

## DAYA DUKUNG LINGKUNGAN EKOSISTEM HUTAN MANGROVE SEBAGAI PENYEDIA PANGAN DAN AIR

Adi Sutrisno \*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Borneo Tarakan, Jl. Amal  
Lama 01, Tarakan, 77124, Indonesia.

\*e-mail: adis\_sutrisno@yahoo.com

### ABSTRACT

*Many researchers have extensively studied the damage to mangrove forest ecosystems, as the damage has caused a significant reduction in carrying capacity. This study aimed to assess the status of mangrove forests as carrying capacity at the Kayan and Sembakung river basins are geographically located 116°25'0"-117°35'0" EL and 2°28'0"-3°44'0" NL, where the land cover has changed many times due to development activities. The status assessment uses an ecosystem service approach with a simple, weighted approach to mathematical modelling, By using landscape, vegetation type and land cover parameters. The results of this study showed that: (1) Mangrove forest ecosystems in Kayan River basins tend to have "very high" support (35.10%) and Sembakung River basins tend to be "medium" (58.65%) as food providers, while in Kayan river basins the supporting power is "very low" (66.99%) and in Sembakung river basins they tend to be "low" (76.80%); and (2) Mangrove forests undergo conversion to secondary mangroves, open-field ponds, and open-fields plantations, mixed gardens and shrubs, such that support is very high as a food provider. However, freshwater supplies tend to be low and even very low.*

*Keywords: Water; Ecosystem; Food; Mangroves*

### ABSTRAK

Kerusakan ekosistem hutan mangrove telah banyak dikaji oleh peneliti, dimana kerusakan tersebut dapat menyebabkan penurunan daya dukung lingkungannya. Oleh karenanya, penelitian ini dimaksudkan untuk menilai status daya dukung hutan mangrove pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Kayan dan Sembakung, yang secara geografis terletak pada 116°25'0"-117°35'0" dan BT 2°28'0"-3°44'0" LU, yang telah banyak mengalami perubahan tutupan lahan akibat aktivitas pembangunan. Penilaian status dilakukan menggunakan pendekatan jasa ekosistem dengan pendekatan model matematik penjumlahan sederhana berbobot, dengan menggunakan parameter bentang lahan, tipe vegetasi dan tutupan lahan. Hasil penelitian adalah: (1) Ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan cenderung memiliki daya dukung "sangat tinggi" (35,10%) dan DAS Sembakung cenderung "sedang" (58,65%) sebagai penyedia pangan, sedangkan sebagai penyedia air tawar pada DAS Kayan daya dukungnya "sangat rendah" (66,99%) dan pada DAS Sembakung cenderung "rendah" (76,80%); dan (2) Hutan mangrove mengalami perubahan tutupan lahan, menjadi mangrove sekunder, tambak, lahan terbuka, tambang, lahan terbangun, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar, sehingga daya dukungnya sangat tinggi sebagai penyedia pangan, tetapi dalam penyediaan air tawar cenderung rendah dan bahkan sangat rendah.

Kata kunci: Air; Ekosistem; Mangrove; Pangan

---

## PENDAHULUAN

Mangrove mempunyai peranan nilai ekologis yang sangat penting dalam mendukung pembangunan wilayah pesisir. Fungsi dan manfaat mangrove telah banyak diketahui, antara lain sebagai tempat pemijahan ikan, pelindung abrasi oleh ombak, pelindung dari tiupan angin, penyaring intrusi air laut, tempat singgah migrasi burung dan habitat satwa (Julaikha dan Sumiyati, 2017). Selanjutnya, menurut Bengen (2000) serta Baran dan Hambrey (1999) dalam Indrayanti (2015), fungsi ekosistem hutan mangrove antara lain sebagai pelindung dari ombak/gelombang, arus laut, angin, erosi pantai, tsunami serta sebagai tempat berlindung, berpijah atau berkembang biak dan asuhan berbagai jenis biota. Selain itu, berfungsi sebagai penghasil bahan organik yang sangat produktif (detritus), sehingga menjadi tempat hidup yang sesuai bagi berbagai jenis ikan, kepiting, udang, dan ikan. Bahkan dapat berfungsi sebagai penyuplai bahan makanan bagi spesies-spesies di daerah estuari. Di sisi lain, ekosistem hutan mangrove merupakan sumber bahan baku industri, kayu untuk perumahan, kayu bakar/arang, kayu perangkap ikan serta bahan obat-obatan dan alkohol. Sebagai kawasan dengan pemandangan kehidupan burung dan satwa liar, kawasan ini potensial berfungsi sebagai tempat wisata/rekreasi.

