



## Dinamika Populasi Sagu (*Metroxylon sago* Rottb) pada Berbagai Tipe Habitat di Daerah Aliran Sungai (DAS) Sentani Kabupaten Jayapura, Papua

### *Population Dynamics of Sago (Metroxylon sago Rottb.) in Various Habitat Types in the Sentani Watershed, Jayapura Regency, Papua*

Petrus Abraham Dimara<sup>1</sup>, Amilda Auri<sup>2\*</sup>, Yubelince Y. Runtuboi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Kehutanan, Universitas Papua

Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari, West Papua, Indonesia 98314

Dikirim: 1 Mei 2024; Disetujui: 7 Juni 2024, Diterbitkan: 20 Juni 2024

DOI: [10.47039/ish.6.2024.43-55](https://doi.org/10.47039/ish.6.2024.43-55)

#### Inti Sari

Pohon sagu dapat dimanfaatkan untuk ketahanan pangan lokal. Penelitian ini mengkaji komposisi dan struktur sagu *Metroxylon sago* Rottb. di daerah DAS Sentani. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis vegetasi dengan menggunakan Indeks Keanekaragaman Simpson. Diketahui komposisi tanaman sagu di DAS Sentani didominasi oleh tiga belas varietas sagu lokal. Karakteristik *Metroxylon sago* Rottb. di habitat kering ditemukan 10 varietas dengan nilai Indeks Keanekaragaman Simpson 0,85 dan kemerataan 0,94; pada habitat tergenang sementara ditemukan 13 varietas. Rumpun sagu pada habitat tergenang memiliki rata-rata tutupan tertinggi (161,43 m<sup>2</sup>) atau rumpun sagu seluas 14 meter, sedangkan pada habitat kering mempunyai rata-rata tutupan terendah (116,58 m<sup>2</sup>) atau rumpun sagu berdiameter 12 meter. Dengan menghitung Indeks Nilai Penting (INP) pada seluruh wilayah pengamatan, diketahui bahwa *phara* dan *yebha* mempunyai nilai tertinggi, sedangkan INP terendah terdapat pada varietas *wani*, *phane*, *yakhe*, *yakhalobe*, *hobholo* dan *osukhulu*.

**Kata Kunci:** Indeks Nilai Penting, *Metroxylon sago* Rottb., Daerah Aliran Sungai Sentani, Indeks Keanekaragaman Simpson

#### Abstract

*Sago palm can be utilized for local food security purpose. This reseach examines the composition and structure of Metroxylon sago Rottb in Sentani watershed areas. The method applied in this reseach is vegetation analysis by employing Simpson's Diversity Index. It is found that the composition of Sago palm in Sentani watershed areas is dominated by thirteen local sago varieties. The characteristic of Metroxylon sago Rottb palm clump in the dry habitat can be seen in 10 varieties as this has Simpson's diversity Index value 0.85 and Evenness 0.94; in the temporary flooded habitat, it is found 13 varieties. Furthermore, sago palm clump in flooded habitat has the highest mean coverage (161.43 m<sup>2</sup>) or sago palm clump covering 14 meters while the dry habitat has the lowest mean coverage(116.58 m<sup>2</sup>) or this has sago palm clump diameter 12 meters. By calculating the Importance Value Index (IVI) in all observed areas, it is found that phara and yebha have the highest value, while the lowest IVI is found in certain varieties wani, phane, yakhe, yakhalobe, hobholo and osukhulu.*

**Keywords:** Importance Value Index, *Metroxylon sago* Rottb., Sentani Watershed, Simpson Diversity Index

\* Korespondensi Penulis  
Tlp : +6281240620709  
Email : a.auri@unipa.ac.id



## I. Pendahuluan

Pohon sagu (*Metroxylon sagu* Rottb) tergolong dalam ordo Arecatea, famili Palmae, subfamili Calamoidae dan genus *Metroxylon* (Nitta *et al.*, 2002; Ehara *et al.*, 2018). *Metroxylon sagu* Rottb memiliki variasi yang cukup besar berdasarkan karakteristik morfologi dan genetik (Abbas *et al.* 2020). Tumbuhan sagu di Kabupaten Jayapura memiliki karakteristik morfologi dan pertumbuhan serta produktivitas pati yang sangat beragam (Abbas *et al.*, 2012; Yamamoto *et al.*, 2020a). Di sekitar Danau Sentani ditemukan 21 varietas yang memiliki keragaman dalam penampilan morfologi, misalnya keberadaan duri, tinggi tanaman, lingkaran batang, dan warna tepung (Yamamoto *et al.*, 2020b). Keanekaragaman varietas sagu tersebut menggambarkan ekosistem alami yang masih utuh, dan keanekaragaman hayati dengan tingkat endemik yang tinggi. Potensi sagu yang tersedia di daerah ini telah dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat sehingga menjadi salah satu aset dari ketahanan pangan lokal. Eksploitasi pohon sagu perlu mempertimbangkan aspek teknis, lingkungan dan ekonomi (Zhu, 2019).

Luas hutan sagu di DAS Sentani adalah 7.842,76 ha. Habitat sagu dan terbesar dijumpai di tepian Danau Sentani dan secara administrasi meliputi Distrik Ebungfau 899,53 ha, Kemtuk 593,30 ha, Sentani 2.164,61 ha, Sentani Barat 696,01 ha, Sentani Timur 1.521,85 ha, dan Waibu 1.967,48 ha. Hutan sagu terluas dijumpai pada ketinggian 0-100 mdpl dengan luas sebesar 4.385,63 ha. Sedangkan hutan sagu terkecil berada pada ketinggian 401-450 mdpl dengan luas 11,39 ha. Habitat sagu juga banyak tersebar pada jenis tanah mediteran dengan curah hujan 1.750 mm tahun<sup>-1</sup> (Dimara *et al.*, 2021).

Hutan sagu di sekitar Danau Sentani merupakan komunitas tumbuhan yang menghubungkan antara ekosistem daratan dan ekosistem danau. *Metroxylon sagu* Rottb merupakan jenis tumbuhan yang secara alami dapat dijumpai di daerah rawa yang berair tawar, rawa yang bergambut, di daerah sepanjang aliran sungai, sekitar sumber air, lahan kering, lahan tergenang temporer, atau tergenang permanen (Limbongan, 2007). Lingkungan tempat tumbuh sagu yang baik yaitu daerah yang berlumpur, akar napas tidak terendam,

kaya mineral, kaya bahan organik, air tanah berwarna coklat dan bereaksi agak masam. Sagu juga tahan terhadap kondisi-kondisi seperti kekeringan, banjir, angin kencang dan api (Ehara *et al.*, 2018). Tumbuhan sagu membentuk rumpun pada tipe lahan kering hingga lahan tergenang air. Pertumbuhan pohon sagu di lahan kering umumnya lebih lambat dibandingkan pertumbuhan pohon sagu di lahan basah yang tidak tergenang (Azhar *et al.*, 2020a). Keberadaan lingkungan tempat tumbuh meliputi iklim, relief, tanah dan hidrologi memiliki faktor penting dalam penyebaran varietas sagu.

