

Potensi masak tebang lima tipe sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) di kawasan hutan sagu Sentani, Papua

Mature palm potency of five types of sago (Metroxylon sagu Rottb.) at sago forest area of Sentani, Papua

Tati ROSTIWATI¹⁾, Rina BOGIDARMANTI¹⁾, Batseba A. SURIPATY²⁾
& Sofwan BUSTOMI¹⁾

¹⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan, Jl. Gunung Batu No.5, Bogor 16610

²⁾ Balai Penelitian Kehutanan Manokwari, Jl. Inamberi Pasir Putih, Manokwari 98131, Papua Barat

Diterima tanggal 6 Januari 2014/disetujui tanggal 14 April 2014

Abstract

Sago palm (Metroxylon sagu Rottb.) is one of the most potential starch-producing crops, however its utilization has not yet optimal, only around 10%, and mostly from sago trees grown near the villages. The objective of this research was to collect data of the potentially productive trees which are Mid Trunk (MT) and Mature Palm (MP) at sago forest of Sentani, Papua province. Survey method was used for this research by making inventory tracks into three plots as subpopulation and three inventory tracks in every plot with 100 m length and 50 m width, and the distance between tracks was 150 m to find out the spreading and approximation of potential trees through multistage analysis. The observed parameters were number of cluster, number of MT and MP for every types of sago palm. The results show that there were three intra-species of spiny sago palms called Yakari, Bata, and Dondo, and two intra-species of unspiny sago palms called Yebha and Ojokuru. The dominant sago type was Yebha. The cluster was spreading sporadically with coefficient of variance (CV) at 24.3. The predicted number of MT was higher than MP. Numbers of MT and MP for every hectare of sago forest were very low, 1.3 MT/ha and 0.3 MP/ha.

[Keywords: sago type, sago cluster, trunk productivity]

Abstrak

Tanaman sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) merupakan tanaman penghasil karbohidrat yang sangat potensial, namun pemanfaatannya masih belum optimal, yaitu hanya sekitar 10%, dan sebagian besar merupakan tanaman sagu yang tumbuh di sekitar perkampungan. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan data pohon yang berpotensi produktif yaitu pohon Belum Masak Tebang (BMT) dan pohon Masak Tebang (MT) di kawasan hutan sagu Sentani, provinsi Papua. Metode survai digunakan pada penelitian ini dengan membuat jalur-jalur inventarisasi dalam tiga plot sebagai sub-populasi dan tiga jalur inventarisasi di setiap plot dengan panjang jalur 100 m, lebar jalur 50 m dan jarak antar jalur 150 m untuk mengetahui tebaran dan penaksiran potensi pohon melalui analisis multi tahap. Parameter yang diamati adalah jumlah rumpun, pohon BMT dan MT untuk setiap jenis sagu. Hasil yang diperoleh: menunjukkan bahwa terdapat tiga spesies sagu berdurip yaitu, Yakari, Bata, Dondo dan dua spesies sagu tidak berdurip yaitu: Yeba dan Ojokuru. Jenis yang mendominasi adalah Yebha. Terlihat adanya tebaran rumpun yang sporadis dengan koefisien keragaman (CV) =24,30, dengan jumlah pohon BMT yang lebih tinggi dibandingkan pohon MT. Hasil penaksiran

*) Penulis korespondensi: rostiwayatiti@yahoo.com

menunjukkan bahwa jumlah pohon per hektar sangat rendah berturut-turut BMT 1,3 pohon/ha dan MT 0,3 pohon per ha.