Berdasarkan pada pendapat Julaikha dan Sumiyati (2017), Baran dan Hambrey (1999), dan Bengen (2000) dalam Indrayanti (2015) tentang fungsi hutan mangrove, dapat dinyatakan bahwa hutan mangrove merupakan ekosistem yang memberikan jasa ekosistem yang bermanfaat bagi manusia. Mengacu pada pendapat De Groot *et al.*, (2000; 2002) dan Sing *et al.*, (2015) jasa ekosistem yang disediakan ekosistem hutan mangrove dapat berupa jasa fungsi regulasi, fungsi habitat, fungsi produksi dan fungsi

informasi. Fungsi regulasi terdiri atas pengaturan gas, pengaturan iklim, pencegahan gangguan, pengaturan air, penyediaan air, retensi tanah, formasi tanah, pengaturan nutrisi, pengolahan limbah, polinasi dan kontrol biologis. Sedangkan, fungsi habitat meliputi refugium dan pembibitan (*nursery*). Selanjutnya, fungsi produksi meliputi penyediaan makanan, penyediaan bahan baku, sumber genetik, sumber obat-obatan dan sumber daya ornamen (hiasan). Di sisi lain fungsi informasi terdiri atas informasi estetika, rekreasi, informasi budaya dan artistik, informasi spiritual dan sejarah serta sains dan Pendidikan.

Namun terjadi fakta-fakta sebagai berikut. Kustanti *et al* (2014) yang melakukan riset di Lampung melaporkan bahwa hutan mangrove yang merupakan formasi hutan yang habitatnya berada di perbatasan antara daratan dan lautan sebagian besar telah mengalami kerusakan, dimana hutan mangrove yang berada pada kawasan lindung mengalami kerusakan sebanyak 70%, sedangkan yang berada pada kawasan hutan telah mengalami kerusakan sebanyak 30%. Kemudian, Anugra *et al.*, (2014) melaporkan hasil penelitiannya, kondisi hutan mangrove di Desa Malakosa Kabupaten Parigi Moutong tergolong rusak ringan hingga rusak berat dengan nilai kerapatan 6.700 batang/ha (rusak ringan), 1.300 batang/ha (rusak sedang) dan 100 batang/ha (rusak berat). Selanjutnya, Gumilar (2012) melaporkan hasil penelitiannya yang dilakukan di daerah Kabupaten Indramayu, bahwa berdasarkan persepsi responden terhadap pengelolaan ekosistem hutan mangrove disimpulkan bahwa kerusakan wilayah pesisir terjadi karena faktor alam dan perbuatan manusia, sedangkan kerusakan hutan mangrove karena abrasi dan kepentingan ekonomi. Sedangkan berdasarkan data Rencana Startegis Delta Kayan Sembakung tahun 2020, Provinsi

Kalimantan Utara dilaporkan memiliki hutan mangrove seluas 262.318,75 ha, tetapi tutupan lahan hutan mangrove tersebut sebagian besar telah mengalami perubahan menjadi tambak seluas 174.173,17 ha dan mangrove sekunder seluas 84.106, 43 ha serta hanya tersisa 4.039, 51 ha mangrove primer.

Fakta empiris hasil penelitian Kustanti *et al.*, (2014), Anugra *et al.*, (2014) dan Gumilar (2012) serta data perubahan tutupan lahan hutan mangrove Kalimantan Utara tersebut mendorong peneliti untuk melakukan kajian terhadap daya dukung lingkungan hutan mangrove pada DAS Kayan dan Sembakung Provinsi Kalimantan Utara, Indonesia, yang saat ini dimanfaatkan oleh berbagai pihak untuk berbagai aktifitas pembangunan, khususnya pembangunan di bidang perikanan.

