji BNT diurutkan sesuai bobot totalnya dari total terendah ke bobot total tertinggi. Jenis *Calamus* yang berbeda tidak nyata disusun sekelompok dengan tetap mengurutkannya sesuai bobot masing-masing.

Urutan kedekatan setiap jenis rotan pada kladiogram tersebut ditetapkan berdasarkan besarnya nilai kladistik karakter fisik dan mekanik masing-masing rotan. Makin sedikit selisih (perbedaan) nilai kladistiknya, maka makin

dekat posisi antara satu dengan yang lain. Makin tinggi selisih nilai kladistiknya, maka makin jauh jarak antara satu dengan yang lain. Hal itu menunjukkan perbedaan posisi setiap jenis rotan dalam kladiogram sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 1. Kladiogram tersebut terbentuk berdasarkan perbedaan nilai setiap jenis rotan. Kedekatan setiap jenis rotan dengan jenis lain tergantung pada besarnya perbedaan nilai kladistik setiap jenis rotan.

Berdasarkan kladiogram tersebut di atas, dapat dijelaskan bahwa terdapat perbedaan antara satu jenis rotan dengan jenis yang lain. Hal itu ditunjukkan oleh jarak (posisi) setiap jenis rotan pada kladiogram (Gambar 1.). Masing-masing jenis rotan menunjukkan perbedaan yang diilustrasikan oleh jarak setiap jenis dalam kladiogram. Besarnya perbedaan setiap jenis rotan menunjukkan urutan kedekatan masing-masing rotan, namun perbedaan urutan tersebut tidak memberikan indikasi sebagai suatu perbedaan yang kuat untuk dijadikan indikator terbentuknya pemisahan pada tingkat marga, tetapi diduga akan mengarah ke terbentuknya kelompok sub-marga. Hal itu disebabkan perbedaan setiap jenis rotan amat kecil.

KESIMPULAN

Sifat fisik dan mekanik rotan dapat dijadikan sebagai karakter pembeda setiap jenis *Calamus*, sehingga dapat disusun suatu klasifikasi baru dalam bentuk kladistik (klasifikasi numerik) sebagai pelengkap klasifikasi berdasarkan karakter morfologi sebelumnya. Hasil perhitungan kladistik dapat dijadikan dasar dalam menyusun kladiogram beberapa jenis *Calamus* dari Sulawesi Tengah. Sifat fisik dan mekanik rotan yang dapat dijadikan penentu kedekatan rotan adalah berat jenis, keteguhan tarik sejajar serat, keteguhan tekan sejajar serat dan keteguhan lentur/ lengkung statis.

DAFTAR PUSTAKA

- Alrasjid, H. 1980. *Pedoman Penanaman Rotan*. Bogor: Lembaga Penelitian Hutan.
- ASTM. 1970. *Annual Book of ASTM Standards, Parts 16.D.143-52*. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
- Astuti, S., 1991. *Anatomi Perbandingan Batang Beberapa Jenis Rotan dari Karangkamulyan dan Pananjung Pangandaran Jawa Barat*. [Tesis]. Bandung: Program Pascasarjana ITB.
- Brown, H.P., A.J. Pansihan, and C.C. Forsaith. 1952. *Textbook of Wood Technology*. Volume 2. New York: Mc Graw-Hill Book Company.
- Cutler, D.F., 1978. *Applied Plant Anatomy*. London: Longman Group Limited.
- Dransfield, J., 1974. *A Short Guide to Rattans*. Bogor: BIOTROP.
- Furtado, C.X. 1951. *Palmae Malasicae*, 11-16. **Korthalsia**, **Plectocomiopsis**, **Myrialepis**, **Plectocomia**, **Ceratolobus**, **Calosphata**. *The Gardens Bulletin Singapore* 13: 300-363.
- Liese, W. and G. Weiner. 1987. Anatomical structures for the identification of rattan. In: Rao, A.N. and I. Vongkaluang (eds.). *Proceeding International Seminar on Rattan*. Kuala Lumpur, October 2-4, 1984.
- Manokaran, N., 1985. Biological and ecological consideration pertinent to the silviculture of rattan. *RIC Bulletin*: 95-106.
- Menon, K.K., 1979. Rattan, a state of the art review. *The Workshop on the Cultivation and Processing of Rattan in Asia*. Singapore, June 1979.
- Mogea, J.P., 1990. *Survey Botani Rotan di Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Selatan*. Bogor: Herbarium Bogoriense Balitbang Botani, Puslitbang Biologi LIPI.
- Nyuwito, 1987. *Sifat-sifat Anatomi Beberapa Jenis Rotan dan Hubungannya dengan Kekuatannya*. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada.
- Parameswaran, N. and W. Liese. 1985. Fibre wall architecture in the stem of rattan manau. In: Rao, A.N. and I. Vongkaluang (eds.). *Proceeding International Seminar on Rattan*. Kuala Lumpur, October 2-4, 1984.
- Rivai, M.A. 1988. *Beberapa Permasalahan tentang Variasi Jenis Tumbuhan*. Bogor: Herbarium Bogoriense, Puslitbang Biologi LIPI.
- Siripatanadilok, S. 1974. *Anatomical Investigation of Javanense Rattan Canes as a Guide to their Identification*. Bogor: BIOTROP & Faculty of Forest Kasetsart University Thailand.
- Sulaiman, A. and S.C. Lim. 1991. Anatomical and physical features of 11-Y-old cultivated **Calamus manan** in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science* 3 (4): 372-379.
- Soenardi, 1976a. *Sifat-sifat Fisika Kayu*. Yogyakarta: Bagian Penerbitan Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Soenardi, 1976b. *Sifat-sifat Mekanika Kayu*. Yogyakarta: Bagian Penerbitan Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Tellu, A.T., 1992. *Anatomi dan Morfologi Beberapa Jenis Rotan dari Sulawesi Tengah*. [Tesis]. Bandung: Program Pascasarjana ITB.
- Tellu, A.T., 2005a. Kunci identifikasi rotan (**Calamus** spp.) asal Sulawesi Tengah berdasarkan struktur anatomi batang. *Biodiversitas* 6 (2): 113-117.
- Tellu, A.T., 2005b. Analisis kedekatan beberapa jenis **Calamus** berdasarkan ciri anatomi batangnya (suatu analisis berdasarkan pendekatan kladistik). *Buletin Penelitian Lembaga Penelitian Unhas Seri Hayati* 8 (1): 1-12.
- Tomlinson, P.B. 1961. *Anatomy of Monocotyledone II. Palmae*. London: Oxford University Press.
- Weiner, G. and W. Liese. 1990. Rattan stem anatomy and taxonomic implications. *Jawa Bulletin* 11: 61-70.
- Yudodibroto, H. 1984a. Processing techniques applied by small-scale rattan manufacturing companies in Indonesia. In: Rao, A.N. and I. Vongkaluang (eds.). *Proceeding International Seminar on Rattan*. Kuala Lumpur, October 2-4, 1984.
- Yudodibroto, H., 1984b. Anatomy, strength properties and the utilization of some Indonesian rattans. In: Rao, A.N. and I. Vongkaluang (eds.). *Proceeding International Seminar on Rattan*. Kuala Lumpur, October 2-4, 1984.