[Kata kunci: tipe sagu, rumpun sagu, produktivitas batang]

Pendahuluan

Selain sebagai sumber pangan, sagu juga merupakan sumber energi yang potensial karena merupakan tanaman penghasil karbohidrat tertinggi (Sumaryono, 2007; Rostiwati *et al.* 2008; Bustaman, 2008; Syakir & Karmawati, 2013). Indonesia memiliki hutan alam sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) yang sangat luas, yaitu sekitar 1,2 juta ha dengan areal terbesar berada di Papua. Luas tersebut lebih dari setengah (51,2%) populasi sagu di dunia (Flach, 1997). Berdasarkan data tersebut dan dengan asumsi rata-rata produksi pati sagu di Papua sebesar 6 ton/ha/tahun, maka sagu yang tidak termanfaatkan diperkirakan sebesar 6 juta ton/tahun pati sagu atau 10 ton/tahun empulur (pati dan serat). Dari hutan alam sagu yang ada, hampir 60 % sudah lewat masak tebang (LMT) (Indonesia, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 2012).

Sagu termasuk salah satu jenis tanaman ber-rumpun. Satu rumpun tanaman sagu pada umumnya terdiri dari tanaman sagu tua yang biasa disebut Lewat Masak Tebang (LMT), Masak Tebang (MT), sagu dewasa (Belum Masak Tebang - BMT), serta anakan sagu (sagu muda dan sagu anakan). Jong (2011) dalam laporan hasil penelitiannya mengemukakan bahwa pada hutan sagu di Kabupaten Sorong Selatan, Papua Barat, rata-rata terdapat 202 rumpun (kluster) per ha. Dalam satu hektar hamparan hutan sagu tersebut terdapat 1.222 batang sagu dengan berbagai tingkatan umur dan ukuran batang. Pengelolaan sagu berskala industri biasanya menggunakan sistem Tebang Pilih. Namun, sistem ini banyak menemui kendala di antaranya kesulitan dalam menentukan kelayakan pohon sagu yang siap tebang karena bervariasi dalam hal umur dan kondisi tanaman. Apabila kondisi ini dibiarkan dan tidak dikelola dengan baik, maka luas areal sagu lewat masak tebang semakin bertambah sehingga produktivitas pati sagu yang diperoleh oleh perusahaan akan menurun.

Rendahnya produktivitas pati sagu selain ditentukan oleh pemilihan pohon MT, juga

disebabkan oleh perbedaan jenis (tipe) sagu. Hasil survai potensi sagu di Seram Timur Provinsi Maluku (Anonim, 1988) menunjukkan bahwa dengan rata-rata jumlah rumpun 0,51 - 19,89/ha, potensi pohon MT per ha untuk setiap jenis sagu adalah 7,62 individu (tuni), 3,75 individu (makanaru), 2,81 individu (ihur), 4,86 individu (suanggi), 2,14 individu (duri totan), dan 0,48 individu (molat). Hasil penelitian Botanri (2011) tentang struktur populasi sagu di Pulau Seram menunjukkan bahwa terjadi penurunan yang drastis dari populasi BMT (18,89 individu/ha) sampai ke populasi MT (4,57 individu/ha). Di samping itu, disebutkan pula bahwa struktur populasi sagu di-dominasi oleh tingkat semai dengan tingkat kegagalan untuk tumbuh ke fase berikutnya mencapai 85%.

Kandungan pati dalam batang meningkat dalam kurun waktu 1 – 3 atau 4 tahun untuk sagu rotan, sedangkan untuk sagu tuni dan molat peningkatan kandungan pati dalam batang terjadi dalam kurun waktu 3 – 7 tahun atau 8 tahun setelah periode pembentukan batang (Yamamoto *et al.*, 2006). Bintoro (2008) merinci empat karakteristik daun yaitu tingkat duri, ketebalan daun, lebar daun dan panjang daun dari 8 varietas sagu yang tersebar di Halmahera. Hasil eksplorasi plasma nutfah sagu di Pulau Seram, Maluku diperoleh lima jenis sagu yaitu tuni, ihur, makanaro, duri rotan dan molat (Miftahorrahman *et al.*, 1996). Kelima jenis sagu tersebut tersebar secara alami pada satu hamparan sehingga memungkinkan terjadinya penyerbukan antar jenis (*inter species*). Oleh karena itu, dikenal banyak sekali jenis dan tipe sagu berdasarkan kombinasi sifat-sifat dari kelima sagu tersebut. Karena nama lokal sagu berbeda

di setiap wilayah sebaran sagu dan biasanya sudah dikenal oleh masyarakat di daerah tersebut, maka sering dijumpai sagu dengan nama yang berbeda tetapi ternyata merupakan jenis yang sama.