Pengukuran daya dukung lingkungan dapat dilakukan menggunakan pendekatan jasa ekosistem (*ecosystem services*) sebagaimana yang dilakukan *Millenium Ecosystem Assessment - United Nation*. Dalam pendekatan tersebut, digunakan asumsi, yakni: (1) Semakin tinggi jasa ekosistem semakin tinggi kemampuan daya dukung lingkungan; dan (2) Jasa ekosistem pada habitat yang ada di bumi ditentukan oleh faktor endogen dan dinamika faktor eksogen yang dicerminkan oleh dua komponen yaitu kondisi ekoregion atau bentang lahan (*landscape*) dan penutupan/penggunaan lahan (*land cover or land use*) sebagai penaksir/penduga (Mahdi *et al.*, 2017 dan Suharyani *et al.*, 2015).

Satu diantara 4 (empat) jasa ekosistem adalah jasa penyediaan (*providing services*). Jasa penyediaan yang sangat penting adalah jasa penyediaan pangan dan penyediaan air tawar (de Groo *et al.*, 2002 dan Baco *et al.*, 2019). Oleh karenanya penelitian ini difokuskan pada profil status daya dukung lingkungan hutan mangrove pada DAS Kayan dan Sembakung dengan menggunakan

pendekatan jasa ekosistem sebagai indikator penduga daya dukung lingkungan dalam penyediaan pangan dan air tawar, yang dihitung berdasarkan pembobotan dan penskoran parameter bentang lahan (*ekoregion*), tipe vegetasi (*types of vegetation*) dan penutup lahan (*land cover*), dengan tujuan penelitian adalah: (1) Mengetahui status daya dukung lingkungan ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan dan Sembakung sebagai penyedia pangan dan air tawar; dan (2) Mendeskripsikan kecenderungan daya dukung lingkungan ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan dan Sembakung sebagai penyedia pangan dan air tawar.

## METODOLOGI

### Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan 1 Juni sampai dengan 31 September 2022. Sedangkan lokasi penelitian adalah kawasan hutan mangrove pada DAS Kayan dan Sembakung yang berada pada wilayah Administrasi Provinsi Kalimantan Utara, dengan alasan pada kedua DAS tersebut berlangsung berbagai aktivitas pembangunan yang menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan.

### Bahan dan Alat

Bahan dan alat dan yang digunakan meliputi: peta administrasi, peta hutan mangrove, peta bentang alam, peta tipe vegetasi, peta penutupan lahan, peta kelerengan, komputer, ArcGIS, QGIS, MapSource, Global Mapper, hasil penilaian panel pakar (nilai bentang lahan, tipe vegetasi dan penutup lahan), Citra satelit, *Global Positioning System* (GPS), serta peralatan dokumentasi lapangan untuk melakukan verifikasi peta dan kondisi di lapangan. Dalam penelitian ini citra satelit

digunakan untuk melihat tutupan lahan dan membuat peta tematik, sedangkan GPS digunakan untuk *ground check* dalam rangka verifikasi peta dengan kondisi sebenarnya. Dimana hasil *ground check* yang menghasilkan data GPS dikelola menggunakan *MapSource*.

## Metode

### Analisis kinerja jasa ekosistem untuk analisis spasial

Analisis untuk mengetahui Kinerja Jasa Ekosistem ( $K_{je}$ ) dalam penyediaan pangan dan air tawar menggunakan 3 (tiga) parameter, yaitu: bentang alam, tipe vegetasi dan penutupan lahan dengan model matematik metode penjumlahan berbobot (*Simple Additive Weighting*), dimana penentuan bobot dan skor mengacu pada hasil panel pakar nasional sebagaimana dinyatakan pada tabel bobot dan skoring jasa lingkungan penyedia pangan dan air dalam buku Pedoman Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Daerah, dengan rumus perhitungan (KemenLHK, 2019):

$$\text{Kinerja Jasa Ekosistem } (K_{je}) = f \{ \text{Bentang alam, Vegetasi, Penutup Lahan} \} \\ = (w_{ba} \times s_{ba}) + (w_{veg} \times s_{veg}) + (w_{pl} \times s_{pl})$$

Dimana:

$K_{je}$  = kinerja jasa ekosistem;  $w_{ba}$  = bobot bentang alam;  $s_{ba}$  = skor bentang alam;  $w_{veg}$  = bobot vegetasi;  $s_{veg}$  = skor vegetasi;  $w_{pl}$  = bobot penutup lahan; dan  $s_{pl}$  = skor penutup lahan.