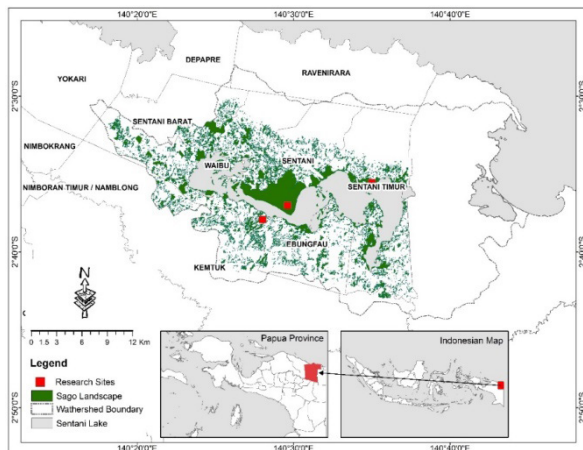
Tumbuhan sagu membentuk rumpun sagu di DAS Sentani, setiap rumpun terdiri atas semai, saphan, pancang dan pohon. Luas rumpun, tipe komposisi maupun struktur setiap varietas sagu dipengaruhi oleh tempat tumbuh dan faktor lingkungan. Rumpun sagu secara alami secara bertahap akan berkembang menjadi hutan sagu bercampur dengan tumbuhan lainnya. Hutan sagu yang telah stabil akan didominasi oleh tumbuhan sagu (Sasaoka *et al.*, 2014). Informasi mengenai struktur dan komposisi diperlukan dalam mendukung pengelolaan dan pelestarian hutan sagu.

Analisis vegetasi merupakan cara untuk mengetahui struktur dan komposisi sagu di hutan alam. Hasil analisis vegetasi tersebut akan memberikan informasi mengenai jumlah jenis, pola sebaran, frekuensi, kerapatan, indeks nilai penting (INP) dan indeks keragaman tumbuhan sagu. Penelitian ini bertujuan mengetahui komposisi dan struktur *Metroxylon sagu* Rottb di DAS Sentani.

## II. Metode

### A. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di hutan sagu yang tersebar dalam wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Sentani. Waktu penelitian berlangsung dari bulan Agustus – Desember 2022. Secara administrasi, hutan sagu tersebar dalam 6 (enam) wilayah distrik, yaitu Distrik Sentani Timur, Sentani, Sentani Barat Ebungfau, Kemtuk dan Kecamatan Waibu, Kabupaten Jayapura Provinsi Papua, Indonesia. Secara geografis, DAS Sentani terletak antara 2°27'46,88"- 2°44'7,95"S dan 140°16'44,76"- 140°38'25,37"E (Gambar 1).



Gambar 1. Peta hutan sagu di DAS Sentani, Kabupaten Jayapura, Papua, Indonesia

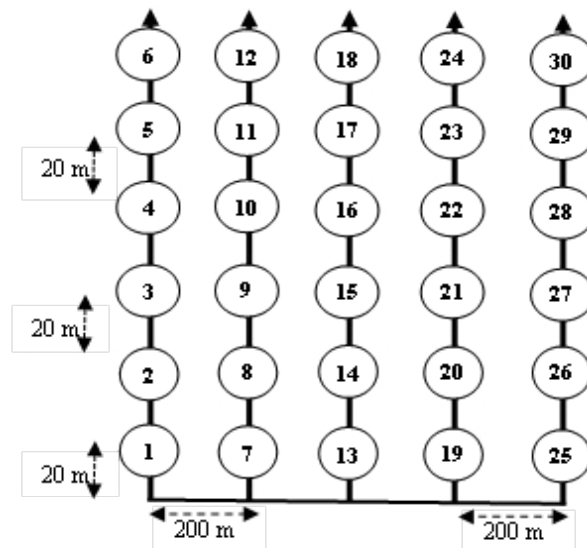
## B. Prosedur

Pengamatan struktur dan komposisi tumbuhan sagu dilakukan dengan tahapan membuat jalur-jalur transek di masing-masing habitat, yaitu habitat tergenang, temporer dan kering. Penelitian ini menggunakan plot ukur lingkaran atau *circular plot* dengan luas lingkaran mengikuti rumpun sagu (Lilleleht *et al.*, 2014; Arland *et al.*, 2018).

Metode penempatan plot ukur pada masing-masing wilayah sampling dilakukan secara sistematis pada jalur utama (*baseline*) sepanjang 1 km dan terbagi menjadi 5 (lima) jalur dengan jarak antar jalur 200 meter. Pada setiap jalur diletakkan 6 (enam) buah plot ukur secara sistematis yang masing-masing berjarak 20 meter dari titik pusat plot ukur sehingga diperoleh 30 plot ukur/habitat. Jumlah plot ukur untuk ketiga habitat adalah 90 plot ukur. Dalam penelitian ini, habitat lahan kering adalah habitat sagu yang tidak pernah tergenang/kering. Habitat temporer adalah lahan yang dipengaruhi oleh pasang surut air danau. Sedangkan habitat tergenang adalah lahan yang mengalami genangan pada periode waktu relatif cukup lama, biasanya lebih dari satu bulan. Jumlah plot ukur pada masing-masing habitat ditentukan dengan mempertimbangkan syarat sebaran data terdistribusi normal. Sedangkan pengukuran faktor lingkungan meliputi suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban udara dan pH tanah.

Inventarisasi sagu diawali dengan pengukuran dari pusat jari-jari lingkaran rumpun sagu sampai tajuk rumpun terluar

untuk memperoleh luas plot ukur. Kemudian tumbuhan sagu yang ditemukan dalam tiap plot ukur dicatat jenis dan jumlah individu. Tumbuhan sagu memiliki beberapa fase pertumbuhan yaitu semai (tinggi bebas daun 0-0,5 m), sapihan (tinggi bebas daun 0,6-1,5 m), pancang (tinggi bebas daun 1,6-5m), dan pohon (tinggi bebas daun >5 m) (Louhenapessy *et al.* 2010). Parameter yang diukur di lapangan meliputi nama jenis (*variant*), jumlah individu tiap jenis, diameter, tinggi total, dan tinggi bebas daun.



Gambar 2. Kombinasi metode jalur dengan lingkaran pengukuran plot sistematis

## C. Analisis Data

Data inventarisasi yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mendapatkan nilai frekuensi relatif (FR), kerapatan relatif (KR), dan dominansi relatif (DR) sehingga diperoleh indeks nilai penting (INP) (McElhinny *et al.* 2005; Gao *et al.* 2014). Pada tingkat pohon dan pancang  $INP = FR + KR + DR$ , sedangkan sapihan dan semai  $INP = FR + KR$ .

### a. Kerapatan Jenis

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\sum \text{individu}}{\text{luas petak contoh}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{kerapatan suatu jenis}}{\text{kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

### b. Frekuensi

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\sum \text{sub petak ditemukannya suatu jenis}}{\sum \text{seluruh sub petak contoh}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif (KR)} = \frac{\text{frekuensi suatu jenis}}{\text{frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

c. Dominansi

$$\text{Dominansi (D)} = \frac{\text{luas bidang dasar suatu jenis}}{\text{luas petak contoh}}$$

$$\text{Dominansi Relatif (KR)} = \frac{\text{dominansi suatu jenis}}{\text{dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

### III. Hasil dan Pembahasan

#### A. Luas Hutan Sagu dan Tipe Habitat

Hutan sagu di wilayah DAS Sentani Kabupaten Jayapura memiliki luas 7.842,76 ha. Karakteristik habitat sagu di daerah ini terdiri atas tiga yaitu habitat kering, habitat temporer dan habitat tergenang. Habitat kering yang menjadi tempat bagi tumbuhan sagu sebesar 1.246,35 ha (15,89%). Habitat kering terbesar berada di Distrik Sentani Barat seluas 435,75 ha dan habitat kering terkecil berada di Distrik Sentani seluas 13,33 ha (Dimara et al. 2021).