Papua merupakan sentra keragaman sagu terbesar (Mangindaan & Tampake, 2005). Keragaman yang dijumpai pada aksesi-aksesi sagu Papua antara lain adalah penampakan morfologinya yang meliputi keberadaan duri, tinggi dan diameter tanaman, warna pelepah daun, warna pucuk dan warna tepung (Limbongan, 2007). Namun, seiring pesatnya kemajuan teknologi dan pemanfaatan tepung sagu yang semakin beragam, terjadi pula eksploitasi sagu secara besar-besaran, tanpa diimbangi upaya rehabilitasinya (Limbongan, 2007). Berdasarkan pemikiran di atas serta mengingat bahwa komoditi sagu mempunyai prospek yang sangat baik untuk dikembangkan baik sebagai sumber pangan maupun energi, maka untuk memperoleh informasi tentang potensi sagu yang akurat sebagai dasar dalam penyusunan rencana pengusahaan dan pembinaan sesuai dengan asas kelestarian, perlu disediakan data mengenai potensi pohon-pohon produktif dari jenis sagu yang berada pada suatu wilayah tempat tumbuh. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data potensi pohon produktif (BMT dan MT) per hektar di kawasan hutan sagu Distrik Sentani, Provinsi Papua.

Bahan dan Metode

Bahan dan alat

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, ditemukan tiga jenis *intra species* sagu berduri yakni Yakari, Bata dan Dondo dan dua jenis *intra species*

Tabel 1. Sifat karakteristik morfologi dan fisiologi lima jenis sagu di Kwadeware, Sentani, Jayapura, Provinsi Papua.

Table 1. Morphological and physiological characteristic properties of five species/type of sagopalm in Kwadeware Sentani, Jayapura, Papua Province

No	Karakteristik Characteristics	<i>Intra species</i> berduri <i>Intra species of spiny sago palm</i>			<i>Intra species</i> tidak berduri <i>Intra species of non spiny sago palm</i>	
		Yakari	Bata	Dondo	Yebha	Ojokuru
1	Pangkal batang	Normal, lurus dari bawah ke atas, d= 35 cm; T= 11,0 m	Normal, lurus dari bawah ke atas, d= 50 cm; T= 9,0 m	Normal, lurus dari bawah ke atas, d= 35 cm; T= 8,0 m	Normal, lurus dari bawah ke atas, d= 40 cm; T= 9,6 m	Normal, lurus dari bawah ke atas, d= 45 cm; T = 10,0 m
2	Pelepah Batang Warna Duri	Hijau kecoklatan Berselang-seling, duri pendek (pjng:2-6 cm) dan jarang	Hijau tua Berselang-seling, duri panjang (3-15 cm) dan banyak	Coklat tua keabuan Berselang-seling, duri panjang (1,5-13 cm) dan banyak	Hijau bercak putih Tidak berduri	Hijau kehitaman Tidak berduri
3	Warna pucuk	Kemerahan	Kemerahan	Hijau kemerahan	Kemerahan	Hijau kemerahan
4	Daun Warna Panjang daun	Hijau tua 6 – 8 m	Hijau tua 7 – 8 m	Hijau tua 8 – 10 m	Hijau 8 – 9 m	Hijau tua 8 – 10 m
5	Empulur Warna	Kemerahan	Merah muda	Putih	Putih	Merah muda
6	Pati Warna	Putih	Putih	Putih	Putih	Putih kemerahan

sagu tidak berduri yakni Yebha dan Ojokuru dengan karakteristik tertera pada Tabel 1. Alat yang digunakan adalah kompas, GPS, dan *tally sheet*.