Bobot ditetapkan sebesar 28% untuk bentang alam, 12% untuk tipe vegetasi dan 60% untuk penutup lahan. Sedangkan skor untuk bentang alam, tipe vegetasi dan penutup lahan diberikan oleh pakar antara nilai 1 sampai 5, dimana nilai 1 (sangat rendah), nilai 2 (rendah), nilai 3 (sedang), nilai 4 (tinggi), dan nilai 5 (sangat tinggi).

Nilai  $K_{je}$  penyedia pangan/air tawar adalah dari nilai 1 sampai 5 dengan interval 0,8, dimana tingkatan  $K_{je}$  dipilah menjadi 5 kelas/kategori, yaitu sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah. Sehingga masing-masing kelas/kategori memiliki selang kelas nilai  $K_{je}$  dalam penyediaan pangan/air tawar sebagai berikut: “sangat tinggi” adalah antara 4,21 - 5,00 (kinerja wilayah sangat tinggi dalam penyediaan pangan/air tawar permukaan yang dimanfaatkan secara terus menerus); “tinggi” adalah antara 3,41 - 4,20 (kinerja wilayah tinggi dalam penyediaan pangan/air tawar permukaan yang dimanfaatkan secara terus menerus); “sedang” adalah antara 2,61 - 3,40 (kinerja wilayah sedang dalam penyediaan pangan/air tawar permukaan yang dimanfaatkan secara terus menerus); “rendah” adalah antar 1,81 - 2,60 (kinerja wilayah rendah dalam penyediaan pangan/air tawar permukaan yang dimanfaatkan secara terus menerus); dan “sangat rendah” adalah antara 1,00 - 1,80 (kinerja wilayah sangat rendah dalam penyediaan pangan/air tawar permukaan yang dimanfaatkan secara terus menerus).

Analisis tumpang susun (*overlay*) peta administrasi, peta kelerengan, peta hutan mangrove, peta bentang alam, peta tipe vegetasi dan peta penutupan lahan dilakukan untuk mendapatkan nilai  $K_{je}$ . Selanjutnya nilai  $K_{je}$  tersebut dijadikan nilai input dalam analisis spasial. Analisis spasial menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (ArcGIS, QGIS, Global Mapper) untuk pemetaan daya dukung lingkungan. Setelah terbentuk peta, kemudian dikalkulasikan luasan poligon masing-masing daya dukung lingkungan sesuai dengan selang nilai  $K_{je}$ . Peta yang dihasilkan merupakan peta yang dapat dipercaya karena menggambarkan fakta lapangan. Selain itu, dengan metode ini dapat dilakukan pemetaan status jasa lingkungan pada ekosistem hutan mangrove

dengan skala yang luas secara cepat dan akurat.