Tumbuhan sagu pada habitat temporer seluas 4.820,49 ha (61,46%). Hasil pengamatan di habitat temporer diperoleh tinggi genangan 10-15 cm di atas permukaan tanah, selama 1-3 bulan. Tumbuhan sagu akan berkembang dengan baik jika berada pada tanah yang dipengaruhi pasang surut, terutama bila air pasang tersebut merupakan air tawar (Miyazaki et al., 2016; Patandianan, 2020). Habitat temporer terbesar berada di Distrik Sentani sebesar 1.728,76 ha dan habitat temporer terkecil berada di Distrik Sentani Barat seluas 260,26 ha.

Tumbuhan sagu pada habitat tergenang adalah sebesar 1.775,92 ha (22,64%). Hasil pengamatan di habitat tergenang diperoleh tinggi genangan mencapai 15-30 cm di atas permukaan tanah pada musim kemarau dan tinggi genangan air 50-70 cm pada musim hujan. Genangan air yang menutupi perakaran tumbuhan sagu terus menerus dapat mempengaruhi suplai oksigen bagi pertumbuhan sagu. Kekurangan oksigen akan menyebabkan kerusakan pada jaringan perakaran sehingga menghambat pertumbuhan sagu (Azhar et al., 2020b). Habitat tergenang terbesar berada di Distrik Sentani Timur sebesar 576,38 ha dan habitat tergenang terkecil berada di Distrik Ebungfau seluas 226,57 ha (Dimara et al., 2021).

#### B. Keanekaragaman Varietas Sagu

Varietas sagu (*Metroxylon sagu* Rottb) yang dijumpai sebanyak 13 (tiga belas) varietas, yaitu *ebhesum*, *folo*, *hobholo*, *manno*, *pane*, *phara*, *rondo*, *ruruna*, *osukhulu*, *wani*, *yakhalobe*, *yakhe* dan *yebha*. Masyarakat Sentani menggunakan bahasa daerah dalam mengidentifikasi dan membedakan varietas sagu lokal. Penggunaan nama lokal varietas sagu didasarkan pada pengetahuan masyarakat tentang karakter morfologi sagu (Matanubun et al., 2015; Yamamoto et al., 2020b). Menurut masyarakat petani sagu, varietas *phara*, *yebha*, *osukhulu* dan *folo* memiliki hasil pati yang tinggi yaitu 300-400 kg pati kering/batang. *Phara* adalah varietas unggul tertinggi di daerah Sentani (Miyazaki et al., 2016). *Yebha* adalah varietas unggul tertinggi kedua yang biasa dibudidayakan dan dikonsumsi oleh penduduk setempat (Miyazaki et al., 2007). Pohon sagu dapat menghasilkan panen pati yang signifikan yaitu sekitar 150–300 kg pati kering/batang untuk setiap pohon (Ehara et al., 2018).

Masyarakat Sentani yang tinggal di sekitar Danau Sentani membedakan varietas sagu dalam dua kelompok utama, yaitu sagu berduri dan sagu tidak berduri. Varietas sagu yang berduri meliputi *ebhesum*, *manno*, *phara*, *rondo*, *ruruna*, *yakhalobe* sedangkan varietas sagu tidak berduri meliputi *folo*, *hobholo*, *phane*, *osukhulu*, *wani*, *yakhe* dan *yebha*. Setiap varietas sagu memiliki ekotipe yang berbeda-beda. Karakteristik fisiologis, anatomis, dan fenologis dari setiap spesies mempengaruhi interaksi dan asosiasi terhadap spesies lain (Crausbay & Martin, 2016). Varietas *ruruna* memiliki duri yang berkembang pada fase permudaan, kemudian akan menghilang setelah memasuki fase dewasa. Sagu varietas berduri menghasilkan biomassa yang lebih rendah dibandingkan dengan jenis sagu yang tidak berduri, namun waktu panen sagu varietas berduri lebih pendek daripada sagu varietas tidak berduri (Pasolon, 2015). Daun varietas *phara*, *yebha*, *osukhulu* dan *phane* sering digunakan untuk membuat atap rumah karena ukuran daun yang lebih lebar, keras, dan lebih tahan lama jika dibandingkan varietas lainnya. Kulit batang sagu dari varietas *yebha* memiliki lapisan kulit tebal dan serat kayu yang kuat sehingga lebih sering digunakan sebagai lantai rumah. Sebaran hutan sagu dapat dilihat pada Gambar 3.



(a)



(b)

**Gambar 3.** Sebaran hutan sagu di habitat kering (a) dan habitat tergenang (b)

### C. Struktur Hutan Sagu

#### a) Karakteristik rumpun sagu

Secara visual tumbuhan sagu mengelompok dalam rumpun besar maupun rumpun kecil di wilayah DAS Sentani. Pola sebaran rumpun pada habitat tergenang cenderung mengelompok (*clumped*) dengan jarak antar rumpun rata-rata 2,57 m, kemudian habitat kering memiliki sebaran rumpun acak (*random*) dengan jarak antar rumpun rata-rata 3,29 m, dan habitat temporer memiliki sebaran rumpun merata (*uniform*) dengan jarak antar rumpun rata-rata 2,55 m.

Luas rumpun sagu memiliki hubungan erat dengan jumlah individu dan kemampuan adaptasi terhadap kondisi air tanah, unsur hara, dan sinar matahari. Luas rumpun sagu dipengaruhi oleh kemampuan jangkauan perakaran sagu di dalam tanah. Rumpun sagu di habitat tergenang memiliki luas rata-rata tertinggi sebesar 161,43 m<sup>2</sup> atau diameter rumpun sagu sebesar 14 meter. Akar pohon sagu mulai tumbuh secara horisontal sebelum tahap pembentukan batang, sedangkan setelah pembentukan batang maka akar akan meningkat secara vertikal seiring

bertambahnya usia dan luas diameter pohon tersebut (Miyazaki *et al.*, 2016). Habitat kering memiliki luas rata-rata rumpun terendah yaitu 116,58 m<sup>2</sup> atau diameter rumpun sagu sebesar 12 meter. Ketersediaan air merupakan faktor lingkungan yang dapat membatasi pertumbuhan, perkembangan, dan produksi tumbuhan sagu. Apabila kondisi tempat tumbuh optimal, maka tumbuhan sagu dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

Jumlah individu dalam rumpun sagu di habitat kering memiliki total individu tertinggi yaitu 27 individu per rumpun dan individu terendah dijumpai pada habitat tergenang sebesar 11 individu per rumpun. Pohon sagu yang tumbuh di tanah mineral memiliki sistem perakaran yang berkembang baik. Hal ini juga berkaitan dengan kesuburan tanah yang berpengaruh terhadap pertumbuhan sagu. Karakteristik rumpun dan tumbuhan sagu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tumbuhan sagu yang dapat dijumpai dalam setiap rumpun terdiri atas individu semai, sapihan, pancang dan pohon. Habitat temporer memiliki rata-rata individu yaitu 16 semai/rumpun, 7 sapihan/rumpun, 3 pancang/rumpun dan 2 pohon/rumpun. Individu semai mempunyai jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan sapihan, pancang dan pohon. Banyaknya semai daripada pohon diduga karena pertumbuhan semai berjalan dengan baik. Habitat tergenang memiliki rata-rata individu terendah yaitu 6 semai/rumpun, 3 sapihan/rumpun, 0-1 pancang/rumpun, dan 0-1 pohon/rumpun. Tumbuhan sagu yang tumbuh pada kondisi habitat tergenang memiliki pertumbuhan yang lambat jika dibandingkan tumbuhan sagu yang tumbuh di habitat temporer dan kering (Azhar *et al.*, 2020a).

