

Pemetaan Daya Dukung Jasa Ekosistem Penyedia Pangan di Kabupaten Banyuwangi

Mapping The Carrying Capacity of Ecosystem Service for Food Supply in Banyuwangi

Abdul Holik, Riza Rahimi Bachtiar, Halil

Program Studi Agribisnis, Politeknik Negeri Banyuwangi

email: abdulholik@poliwangi.ac.id

RIWAYAT ARTIKEL

Disubmit 16 Oktober 2022

Diterima 11 November 2022

Diterbitkan 15 Desember 2022

KATA KUNCI

Banyuwangi; daya dukung; jasa ekosistem; pangan

KEYWORDS

Banyuwangi; carrying capacity; ecosystem service; food

ABSTRAK

Kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia perlu untuk terus diawasi guna menjamin keseimbangan antara aktivitas manusia dengan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sebaran kemampuan lingkungan dalam mendukung penyediaan pangan di Kabupaten Banyuwangi. Metode yang dilakukan adalah dengan cara pembobotan dan tumpang susun dari data spasial dan data tabular tata guna lahan, bentang alam, dan tutupan vegetasi alami. Hasil penelitian dikelompokkan kedalam lima kelas kategori mulai dari sangat rendah hingga sangat tinggi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya dukung jasa ekosistem penyedia pangan Kabupaten Banyuwangi masih didominasi oleh kategori tinggi seluas 2,269.34 km² atau 63% sedangkan kategori sedang seluas 1,216.84 km² atau 34% dari total luasan.

ABSTRACT

The ability of the environment to support human life needs to be continuously monitored in order to ensure a balance between human activities and the environment. This study aims to examine the distribution of environmental capabilities in supporting food supply in Banyuwangi Regency. The method used is by weighting and stacking spatial data and tabular data on land use, ecoregions, and natural vegetation cover. The results of the study are grouped into five categories ranging from very low to very high. The calculation results show that the carrying capacity of ecosystem services for food providers in Banyuwangi Regency is still dominated by the high category which covers an area of 2,269.34 Km² or 63% while the medium category is 1,216.84 Km² or 34% of the total area.

doi <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.03.02>

1. Pendahuluan

Perkembangan suatu daerah menjadi tolok ukur keberhasilan pemimpin daerah dalam memajukan daerahnya. Namun dalam proses pengembangannya, harus dilandasi aspek keberlanjutan lingkungan yang memadai. Tantangan terbesar dalam mengelola lingkungan hidup adalah menjaga keseimbangan antara manusia dan

lingkungan. Pada satu sisi manusia terus mengeksploitasi sumberdaya alam untuk kebutuhan hidupnya. Sedangkan disisi lain kemampuan lingkungan dalam memberi kebutuhan hidup manusia harus terus dipertahankan. Sehingga, dalam pemakaian sumber daya alam manusia harus terus memperhatikan daya dukung lingkungan hidup (DDLH) dan daya tampung lingkungan hidup (DTLH) serta mengawasi kemampuan lingkungan ini agar terus dapat dimanfaatkan dan dapat mendukung keberlangsungan hidup manusia.

Kabupaten Banyuwangi memiliki perkembangan yang cukup pesat. Terdapat pembangunan di beberapa sektor akibat dari meningkatnya kunjungan wisatawan. Puncak kunjungan sebelum pandemi mencapai lebih dari lima juta kunjungan di tahun 2019. Selain itu, bertambahnya jumlah penduduk juga akan berdampak pada peningkatan tingkat eksploitasi sumber daya alam dan tentu akan berakibat pada penurunan kualitas lingkungan. BPS mencatat bahwa Jumlah penduduk Kabupaten Banyuwangi tahun 2021 berdasarkan hasil proyeksi sensus penduduk berjumlah sekitar 1,718,462 jiwa dengan Kepadatan penduduk per km sebesar 297 jiwa/km² [1]. Jumlah ini meningkat sebesar 10,348 jiwa dibandingkan tahun 2020 yang jumlahnya sebanyak 1,708,114 jiwa. Hal ini tentu akan berdampak pada kemampuan lingkungan di Banyuwangi dalam memenuhi kebutuhan hidup masyarakat Kabupaten Banyuwangi.