**Analisis deskriptif**

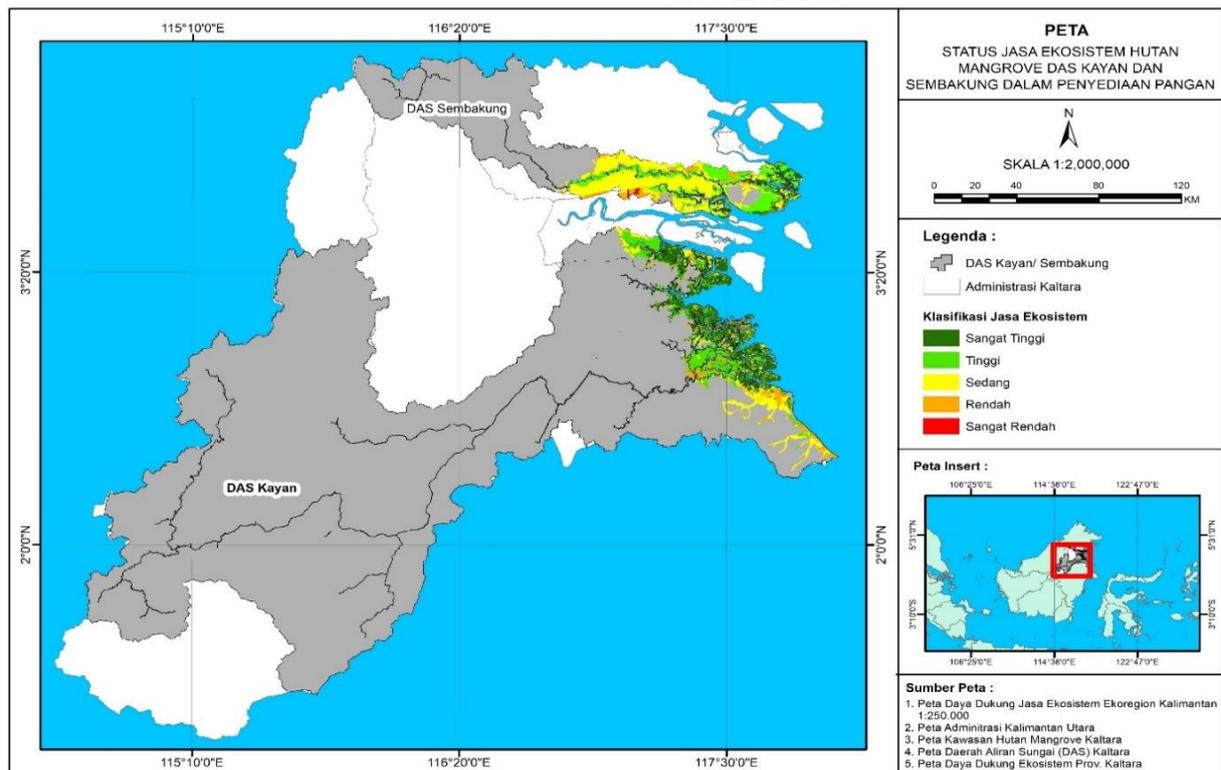
Memberikan pemaparan (deskripsi) apa adanya terhadap fenomena yang terjadi pada DAS berdasarkan kinerja jasa ekosistem serta parameter yang membentuknya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Daya dukung ekosistem hutan mangrove sebagai penyedia pangan dan air bersih**

Hasil analisis status jasa ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan dan Sembakung sebagai penyedia pangan disajikan pada Gambar 1, sedangkan hasil analisis luasan masing-masing kategori status jasa ekosistem sebagai penyedia

pangan disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Gambar 1 dan Tabel 1 dapat diketahui bahwa status jasa ekosistem hutan mangrove sebagai penyedia pangan cenderung variatif, yang bermakna bahwa daya dukung ekosistem hutan mangrove bervariasi dari sangat rendah, rendah, sedang, tinggi hingga sangat tinggi dalam penyediaan pangan yang dimanfaatkan secara terus menerus. Dimana ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan lebih cenderung didominasi oleh yang berkategori “sangat tinggi” (35,10%) dalam penyediaan pangan, sedangkan pada DAS Sembakung lebih didominasi oleh kategori “sedang” (58,65%). Dengan demikian, ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan cenderung memiliki daya dukung atau kinerja wilayah “sangat tinggi” dan DAS Sembakung cenderung memiliki daya dukung atau kinerja “sedang” sebagai penyedia pangan yang dimanfaatkan secara terus menerus.