Hasil pengamatan kerapatan menunjukkan fase pohon sagu di habitat kering rata-rata dijumpai 88 pohon/ha, sedangkan habitat temporer dijumpai 78 pohon/ha dan habitat tergenang dapat dijumpai 62 pohon/ha. Habitat kering memiliki pertumbuhan pohon yang optimal sagu. Kemudian kerapatan fase pancang sagu di habitat kering rata-rata dijumpai 106 pancang/ha, sedangkan habitat temporer dijumpai 81 pancang/ha dan habitat tergenang dapat dijumpai 66 pancang/ha. Selanjutnya fase semai banyak dijumpai pada habitat temporer yaitu 1183 semai/ha

jika dibandingkan dengan habitat kering dan tergenang. Keberadaan suatu jenis dan individu tumbuhan dipengaruhi oleh faktor fisik lingkungan, seperti ketinggian, kelembaban udara, jenis tanah, pH, dan curah hujan (Chua *et al.*, 2021).

### b) Indeks Nilai Penting Pohon Sagu

Varietas *phara* dan *yebha* memiliki INP tertinggi pada tingkat pohon dan pancang. Varietas *phara* untuk tingkat pohon memiliki INP sebesar 88,13% di habitat kering, INP

sebesar 78,30% di habitat temporer, dan INP sebesar 60,61% di habitat tergenang. Kemudian tingkat pancang varietas *phara* memiliki INP sebesar 86,18% di habitat kering, INP sebesar 62,69% di habitat temporer, sedangkan varietas *yebha* memiliki INP sebesar 104,59% di habitat tergenang. Pohon sagu dari varietas *phara* dan *yebha* memiliki pertumbuhan optimal pada kawasan hutan di sekitar Danau Sentani (Rostiwati *et al.*, 2014). Semakin besar nilai INP suatu spesies semakin besar tingkat penguasaan terhadap komunitas dan sebaliknya.

Tabel 1. Karakteristik rumpun sagu di DAS Sentani

No	Parameter tumbuhan sagu	Habitat tergenang			Habitat temporer			Habitat kering		
		Min.	Rata <sup>2</sup>	Maks.	Min.	Rata <sup>2</sup>	Maks.	Min.	Rata <sup>2</sup>	Maks.
Rumpun										
1	Luas rumpun (m <sup>2</sup> )	98,47	161,43	237,67	75,39	131,54	216,31	58,06	116,58	167,30
2	Total Individu/rumpun	4	10,57	22	13	22,97	43	10	27,3	47
3	Jarak rumpun sekitar (m)	1	2,57	6,2	1	2,55	5,6	1	3,29	8,3
Pohon										
4	Pohon/rumpun (individu)	0	0,9	2	1	2,1	3	1	1,4	3
5	Diameter (cm)	44,65	48,21	53,34	43,19	48,91	54,55	43,57	49,38	55,22
6	Tinggi Total (TT) (m)	11,7	13,6	15,6	9,3	13,19	16,8	10,3	12,54	16,4
7	Tinggi Bebas Daun (TBD) (m)	5,3	7,56	10,8	5,7	8,84	12,5	5,1	7,14	9,1
8	Kerapatan /ha	42,08	61,44	101,55	46,23	78,46	132,64	59,76	88,25	172,24
Pancang										
9	Pancang/rumpun (individu)	0	0,93	2	1	2,97	5	1	2,57	5
10	Diameter (cm)	39,59	43,13	50,25	39,84	45,17	50,7	38,06	45,34	51,37
11	Tinggi Total (TT) (m)	6,2	9,4	11,8	5,6	8,43	11,5	6,1	8,26	11,3
12	Tinggi Bebas Daun (TBD) (m)	1,8	3,6	5	1,6	3,25	4,8	1,6	2,9	5
13	Kerapatan/ha	46,23	65,88	101,55	46,23	80,91	132,64	59,76	106,18	230,04
Sapihan										
14	Sapihan/rumpun (individu)	0	2,77	7	2	6,6	12	1	6,2	12
15	Kerapatan/ha	49,76	201,04	527,64	256,76	516,22	1101,98	68,87	562,2	1205,68
Semai										
16	Semai/rumpun (individu)	2	5,97	14	5	15,63	32	6	12,8	25
17	Kerapatan/ha	107,43	384,57	913,98	561,68	1183,02	2326,4	544,26	1113,65	2071,22

Sumber: Analisis Data Primer, 2021

Varietas *wani*, *phane*, *yakhe*, *yakhalobe* dan *osukhulu* memiliki INP terendah tingkat pohon dan pancang. Varietas *wani* untuk tingkat pohon memiliki INP sebesar 5,64% di habitat kering, varietas *phane* memiliki INP sebesar 3,93% di habitat temporer, dan varietas *yakhe* memiliki INP sebesar 8,95% di habitat tergenang. Kemudian tingkat pancang varietas *wani* memiliki INP sebesar 8,52% di habitat kering, varietas *yakhalobe* memiliki INP sebesar 6,25% di habitat temporer, dan varietas *osukhulu* yang tidak dijumpai di habitat tergenang. Indeks Nilai Penting jenis tumbuhan pada suatu komunitas merupakan salah satu parameter yang menunjukkan peranan jenis tumbuhan tersebut dalam komunitasnya tersebut. Kehadiran suatu jenis tumbuhan pada suatu daerah menunjukkan kemampuan adaptasi dengan habitat dan toleransi yang lebar terhadap kondisi lingkungan (Normand *et al.*, 2017).

Hasil perhitungan indeks nilai penting tingkat pohon dan pancang disajikan pada Tabel 2. Tingkat pohon dan pancang dari masing-masing varietas memiliki nilai dominansi berbeda di ketiga habitat. Pada tingkat pohon, dominansi relatif tertinggi diperoleh varietas *phara* 23,38% di habitat kering, 19,79% di habitat temporer, 19,00% di habitat tergenang. Hal ini berkaitan dengan pertumbuhan pohon di habitat kering mencapai rata-rata diameter 48,94 cm, tinggi total 12,37 m dan tinggi bebas pelepah 7,20 m. Selanjutnya pohon di habitat temporer memiliki rata-rata diameter 47,91 cm, tinggi total 12,36 m dan tinggi bebas pelepah 8,19 m. Kemudian pohon di habitat tergenang memiliki rata-rata diameter 48,83 cm, tinggi total 13,44 m dan tinggi bebas pelepah 7,38 m. Studi ini menemukan bahwa kelas diameter tidak terdistribusi secara merata, dimana pohon berdiameter lebih kecil mendominasi jika dibandingkan pohon yang berdiameter lebih besar. Pola ini seragam ditiga habitat sagu. Hasil penelitian menunjukkan *Metroxylon sago* Rottb varietas *phara* mampu beradaptasi dan berkembangbiak dengan baik di habitat kering dan temporer. Varietas *phara* dalam populasi sagu memiliki jumlah pohon yang lebih besar dibandingkan varietas lainnya di kedua habitat tersebut. Varietas *phara* dan *yebha* memiliki kemampuan adaptasi yang baik dan produksi yang tinggi.