Pemilihan lokasi perwakilan

Penelitian dilakukan di Kampung Kwadeware yang terletak di Selatan Kota Sentani, Distrik Waibu, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua. Berdasarkan hasil orientasi di kampung tersebut ada 3 kelompok hutan sagu yang diharapkan dapat memberikan gambaran tentang sebaran jenis sagu. Lokasi tersebut untuk selanjutnya disebut sebagai bagian hutan sagu atau perwakilan dari populasi hutan sagu.

Penarikan contoh (Sampling techniques)

Teknik penarikan contoh yang digunakan adalah penarikan contoh dua bertingkat (*twostage sampling*) dengan penarikan contoh pertama berupa plot perwakilan sebagai contoh primer (n: sebanyak 3 plot) dengan jarak antar plot 150 m; sedangkan penarikan contoh kedua berupa jalur yang dibuat tiap contoh primer sebagai contoh sekunder (m: sebanyak 3 jalur/contoh primer) dengan panjang jalur 100 m dan lebar 50 m dan jarak antar jalur 150 m.

Analisis data

Pengolahan dan analisis data potensi dilakukan menggunakan *multistage analysis*.

Penaksiran potensi rumpun sagu, pohon BMT dan MT (PSG).

Taksiran potensi rumpun, pohon BMT dan pohon MT dihitung dengan rumus:

$$PSG = L(\bar{y} \pm tS_{\bar{y}})$$

- dimana L : luas areal;
- \bar{y} : nilai rata-rata gabungan ($y_{rata-rata}$);
- $S_{\bar{y}}$: dugaan simpangan baku (berdasarkan ragam gabungan).

\bar{y} ($y_{rata-rata}$) dan S_y^2 (ragam gabungan) diperoleh dengan rumus berikut:

$$y_{rata-rata} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m y_{ij}^2}{mn}$$

$$S_b^2 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m y_{ij})^2}{m} - \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m y_{ij})^2}{mn}}{(n-1)}$$

$$S_w^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m y_{ij}^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m y_{ij})^2}{m}}{n(m-1)}$$

$$S_{\bar{y}}^2 = \frac{1}{mn} [S_b^2(1-n/N) + \frac{nS_w^2}{N} (1-m/M)]$$

dimana $S_{\bar{y}}^2$: ragam gabungan; S_b^2 : ragam antar petak; S_w^2 : ragam dalam petak; n: jumlah contoh primer; m: jumlah contoh sekunder/sampel primer; N : total unit

populasi (contoh primer); dan M : total unit populasi contoh sekunder.

Analisis vegetasi

Analisis vegetasi dilakukan terhadap dominasi relatif serta frekuensi dan kerapatan relatif jenis sagu. Kegiatan inventarisasi dominasi jenis sagu dilakukan dengan metode transek dengan analisis vegetasi berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Kusmana (1997).