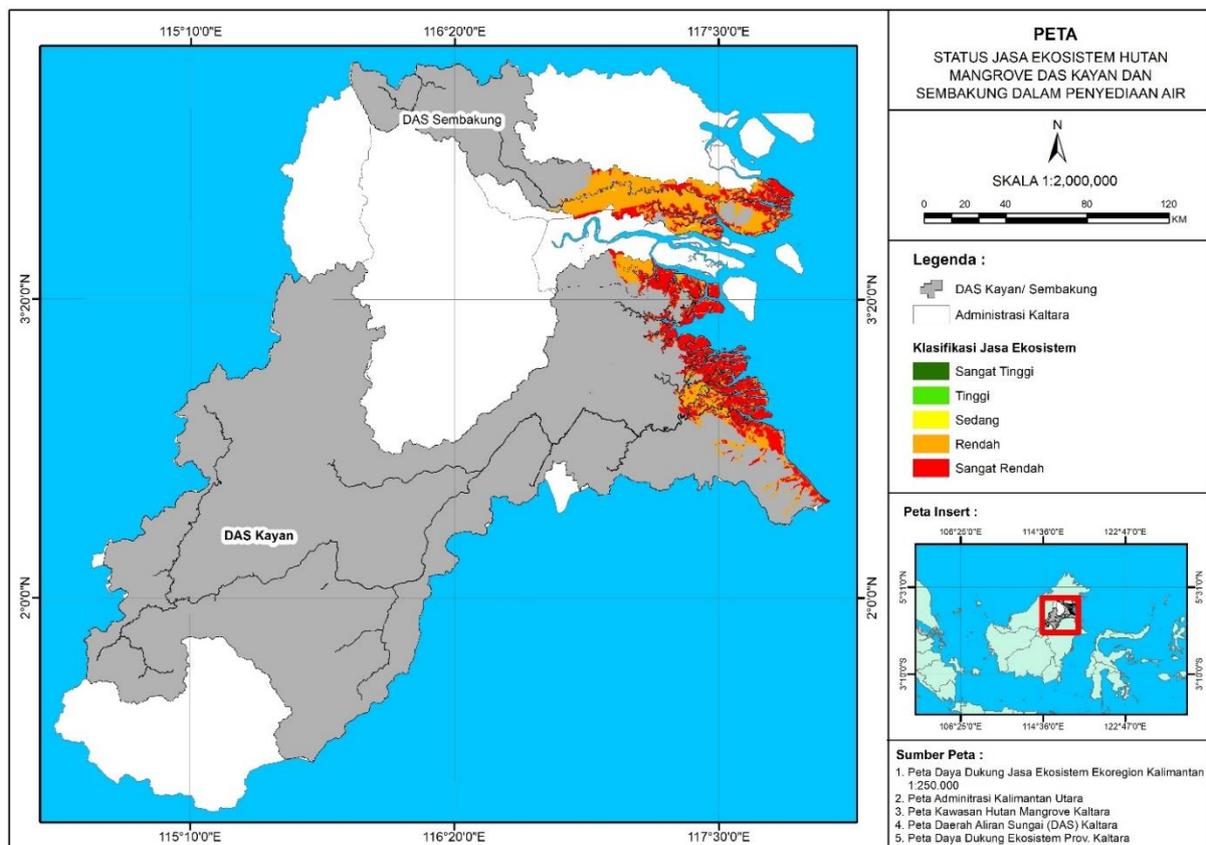
Gambar 1. Peta status jasa ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan dan Sembakung sebagai penyedia pangan.

Tabel 1. Distribusi luasan berdasarkan kategori jasa ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan dan Sembakung sebagai penyedia pangan.

Hutan mangrove	Luas berdasarkan kategori status jasa ekosistem sebagai penyedia pangan (ha)									
	Sangat tinggi (K <sub>je</sub> 4,21-5,00)		Tinggi (K <sub>je</sub> 3,41-4,20)		Sedang (K <sub>je</sub> 2,61-3,40)		Rendah (K <sub>je</sub> 1,81-2,60)		Sangat rendah (K <sub>je</sub> 1,00-1,80)	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Kayan	74.325	35,10	66.538	31,15	43.069	20,34	27.759	13,11	70	0,03
Sembakung	19.360	11,06	56.696	32,38	102.700	58,65	14.378	8,21	1.331	0,76

Di sisi lain, berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa status daya dukung ekosistem hutan mangrove sebagai penyedia air tawar cenderung kurang variatif, dimana tidak ditemukan jasa ekosistem hutan mangrove dengan kategori “sangat tinggi” baik di DAS Kayan maupun pada DAS Sembakung. Selain itu, diketahui bahwa ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan cenderung didominasi oleh jasa ekosistem berkategori “sangat rendah”, sedangkan DAS Sembakung

didominasi oleh yang berkategori “rendah” sebagai penyedia air bersih. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan cenderung memiliki daya dukung atau kinerja “sangat rendah” (66,99%), sedangkan pada DAS Sembakung cenderung memiliki daya dukung “rendah” (76,80) sebagai penyedia air yang dimanfaatkan secara terus menerus (lihat Gambar 2 dan Tabel 2).