Nilai dominansi masing-masing jenis tumbuhan tersebut dihitung berdasarkan besarnya diameter batang setinggi dada, sehingga besarnya nilai dominansi juga dipengaruhi oleh luas rumpun, kerapatan jenis dan ukuran rata-rata diameter batang dari masing-masing pohon dan pancang pada jenis yang sama. Nilai dominansi relatif tertinggi pada tingkat pancang diperoleh varietas *phara* 24,92% di habitat kering, 15,06% di habitat temporer, dan varietas *yebha* sebesar 28,18% di habitat tergenang. Vegetasi yang bertumbuh optimal dengan kondisi hidrologis yang stabil dapat mengontrol siklus bahan organik dan pelepasan nutrisi yang dihasilkan dari dekomposisi. Namun peningkatan genangan dapat mengakibatkan pergeseran komunitas vegetasi (Normand *et al.*, 2017). Varietas *phara* dan *yebha* memiliki nilai dominansi tertinggi karena rata-rata ukuran diameter batang dan tinggi lebih besar dari varietas lainnya serta jumlahnya banyak. Fase pancang di habitat kering mencapai rata-rata diameter 45,56 cm, tinggi total 8,22 m dan tinggi bebas pelepah 2,79 m. Selanjutnya fase pancang di habitat temporer memiliki rata-rata diameter 44,18 cm, tinggi total 8,06 m dan tinggi bebas pelepah 3,08 m. Kemudian fase pancang di habitat tergenang memiliki rata-rata diameter 42,79 cm, tinggi total 8,70 m dan tinggi bebas pelepah 3,43 m.

Nilai frekuensi tertinggi ditemukan pada varietas *phara* yaitu sebesar 40,23% di habitat kering, 39,20% di habitat temporer, 25,25% di habitat tergenang. Nilai frekuensi tersebut menunjukkan kehadiran jenis di lokasi penelitian. Secara umum, varietas tumbuhan sagu yang memiliki nilai kerapatan tinggi juga memiliki nilai frekuensi yang tinggi. Data komposisi jenis dan aspek struktural dalam inventarisasi merupakan informasi penting untuk mengukur aspek keanekaragaman hayati (McElhinny *et al.*, 2005; Gao *et al.*, 2014). Varietas *phara* dan *yebha* memiliki jumlah terbesar dan tersebar merata di lokasi penelitian, serta memiliki nilai kerapatan dan frekuensi tertinggi.

Pada tingkat pohon, varietas *phara* memiliki kerapatan 91 individu/ha di habitat kering, 73 individu/ha di habitat temporer, 54 individu/ha di habitat tergenang. Selanjutnya tingkat pancang diperoleh varietas *phara*

**Tabel 2.** Indeks nilai penting fase pohon dan pancang berdasarkan varietas sagu

No	Varietas Sagu	Pohon				Pancang			
		DR	FR	KR	INP	DR	FR	KR	INP
Habitat Kering									
1	Varietas <i>folo</i>	11,43	11,49	11,98	34,91	14,08	13,10	19,42	46,60
2	Varietas <i>hobholo</i>	7,25	3,45	6,77	17,47	6,39	2,98	5,30	14,67
3	Varietas <i>manno</i>	7,12	3,45	8,41	18,98	6,41	2,98	4,77	14,16
4	Varietas <i>phane</i>	2,71	0,57	4,65	7,93	4,06	0,89	6,32	11,27
5	Varietas <i>phara</i>	23,38	40,23	24,53	88,13	24,92	39,58	21,67	86,18
6	Varietas <i>rondo</i>	9,30	6,90	9,99	26,19	8,72	6,25	13,62	28,59
7	Varietas <i>ruruna</i>	6,94	3,45	6,05	16,44	5,43	2,38	4,99	12,80
8	Varietas <i>osukhulu</i>	12,26	5,75	8,29	26,30	5,19	2,38	3,01	10,58
9	Varietas <i>wani</i>	2,32	0,57	2,74	5,64	3,90	0,89	3,73	8,52
10	Varietas <i>yebha</i>	17,30	24,14	16,59	58,02	20,89	28,57	17,17	66,64
									300
Habitat Temporer									
11	Varietas <i>ebhesum</i>	4,86	1,51	7,15	13,51	3,56	1,14	4,91	9,60
12	Varietas <i>folo</i>	8,07	5,03	10,09	23,18	3,67	2,27	4,00	9,94
13	Varietas <i>hobholo</i>	1,32	0,50	2,38	4,20	4,82	1,52	6,54	12,87
14	Varietas <i>manno</i>	7,35	5,03	8,27	20,64	5,56	3,79	5,68	15,03
15	Varietas <i>phane</i>	1,58	0,50	1,85	3,93	4,51	1,52	5,08	11,11
16	Varietas <i>phara</i>	19,79	39,20	19,32	78,30	15,06	31,82	15,82	62,69
17	Varietas <i>rondo</i>	12,96	16,08	11,68	40,72	12,79	18,18	12,00	42,97
18	Varietas <i>ruruna</i>	6,63	4,02	8,05	18,70	8,07	5,30	9,48	22,85
19	Varietas <i>osukhulu</i>	6,34	4,02	4,94	15,29	8,67	6,06	7,05	21,78
20	Varietas <i>wani</i>	11,09	10,55	10,32	31,96	13,13	12,50	11,20	36,83
21	Varietas <i>yakhalobe</i>	4,96	1,51	2,81	9,27	3,19	1,14	1,93	6,25
22	Varietas <i>yakhe</i>	5,05	3,02	5,35	13,41	6,93	4,55	8,06	19,53
23	Varietas <i>yebha</i>	10,00	9,05	7,82	26,86	10,05	10,23	8,27	28,54
									300
Habitat Tergenang									
24	Varietas <i>folo</i>	14,65	16,16	14,23	45,04	10,35	6,82	10,41	27,57
25	Varietas <i>hobholo</i>	10,64	9,09	11,41	31,14	14,18	13,64	14,91	42,72
26	Varietas <i>osukhulu</i>	7,65	4,04	7,96	19,65	0	0	0	0
27	Varietas <i>phara</i>	19,00	25,25	16,35	60,61	12,10	6,82	7,64	26,56
28	Varietas <i>rondo</i>	7,18	4,04	7,31	18,53	13,93	13,64	13,23	40,80
29	Varietas <i>ruruna</i>	18,83	20,20	17,39	56,43	11,20	6,82	11,80	29,81
30	Varietas <i>yakhe</i>	4,13	1,01	3,81	8,95	10,06	6,82	11,06	27,94
31	Varietas <i>yebha</i>	17,91	20,20	21,54	59,66	28,18	45,45	30,95	104,59
									300

Sumber: Analisis data primer, 2021

memiliki kerapatan 93 individu/ha di habitat kering, 81 individu/ha di habitat temporer, dan 71 individu/ha di habitat tergenang. Varietas *phara* dan *yebha* memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan. Di dalam habitat sagu juga terjadi persaingan yang melibatkan berbagai macam vegetasi. Persaingan tidak hanya terjadi antar individu di dalam rumpun tetapi juga vegetasi lain seperti liana, herba, dan paku-pakuan. Persaingan dan interaksi tersebut terjadi untuk mendapatkan unsur hara di dalam tanah dan sinar matahari, sehingga hubungan antar vegetasi bersifat simbiosis (Barron *et al.*, 2011).