Hasil dan Pembahasan

Hasil perhitungan jumlah rumpun, pohon BMT dan MT pada setiap plot perwakilan disajikan pada Tabel 2. Terlihat bahwa baik jumlah rumpun maupun jumlah BMT dan MT yang tertinggi ditunjukkan oleh jenis Yebha, namun pada tabel tersebut belum tergambar kisaran dan variasi dari tinggi pohon pada masing-masing jenis tersebut. Parameter tersebut penting untuk mengetahui potensi produksi empulur sebagai bahan bioetanol yang dapat dihasilkan per luasan area oleh masing-masing jenis. Dari analisis berdasarkan Tabel 2. tersebut diperoleh taksiran potensi sagu berupa nilai kisaran jumlah rumpun, pohon BMT dan MT di kawasan hutan sagu Distrik Kwadeware Sentani, Papua sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Kegiatan analisis vegetasi pada kawasan hutan sagu belum banyak dilakukan oleh para peneliti sagu, karena beberapa kendala yang dihadapi di antaranya keterbatasan pengenalan jenis sagu, luasnya kawasan hutan, serta rendahnya aksesibilitas kawasan hutan sagu. Analisis vegetasi yang dilakukan pada plot-plot perwakilan di kawasan hutan Kwadeware Distrik Sentani, Provinsi Papua dapat merupakan data dasar dalam penentuan tindak lanjut kegiatan pembinaan hutan sagu dan konservasi jenis sagu terutama yang mempunyai sifat unggul. Hasil survai terhadap keberadaan jenis sagu tersebut (data tidak ditampilkan) menunjukkan bahwa jenis sagu Yebha selalu mengisi di setiap plot perwakilan. Jenis tersebut berada pada Plot I, II dan III di setiap jalur yaitu 10, 14 dan 14 jalur inventarisasi dengan jumlah individu masing-masing adalah 82, 84 dan 70 individu. Urutan selanjutnya dari jalur inventarisasi yang terisi dan jumlah individu tertinggi pada setiap plot perwakilan berturut-turut adalah jenis Bata, Yakari, Dondo dan Ojokuru.

Taksiran jumlah pohon BMT dan MT per hektar sangat rendah (BMT rata-rata 1,3 pohon/ha, dan MT rata-rata 0,3 pohon per ha). Walaupun nilai FR (29,1%), KR (47,2%) dan INP (76,4) tertinggi ditunjukkan oleh jenis Yebha, namun yang menentukan produktivitas (kuantitas dan kualitas) empulur adalah rendemen pati dan kadar bahan kimia penyusunnya (pati, selulosa dan hemiselulosa) per hektar. Demikian juga dengan terlihatnya jenis Yebha mendominasi di plot-plot perwakilan, namun dengan jumlah MT per hektar yang rendah, maka berdasarkan analisis vegetasi tersebut diperoleh hasil bahwa jenis

Yebha mendominasi di plot-plot perwakilan dengan FR, KR dan INP yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis sagu yang lainnya (Tabel 4).

Hasil penelitian ini sekaligus melengkapi berbagai penelitian sebelumnya mengenai tanaman sagu di Papua dan pengembangannya. Miyazaki (2004), melaporkan jenis sagu yang terdapat di sekitar danau Sentani Jayapura serta keragaman produktivitas sagu yang dihasilkannya. Produksi pati tertinggi dihasilkan dari jenis Para, kemudian disusul jenis Yebha, Follo, dan Osukul. Dari penelitian tersebut juga diidentifikasi jenis sagu yang menghasilkan pati ber-

warna merah seperti Manno, Mongging, Para Hongsay, Puy, Yakhalobe, Osuhulu, Hongsay dan Yebha Hongsay. Sedangkan studi kelayakan hutan alam sagu untuk perkebunan sagu komersial dilakukan oleh Matanubun *et al.* (2006). Berbagai aspek mulai dari biofisik, sosial hingga ekonomi dianalisis dalam penelitian tersebut. Di sisi lain, model penelitian yang sejenis dapat pula dilakukan di daerah lain agar diperoleh data yang lebih lengkap mengenai kondisi tanaman sagu di Indonesia serta potensi pengembangannya.

Tabel 2. Jumlah rumpun, jumlah pohon BMT dan MT, rata-rata tinggi BMT dan MT dari beberapa jenis sagu per hektar di kawasan hutan sagu Distrik Kwadeware Sentani, Provinsi Papua.

Table 2. Number of clusters, number of Mid trunk and Mature palm, average height of Mid trunk and MT of species of sago palm per hectare in sago palm forest area, Kwadeware Sentani district, Papua Province.