Gambar 2. Peta status jasa ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan dan Sembakung sebagai penyedia air tawar

Tabel 2. Distribusi luasan berdasarkan kategori status jasa ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan dan Sembakung sebagai penyedia air tawar.

Hutan mangrove	Luas berdasarkan kategori status jasa ekosistem sebagai penyedia pangan (ha)									
	Sangat tinggi (K <sub>je</sub> 4,21-5,00)		Tinggi (K <sub>je</sub> 3,41-4,20)		Sedang (K <sub>je</sub> 2,61-3,40)		Rendah (K <sub>je</sub> 1,81-2,60)		Sangat rendah (K <sub>je</sub> 1,00-1,80)	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Kayan	0	0,00	714	0,34	0	0,00	69.189	32,67	141.857	66,99
Sembakung	0	0,00	90	0,05	810	0,46	134.472	76,80	39.732	22,69

Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Febriarta & Oktama (2020) yang dilakukan di kota pesisir Pekalongan yang menemukan bahwa daerah penelitian secara umum memiliki daya dukung “rendah” untuk penyedia pangan dan daya dukung “sedang” untuk penyedia air bersih. Demikian halnya dengan hasil penelitian Santoso *et al.*, (2020), yang menemukan bahwa Pulau Karimun Jawa didominasi oleh jasa ekosistem penyedia air dengan kelas/kategori tinggi dan sangat tinggi. Perbedaan hasil riset ini terjadi karena adanya perbedaan dalam bentang lahan, tipe vegetasi dan tutupan lahan, karena status daya dukung ekosistem dinilai berdasarkan jasa ekosistem yang nilainya ditentukan oleh 3 (tiga) parameter, yaitu: bentang lahan, tipe vegetasi dan penutup lahan (KemenLHK, 2019).

Bentang lahan merupakan sebagian ruang permukaan bumi yang terdiri atas sistem-sistem, yang dibentuk oleh interaksi dan interdependensi antara bentuk lahan, batuan, bahan pelapukan batuan, tanah, air, udara, tumbuh-tumbuhan, hewan, laut tepi pantai, energi dan manusia dengan segala aktivitasnya yang secara keseluruhan membentuk satu kesatuan. Sedangkan tipe/wujud vegetasi merupakan cerminan fisiognomi (penampakan luar) dari interaksi antara tumbuhan, hewan dan lingkungan, yang menjadi penciri ekosistem yang paling mudah, karena sifatnya yang dapat digunakan sebagai wakil ekosistem dan lebih mudah dikenal serta diteliti. Di sisi, tutupan lahan adalah atribut biofisik dari permukaan bumi pada suatu wilayah, seperti rumput, tanaman, bangunan badan air dan lain-lain (Surastopo, 1982; Lambin dkk., 2001; Kartawinata (2010) dalam Sutrisno (2021).

**Kecenderungan daya dukung ekosistem hutan mangrove sebagai penyedia pangan dan air tawar**

Mencermati Gambar 1 dan 2 serta Tabel 1 dan 2 tentang status jasa ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan dan Sembakung yang secara bersamaan bertindak sebagai penyedia pangan dan air tawar dapat dideskripsikan beberapa kecenderungan yang terjadi, sebagai berikut: (1) Daya dukung ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan sebagai penyedia pangan dominan “sangat tinggi”, namun sebagai penyedia air tawar daya dukungnya cenderung “sangat rendah”. Hal ini terjadi karena hutan mangrove pada kawasan ini telah banyak mengalami perubahan tutupan lahan menjadi tambak, lahan terbuka, tambang, permukiman/lahan terbangun; dan (2) Daya dukung ekosistem hutan mangrove pada DAS Sembakung sebagai penyedia pangan dominan “tinggi”, namun sebagai penyedia air tawar daya dukungnya cenderung “rendah”. Hal ini terjadi karena hutan mangrove pada kawasan ini telah banyak mengalami perubahan tutupan lahan menjadi hutan mangrove sekunder, tambak, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan cenderung memiliki daya dukung “sangat tinggi”, sedangkan DAS Sembakung cenderung memiliki daya dukung “sedang” sebagai penyedia pangan yang dimanfaatkan secara terus menerus. Di sisi lain, ekosistem hutan mangrove pada DAS Kayan cenderung memiliki daya dukung “sangat rendah”, sedangkan pada DAS Sembakung cenderung memiliki daya dukung “rendah” sebagai penyedia air yang dimanfaatkan secara terus menerus. Selain itu, diketahui bahwa hutan