Varietas *phara* untuk tingkat saphan memiliki INP sebesar 63,96% di habitat kering, INP sebesar 57,45% di habitat temporer, sedangkan varietas *yebha* memiliki INP sebesar 44,52% di habitat tergenang. Kemudian pada tingkat semai varietas *phara* memiliki INP sebesar 64,81% di habitat kering, INP sebesar 54,99% di habitat temporer, dan varietas *yebha* memiliki INP sebesar 44,60% di habitat tergenang. Hasil perhitungan indeks nilai penting tingkat saphan dan semai disajikan pada Tabel 3.

Nilai frekuensi relatif tertinggi pada tingkat saphan dan semai ditemukan pada varietas *phara* sebesar 38,28% di habitat kering, 38,30% di habitat temporer, 20,16% di habitat tergenang. Selain itu, varietas *ruruna* dan *yebha* juga memiliki nilai frekuensi relatif tertinggi di habitat tergenang masing-masing sebesar 20,16%. Berdasarkan fase pertumbuhan sagu yaitu semai, saphan, pancang, pohon dapat terlihat beberapa varietas cenderung dominan di habitat tertentu. Karakteristik fisiologis, anatomis, dan fenologis dari setiap spesies mempengaruhi interaksi dan asosiasi terhadap spesies lain (Crausbay & Martin, 2016). Varietas *phara* dan *yebha* yang memiliki nilai kerapatan tinggi juga memiliki nilai frekuensi yang tinggi. Kedua varietas tersebut memiliki jumlah saphan dan semai yang banyak tersebar pada lokasi penelitian. Pada tingkat saphan dan semai, varietas *phara* memiliki kerapatan 618 individu/ha di habitat kering, 494 individu/ha di habitat temporer, dan varietas *yebha* 264 individu/ha di habitat tergenang. Pada setiap rumpun sagu tidak selalu dapat ditemukan rumpun yang memiliki semua fase pertumbuhan berupa semai, saphan, tiang dan pohon. Demikian pula pada setiap rumpun sagu

tidak selalu dapat ditemukan pohon masak tebang (Louhenapessy *et al.*, 2010).

Berdasarkan pengetahuan lokal masyarakat tentang karakter morfologi sagu yang menentukan varietas sagu di DAS Sentani. Varietas *phara*, *yebha*, *osukhulu* dan *folo* umumnya dibudidaya dan merupakan sumber pangan lokal utama penduduk setempat sekaligus habitatnya merupakan lumbung pangan lokal. Untuk varietas *phara*, *yebha*, *osukhulu* dan *folo* memiliki hasil pati yang tinggi yaitu 300-400 kg pati kering/batang. (Miyazaki *et al.*, 2016). Bahkan potensi sagu pada kawasan ini jauh lebih tinggi dari pati sagu umumnya yang hanya sekitar 150-300 kg pati kering/batang untuk setiap pohon (Ehara *et al.*, 2018). Untuk itu potensi sagu varietas lokal sentani merupakan salah satu sumber bahan makanan yang dapat dikembangkan secara lestari untuk kepentingan kebutuhan pangan (ketahanan pangan lokal)

Potensi sagu alam adalah sumber bahan pangan yang prospektif yang perlu dikekola dengan baik. Tanpa perencanaan yang memadai, sagu yang tersedia akan cepat punah dan tidak dapat lagi diandalkan. Upaya perencanaan sagu sebagai sumber pangan lokal kedepannya dapat dilakukan pada berbagai tatanan. Kegiatan pelestarian melalui ekstensifikasi, intensifikasi, peremajaan dan perawatan sagu alam dan budidaya perlu dilakukan secara intensif (Thahir *et al.*, 2014). Saat ini kebijakan afirmatif pemerintah daerah dengan penggalangan pola konsumsi pangan lokal pada skala rumahan maupun kewajiban hotel menyediakan pangan lokal pada menu makanan yang telah dilakukan di Jayapura termasuk Sentani. Festival di kampung Wisata Yoboi Sentani menghadirkan kearifan lokal masyarakat dalam mengolah sagu sebagai produk utama dan ulat sagu sebagai hasil turunan yang telah ditampilkan pada ajang nasional dan internasional.

### c) Faktor Lingkungan

Hutan sagu di DAS Sentani sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Habitat kering memiliki kisaran suhu 20,2-33,9°C, kelembaban udara 61-80% dan pH tanah 6-7. Suhu udara merupakan salah satu faktor penting karena mempunyai pengaruh terhadap proses metabolisme dan susunan vegetasi tumbuhan (Crausbay and Martin, 2016;

Dimara *et al.*, 2021). Kelembaban yang terlalu tinggi akan menghambat proses transpirasi pada tumbuhan yang berakibat terhambatnya penyerapan air dan garam mineral dari dalam tanah oleh tumbuhan (Azhar *et al.*, 2018). Habitat temporer memiliki kisaran suhu 20-

38°C, kelembaban udara 61-80% dan pH tanah 6-7. Tumbuhan memerlukan suhu 15-25°C untuk tumbuh optimal, apabila suhu terlalu tinggi atau rendah akan menyebabkan tumbuhan tersebut mati (Ehara *et al.*, 2018; Okazaki and Sasaki, 2018). Habitat tergenang