Jenis sagu pada Plot Perwakilan <i>Sago palm species in sample plot</i>	Jumlah Rumpun <i>Number of clusters</i>	BMT <i>Mid trunk</i>		MT <i>Mature palm</i>	
		Jumlah batang <i>Number of trunk</i>	Tinggi (m) <i>Height (m)</i>	Jumlah batang <i>Number of trunk</i>	Tinggi (m) <i>Height (m)</i>
Yebha					
I	118,8	266,7	47,2	62,2	30,6
II	182,2	251,1	26,7	60,0	32,9
III	164,4	184,4	26,4	55,5	33,1
Rata-rata	155,13	234,1	33,4	59,2	32,2
Bata					
I	71,1	184,4	27,5	4,4	12,0
II	84,4	71,1	27,9	6,6	22,0
III	71,1	91,1	27,3	17,7	20,8
Rata-rata	75,53	95,5	27,5	9,6	18,2
Yakari					
I	53,3	73,3	27,9	8,8	35
II	57,7	75,5	26,7	6,6	22
III	64,4	62,2	27,2	15,5	32,5
Rata-rata	58,46	70,33	27,2	10,3	29,8
Dondo					
I	33,3	42,2	20,7	4,4	21,0
II	33,3	42,2	13,1	4,4	7,5
III	22,2	22,2	21,4	2,2	7,0
Rata-rata	29,60	35,5	18,4	3,8	11,8
Ojokuru					
I	31,1	48,8	27,8	2,2	11
II	44,4	40,0	26,4	-	-
III	44,4	35,5	27,0	8,8	22
Rata-rata	39,9	41,40	27,0	3,7	11,0

Tabel 3. Penaksiran potensi jumlah batang pohon BMT dan MT masing-masing jenis sagu per hektar di kawasan hutan sagu Distrik Kwadeware Sentani, Provinsi Papua.

Table 3. Trunk number potential approximation for each species of Mid Trunk and Mature palm per hectare in sago palm forest area, Kwadeware Sentani District, Papua Province.

Jenis Sagu <i>Sago palm species</i>	Taksiran potensi jumlah batang (<i>Approximately of trunk number potency</i>)			
	BMT (<i>Mid trunk</i>)		MT (<i>Mature palm</i>)	
	Maksimum (<i>Maximum</i>)	Minimum (<i>Minimum</i>)	Maksimum (<i>Maximum</i>)	Minimum (<i>Minimum</i>)
Yebha	94,80	61,24	21,06	18,44
Bata	42,20	21,51	5,95	0,46
Yakari	26,33	20,62	5,24	1,68
Dondo	16,33	7,40	1,73	0,73
Ojokuru	16,39	11,20	3,00	0,53

Tabel 4. Rata-rata Frekwensi Relatif (FR), Kerapatan Relatif (KR) dan Indeks Nilai Penting (INP) jenis sagu pada plot perwakilan.

Table 4. Average of Relative Frequency (RF), Relative Density (RD) and Importance Value Index (IVI) of sago palm species at sample plot.

Jenis (Species)	FR (RF) (%)	KR (RD) (%)	INP (IVI)
Yebha	29,1	47,2	76,4
Bata	22,0	19,6	41,6
Yakari	19,1	15,7	34,8
Dondo	13,8	7,9	21,8
Ojokuru	15,9	9,3	25,3

Kesimpulan

Terdapat perbedaan karakteristik morfologi dan fisiologi tiga *intra species* sagu berduri (Bata, Yakari, Dondo) dan dua *intra species* sagu tidak berduri (Yebha dan Ojokuru). Tebaran antar rumpun sagu sangat sporadis dengan koefisien keragaman (CV) sebesar 24,3. Taksiran jumlah pohon BMT dan MT per hektar sangat rendah yakni rata-rata BMT 1,3 pohon/ha dan MT 0,3 pohon per ha. Jenis Yebha mendominasi di setiap plot perwakilan dengan FR = 29,1%; KR= 47,2% dan INP=76,4.