mangrove telah banyak mengalami perubahan tutupan lahan menjadi hutan mangrove sekunder, tambak, lahan terbuka, tambang, permukiman/lahan terbangun, perkebunan, kebun campuran dan semak belukar, sehingga ekosistem mangrove menjadi memiliki daya dukung yang sangat tinggi atau tinggi sebagai penyedia pangan, tetapi daya dukungnya dalam penyediaan air tawar menjadi rendah dan bahkan sangat rendah.

### Saran

Pemanfaatan ekosistem hutan mangrove dalam rangka meningkatkan daya dukungnya sebagai penyedia pangan selanjutnya dilakukan dengan menerapkan teknologi yang mampu melestarikan daya dukung ekosistem hutan mangrove tersebut sebagai penyedia air tawar.

### DAFTAR PUSTAKA:

Anugra, F., H. Umar & B. Toknok. 2014. Tingkat kerusakan hutan mangrove pantai di Desa Malakosa Kecamatan Balinggi Kabupaten Parigi Moutong. *J. Warta Rimba*. (2): 54-61.

Baco, L., H. Syaf, Zulkarnain & Albasri. 2019. Analisis sebaran jasa ekosistem penyediaan pangan dan air di kabupaten kolaka utara distribution (Analysis of ecosystem services on providing food and water in north kolaka district). *J. Perencanaan Wilayah*. I (2) <http://ojs.uho.ac.id/index.php/ppw/article/view/10020/7169> [4 Juni 2020].

De Groot, R.S., M.A.Wilson & R.M.J. Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *J. Ecological Economics*, 41(3), 393–408.

Febriarta, E. & R. Oktama. 2020. Pemetaan daya dukung lingkungan berbasis jasa ekosistem penyedia pangan dan air bersih di Kota Pekalongan. *J. Ilmu Lingkungan*. (2): 283-289.

Gumilar, I. 2012. Partisipasi masyarakat pesisir dalam pengelolaan ekosistem hutan mangrove berkelanjutan di

Kabupaten Indramayu. *J. Akuatika*. (3): 198-211.

Indrayanti, M.D., A. Fahrudin & I. Setiobudiandi. 2015. Penilaian jasa ekosistem mangrove di teluk blanakan kabupaten subang. *J. Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*. 20 (2): 91-96.

Julaikha, M.S., & L. Sumiyati. 2017. Nilai ekologis ekosistem hutan mangrove. *J. Biologi Tropis*. (17): 23-31.

[KemenLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2019. Buku Pedoman Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Daerah. Jakarta: Direktorat Pencegahan Dampak Lingkungan Kebijakan Wilayah dan Sektor.

Kustanti, A., B. Nugroho., D.R. Nurrochmat & Y. Okimoto. 2014. Evolusi hak kepemilikan dalam pengelolaan ekosistem hutan mangrove di Lampung. *J. Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. (1): 143-158.

Mahdi, A. Arbain & V. Sriwulandari. 2017. Daya Dukung Dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Kabupaten Pesisir Selatan. Dinas Lingkungan Hidup Pesisir Selatan.

Santoso, D.H., J.D. Prasetya & D.R. Saputra. 2020. Analisis daya dukung lingkungan berbasis jasa ekosistem di Pulau Karimun Jawa. *J. Ilmu Lingkungan*. (2): 290-296.

Suharyani, N.Q. Putri, S.H.A. Candra, E. Hutapea & F.D.Y.A. Amnysha. 2015. Daya Dukung Dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Ekoregion Sumatera Berbasis Jasa Ekosistem. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Sumatera.

Sutrisno, A., E. Wahyuni & D. Titing. 2021. Daya Dukung Lingkungan Daerah Aliran Sungai Kayan dan Sembakung Kalimantan Utara dalam Penyediaan Pangan dan Air. Aceh: Syiah Kuala University Press.