**Tabel 3.** Indeks nilai penting fase sapihan dan semai berdasarkan varietas sagu

No	Varietas sagu	Sapihan			Semai		
		FR	KR	INP	FR	KR	INP
<b>Habitat Kering</b>							
1	Varietas <i>folo</i>	12,50	10,53	23,03	12,50	11,52	24,02
2	Varietas <i>hobholo</i>	3,13	8,09	11,22	3,13	8,46	11,59
3	Varietas <i>manno</i>	3,13	8,39	11,51	3,13	6,80	9,93
4	Varietas <i>phane</i>	0,78	7,15	7,93	0,78	6,19	6,97
5	Varietas <i>phara</i>	38,28	25,67	63,96	38,28	26,53	64,81
6	Varietas <i>rondo</i>	7,03	9,27	16,30	7,03	7,98	15,02
7	Varietas <i>ruruna</i>	3,13	4,37	7,49	3,13	4,72	7,85
8	Varietas <i>osukhulu</i>	3,13	4,01	7,13	3,13	7,17	10,30
9	Varietas <i>wani</i>	0,78	2,41	3,19	0,78	3,34	4,12
10	Varietas <i>yebha</i>	28,13	20,12	48,24	28,13	17,28	45,41
				200			200
<b>Habitat Temporer</b>							
11	Varietas <i>ebhesum</i>	1,06	5,32	6,39	1,06	3,98	5,05
12	Varietas <i>folo</i>	4,26	5,73	9,98	4,26	4,50	8,75
13	Varietas <i>hobholo</i>	1,06	2,28	3,35	1,06	2,65	3,72
14	Varietas <i>manno</i>	4,26	6,03	10,28	4,26	8,68	12,93
15	Varietas <i>phane</i>	1,06	3,54	4,61	1,06	3,09	4,16
16	Varietas <i>phara</i>	38,30	19,15	57,45	38,30	16,69	54,99
17	Varietas <i>rondo</i>	17,02	13,71	30,74	17,02	12,47	29,50
18	Varietas <i>ruruna</i>	4,26	3,85	8,11	4,26	6,66	10,91
19	Varietas <i>osukhulu</i>	4,26	5,06	9,31	4,26	7,08	11,34
20	Varietas <i>wani</i>	9,57	9,34	18,91	9,57	9,79	19,36
21	Varietas <i>yakhlobe</i>	1,06	2,69	3,75	1,06	4,17	5,23
22	Varietas <i>yakhe</i>	4,26	11,24	15,49	4,26	10,75	15,01
23	Varietas <i>yebha</i>	9,57	12,05	21,63	9,57	9,48	19,06
				200			200
<b>Habitat Tergenang</b>							
24	Varietas <i>folo</i>	12,90	8,46	21,36	12,90	13,09	25,99
25	Varietas <i>hobholo</i>	12,90	6,79	19,69	12,90	10,61	23,51
26	Varietas <i>osukhulu</i>	3,23	4,97	8,20	3,23	2,29	5,51
27	Varietas <i>phara</i>	20,16	14,70	34,86	20,16	9,81	29,97
28	Varietas <i>rondo</i>	7,26	13,59	20,85	7,26	13,76	21,02
29	Varietas <i>ruruna</i>	20,16	18,73	38,89	20,16	16,60	36,76
30	Varietas <i>yakhe</i>	3,23	8,42	11,64	3,23	9,39	12,62
31	Varietas <i>yebha</i>	20,16	24,35	44,52	20,16	24,44	44,60
				200			200

Sumber: analisis data primer, 2021

memiliki kisaran suhu 21,8-34,8°C, kelembaban udara 60-80% dan pH tanah 5-6. Tumbuhan sagu menyukai lingkungan dengan pH tanah berkisar 5,5-6,5 atau sedikit asam sampai netral. pH sangat penting dalam menentukan aktivitas dan dominasi mikroorganisme tanah yang berhubungan siklus hara, penyakit tanaman dan dekomposisi.

Tumbuhan sagu merupakan jenis tumbuhan yang toleran terhadap sinar matahari. Intensitas cahaya di habitat kering berkisar antara 135,3-193,4 lux, di habitat temporer antara 146,7-187,5 lux, sedangkan habitat tergenang berkisar 137,4-192,1 lux. Intensitas cahaya merupakan sumber energi dalam proses fotosintesis untuk memproduksi tepung/karbohidrat dan oksigen. Intensitas cahaya yang rendah akan mempengaruhi proses fotosintesis yang akan menyebabkan produktivitasnya menjadi rendah. Azhar *et al.*, (2020b) menjelaskan cahaya matahari merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman melalui tiga sifatnya di antaranya intensitas cahaya, kualitas cahaya (panjang gelombang) dan lamanya penyinaran (panjang hari). Pengaruh ketiga sifat cahaya tersebut terhadap pertumbuhan sagu adalah melalui pembentukan klorofil, pembukaan stomata, pembentukan antosianin, perubahan suhu daun dan batang, penyerapan hara, permeabilitas dinding sel dan transpirasi. Hal ini didukung oleh penelitian Suripatty (2018) bahwa faktor lingkungan seperti air, cahaya dan vegetasi dapat mempengaruhi pertumbuhan varietas sagu, pada daerah tergenang, daerah temporer dan daerah kering, sedangkan kelembaban tidak mempengaruhi pertumbuhan.

#### IV. Kesimpulan

Komposisi jenis sagu didominasi oleh 13 varietas lokal, yaitu 10 varietas di habitat kering, 13 varietas di habitat temporer dan 8 varietas di habitat tergenang. *Metroxylon sagu* Rottb varietas lokal tersebut meliputi *ebhesum*, *folo*, *hobholo*, *manno*, *phane*, *phara*, *rondo*, *ruruna*, *osukhulu*, *wani*, *yakhalobe*, *yakhe* dan *yebha*. Hasil penghitungan Indeks Nilai Penting (INP) untuk semua lokasi pengamatan diketahui varietas *phara* dan *yebha* mempunyai INP tertinggi, sedangkan INP terendah diperoleh varietas *wani*, *phane*, *yakhe*, *yakhalobe*, *hobholo* dan *osukhulu*.

Varietas sagu *phara*, *yebha*, *osukhulu* dan *folo*

memiliki hasil pati yang tinggi yaitu 300-400 kg pati kering/batang merupakan sumber pangan lokal unggulan yang perlu dikelola intensif khususnya pada habitat kering, temporer dan tergenang sebagai tipologi lumbung pangan lokal. Selain itu kebijakan afirmatif pemerintah daerah dengan penggalangan pola konsumsi pangan lokal maupun kewajiban hotel menyediakan pangan lokal termasuk di dalamnya berbahan dasar sagu.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPDP (Lembaga Pengelola Dana Pendidikan) yang telah membiayai penelitian ini serta kepada Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Fakultas Kehutanan Universitas Papua. Terima kasih juga kepada para reviewer yang telah mereview penulisan artikel ini. Terima kasih kepada Badan Riset dan Inovasi Daerah Provinsi Papua Barat atas kesempatan penerbitan artikel ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesainya penelitian ini.

#### V. Daftar Pustaka

- Abbas, B and Hiroshi, E. (2012). Assessment genetic variation and relationship of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) in Indonesia based on specific expression gene (Wx genes) markers. African Journal of Plant Science 6 (12): 314-320. <https://doi.org/10.5897/AJPS12.015>
- Abbas, B., Ihwan, T., Munarti. (2020). Genetic diversity of sago palm (*Metroxylon sagu*) accessions based on plastid cpDNA matK gene as DNA barcoding. Biodiversitas 21 (1): 219-225. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210128>
- Arland S, Emy S, Muhammad I. (2018). Studi penerapan metode pohon contoh (tree sampling) dalam pendugaan potensi tegakan hutan tanaman ekaliptus (*A Study on the Application of Tree Sampling Method*) Wahana forestra: jurnal kehutanan 13 (2): 132-143. <https://doi.org/10.31849/forestra.v13i2.1567>
- Azhar A, Daigo M, Hitoshi N, Hiroshi E. (2018). Photosynthesis of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) seedling at different air temperatures. MDPI Agric 8(4):1-10. <https://doi.org/10.3390/agric8040001>