Daftar Pustaka

Anonimous (1988). *Laporan Hasil Survey Potensi Tegakan Sagu Di Kelompok Hutan Sagu Seram Timur, Propinsi Maluku*. Jakarta, Departemen Kehutanan.

Bintoro HMH (2008). *Bercocok Tanam Sagu*. Bogor, IPB Press. 71 p.

Botanri S, D Setiadi, E Guhardja, I Qayim & LB Prasetyo (2011). Studi ekologi tumbuhan sagu (*Metroxylon* spp.) dalam komunitas alami di Pulau Seram Maluku. *J. Penelitian Hutan Tanaman* 8 (3), 135 – 145.

Bustaman S (2008). Strategi pengembangan bio-etanol berbasis sagu di Maluku. *Perspektif* 7(2), 66-79

Flach M (1997). Sago palm, *Metroxylon sagu* Rottb. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) Promoting conservation and use of underutilized and neglected crops, 13 IPGRI Italy. 71 p.

Indonesia, Badan Penelitian dan Pengembang Kehutanan (2012). Sistem silvikultur hutan alam sagu. *Dalam: Tati Rostiwati et al. (Penyusun). Sagu (Metroxylon spp) Sebagai Sumber Energi Bioetanol Potensial*. Bogor,

Pusat Penelitian dan Pengembangan Produksi Hutan, p.III-1.

Jong, FS (2011). Growth and yield parameters of natural sago forests for commercial operations. Abstract In Program Book: The 10th International Sago Symposium. Sago for Food Security, Bio-energy, and Industry from Research to Market. IPB International Convention Center. 29-30 October 2011, Bogor, Indonesia.

Kusmana C (1997). Metode survey vegetasi. PT. Penerbit Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Limbongan J (2007). Morfologi beberapa jenis sagu potensial. *Jurnal Litbang Pertanian* 26 (1),16-24.

Mangindaan HF & H Tampake (2005). Status plasma nutfah tanaman sagu (*Metroxylon* sp.). *Buku Pedoman Pengeloaan Plasma Nutfah Perkebunan*. Bogor, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, p. 319-329

Matanubun H, B Santoso, M Nauw, A Rochani, DN Irbayanti, MAP Palit & A Kurniawan (2006). Feasibility study of the natural sago forest for the establishment of the commercial sago palm plantation at Kaureh District, Jayapura, Papua Province Indonesia. *In: Proc of the Eight International Sago Symp* Jayapura 4-6 August, 2005 p. 79 – 92.

Miftahorrahman, H Novarianto & D Allolering (1996). Identification of sago species and rehabilitation to increase productivity of sago (*Metroxylon* sp.) in Irian Jaya. *In: Proc of Sixth International Sago Symp* Pekanbaru 9-12 December 1996. p. 79 – 95.

Miyazaki A (2004). Studies on differences in photosynthetic abilities among varieties and related characters in sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) in Indonesia. Paper, Unpublish, Faculty of Agriculture, Kochi University. 50 pp.

Rostiwati T, Y Lisnawati, S Bustomi, B Leksono, D Wahyono, S Pradjadinata, R Bogidarmanti, D Djaenudin, E Sumadiwangsa & N Haska (2008). Sagu (*Metroxylon* spp.) Sebagai Sumber Energi Bio-etanol Potensial. Bogor, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman, Badan Litbang Kehutanan.

Sumaryono (2007). Tanaman sagu sebagai sumber energi alternatif. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 29 (4), 3-4.

Syakir M & E Karmawati (2013). Potensi tanaman sagu (*Metroxylon* spp.) sebagai bahan baku bioenergi. *Perspektif* 12 (2), 57-64.

Yamamoto Y, T. Yoshida, A. Miyazaki, FS. Jong, YB. Pasolon & H Matanubun (2006). Biodiversity and productivity of several sago palm varieties in Indonesia. *In: Proc of the Eight international Sago Symp* Jayapura August 4-6, 2005. p. 35 – 64.