- [doi.org/10.3390/agriculture8010004](https://doi.org/10.3390/agriculture8010004).
- Azhar A, Daigo M, Hitoshi N, Hiroshi E. (2020a). Evaluating sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) photosynthetic performance in waterlogged conditions: utilizing pulse-amplitude modulated (PAM) fluorometry as a waterlogging stress indicator. *J Saudi Soc Agric Sci* 19 (1): 37- 42. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.05.004>
- Azhar A, Daigo M, Hitoshi N, Koki A, Mai T, Saeka U, Rena T, Barahima A, Hiroshi E. (2020b). Sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) response to drought condition in terms of leaf gas exchange and chlorophyll a fluorescence. *Plant Production Science*, 1-8. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2020.1794914>
- Barron AR, Purves DW, Hedin LO. (2011). Facultative nitrogen fixation by canopy legumes in a lowland tropical forest. *Oecologia* 165:511-520. <https://doi.org/10.1007/s00442-010-1838-3>
- Crausbay SD and Martin PH. (2016). Natural disturbance, vegetation patterns and ecological dynamics in tropical montane forests. *J Trop Ecol* 32:384-403. <https://doi.org/10.1017/S0266467416000328>
- Chua SND, Kho EP, Lim SF, Hussain MH. (2021). Sago palm (*Metroxylon sagu*) starch yield, influencing factors and estimation from morphological traits. *Advances in Materials and Processing Technologies*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/2374068X.2021.1878702>
- Dimara PA, Purwanto RH, Sunarta S, Wardhana W. (2021). The spatial distribution of sago palm landscape Sentani watershed in Jayapura District, Papua Province, Indonesia. *Biodiversitas* 22 (9): 3811-3820. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220926>
- Ehara H, Toyoda Y, Johnson DV. (2018). Sago palm: Multiple contributions to food security and sustainable livelihoods. Singapore: Springer Nature
- Gao T, Hedblom M, Emilsson T, Nielsen AB. (2014). The role of forest stand structure as biodiversity indicator. *For. Ecol. Manage.* 330: 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.007>.
- Lilleleht A, Sims A, Pommerening A. (2014). Spatial forest structure reconstruction as a strategy for mitigating edge-bias in circular monitoring plots. *Forest Ecology and Management* 316: 47-53. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.08.039>
- Louhenapessy J. E, Luhukay M, Talakua S, Salampessy H, Riry J. (2010). Sagu: Harapan dan Tantangan (*Sago palm: Hope and Challenge*). Bumi Aksara, Jakarta.
- Limbongan J. 2007. Morfologi Beberapa Jenis Sagu Potensial di Papua. *Jurnal Litbang Pertanian* 26(1): 16-24.
- Matanubun H. (2015). Folk taxonomy of sago palm varieties around Sentani Lake, Jayapura, Papua Province, Indonesia. *Proceedings of the 12th International Sago Symposium*. Manokwari, 15-16 September 2015.
- Miyazaki A, Yoshinori Y, Kazuki O, Hardaning P, Ray SG, Yulius BP, Jermia L. (2007). Leaf Photosynthetic Rate in Sago Palms (*Metroxylon sagu* Rottb.) Grown under Field Conditions in Indonesia. *Jpn. J. Trop. Agr.* 51 (2): 54-58. <https://doi.org/10.11248/jsta1957.51.54>
- Miyazaki A, Daisuke W, Yoshinori Y, Tetsushi Y, Fransiscus SR, Yulius BP, and Foh shoon J. (2016). Comparison of Root Development in Sago Palm of Different Ages, Regions and Folk Varieties. *Trop. Agr. Develop.* 60(3): 179-184. <https://doi.org/10.11248/jsta.60.179>
- McElhinny C, Gibbons P, Brack C, Bauhus J. (2005). Forest and woodland stand structural complexity: its definition and measurement. *For. Ecol. Manag.* 218 (1): 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.08.034>. ISSN 0378-1127
- Nitta Y, Yusuke G, Ken'ichi K, Hiroshi E, Ho A, Tetsushi Y, Yoshinori Y, Toshiaki M, Foh-Shoon J, Abdul HH. (2002). Morphological and anatomical observations of adventitious and lateral roots of sago palms. *Plant prod. sci.* 5(2) 139- 145. <https://doi.org/10.1626/pps.5.139>
- Normand AE, Smith AN, Clark MW, Long JR, Reddy KR. (2017). Chemical composition of soil organic matter in a subarctic peatland: Influence of shifting vegetation communities. *Soil science society of America Journal*, 81:41-49. <https://doi.org/10.2136/sssaj2016.05.0148>
- Okazaki M dan Sasaki Y. (2018). Soil Environment in sago palm forest. In Ehara H (eds.) *Sago palm: multiple contributions*

- to food security and sustainable livelihood. Springer, Berlin
- Pasolon YB. (2015). Environment, growth and biomass production of sago palm (*Metroxylon sago* Rottb.): a case study from Halmahera, Papua And Kendari. *International journal of sustainable tropical agricultural sciences* 2(1): 97-104
- Patandianan E. A. (2020). Perhitungan neraca air Daerah Aliran Sungai Pami Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. *Igya Ser Hanjop* 2(2):93-102. <https://doi.org/10.47039/ish.2.2020.93-102>
- Rostiwati T, Rina B, Suripatty BA, Sofwan B. (2014). Potensi masak tebang lima tipe sago (*Metroxylon sago* Rottb.) di kawasan hutan sago Sentani, Papua (*The mature palm potential of five sago palm Metroxylon sago Rottb.) types in Sentani Sago Forest - Papua*). *Menara Perkebunan* 82 (1): 10-14. <https://doi.org/10.22302/iribb.jur.mp.v82i1.26>
- Sasaoka M, Laumonier Y, Sugimura K. (2014). Influence of indigenous sago-based agriculture on local forest landscapes in Maluku, East Indonesia. *Journal of tropical forest Science* 26 (1):75-83
- Suripatty, B. A. (2018). Hubungan Pertumbuhan Varietas Sagu (*Metroxylon sago* Rottb) dengan Faktor Lingkungan di Desa Seget Papua Barat. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 14(1), 8–13. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2018.14.1.8>
- Thahir, R., Supriatna S, A., & Purwani, E. Y. (2014). Simulasi Model Dinamik Ketersediaan Sagu Mendukung Ketahanan Pangan: Kasus Papua. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian SIMULASI*, 1301–1319.
- Yamamoto Y, Isamu Y, Tetsushi Y, Akira M, Yulius BP, Sigit D, Jermia L, Foh Shoon J, Albertus FI, Aysyah AA. (2020a). Characteristics of Growth and Starch Productivity of Wild Sago Folk Variety “Manno” Grown near Jayapura, Papua, Indonesia. *Trop. Agr. Develop.* 64 (3):135-145. <https://doi.org/10.11248/jsta.64.135>
- Yamamoto Y, Kazuo K, Tetsushi Y, Akira M, Foh Shoon J, Yulius BP, Hubertus M, Fransiscus SR, Nicholus, Jermia L. (2020b). Growth characteristics and starch productivity of folk varieties of sago palm around Lake Sentani near Jayapura, Papua State, Indonesia. *Trop. Agr. Develop.* 64:23-33. <https://doi.org/10.11248/jsta.64.23>
- Zhu F. (2019). Recent advances in modifications and application of sago starch. *Food Hydrocolloids* 96: 412-423. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyb.2019.05.035>