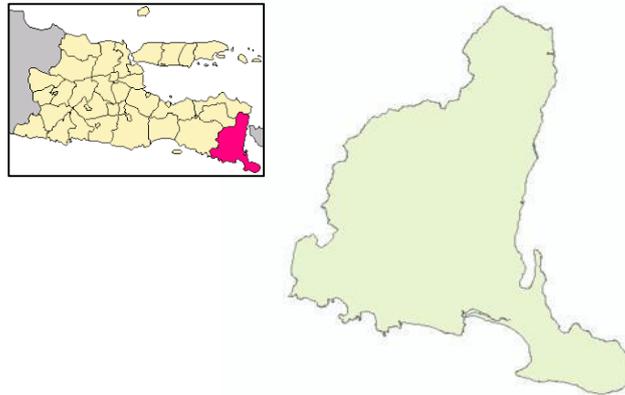
Daya Dukung Lingkungan Hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain dan keseimbangan antarkeduanya. Daya dukung lingkungan hidup diukur dengan pendekatan jasa ekosistem. Semakin tinggi nilai jasa ekosistem, maka semakin tinggi pula ke mampuan daya dukung lingkungan [2]. Untuk memperoleh nilai jasa ekosistem digunakan dua penaksiran yaitu *landscape based proxy* dan *landcover/landused based proxy*, yang selanjutnya digunakan dasar untuk melakukan pemetaan daya dukung lingkungan hidup.

Penelitian tentang penilaian jasa ekosistem di beberapa daerah telah dilakukan. Pada penelitian yang dilakukan oleh [3], menilai jasa ekosistem di Kabupaten Semarang dimana daya dukung daya tampung dari kapasitas penyedia menunjukkan nilai tinggi. Penelitian [4] juga mengkaji kota pekalongan dengan hasil daya dukung jasa lingkungan untuk sektor penyedia pangan secara umum rendah dengan luas wilayah 47.11%. Penelitian milik [5] mengkaji Kabupaten Merangin dengan hasil analisis menunjukkan bahwa daya dukung kawasan hutan berdasarkan jasa ekosistem yang tersemat didalamnya menunjukkan kondisi yang baik (termasuk dalam kategori daya dukung sedang-tinggi), hasil ini sama dengan Hutan Tuwanwowi Kabupaten Manokwari yang mempunyai status daya dukung lahan yang surplus terhadap penduduk yang tinggal disekitar [6]. Sementara dalam penelitian ini lebih mengkaji dan memetakan tentang persebaran daya dukung jasa ekosistem penyedia pangan di Kabupaten Banyuwangi. Dengan mengetahui sebaran daya dukung jasa ekosistem penyedia pangan ini, maka pemerintah daerah akan mengetahui kondisi dari ekosistem penyedia pangan, sehingga kebijakan keamanan pangan dapat terus menerus dijaga.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi

Kabupaten Banyuwangi terletak pada 7°43'- 8°46' Lintang Selatan dan 113°53'- 114°38' Bujur Timur dengan luas 3614 km². Secara geografis, Kabupaten Banyuwangi berada diujung timur Pulau Jawa, dengan batas sebelah utara yaitu Kabupaten Situbondo, sebelah Timur adalah Selat Bali, sebelah Selatan dibatasi oleh Samudera Hindia, dan sebelah barat berbatasanlangsung dengan Kabupaten Bondowoso dan Kabupaten Jember.



Gambar 1. Lokasi penelitian Kabupaten Banyuwangi, sumber: Bappeda Banyuwangi

2.2. Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang didapatkan dari Direktorat Jenderal Planologi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia dan dari Dinas Pekerjaan Umum Bidang Tata Ruang dan Perencanaan Wilayah Kabupaten Banyuwangi. Data sekunder yang dimaksud yaitu data spasial dan data tabular yang meliputi; data tutupan lahan tahun 2021, data bentang alam update bulan Mei 2022, dan data tutupan vegetasi alami update bulan Mei 2022.

Penutupan lahan adalah garis yang menggambarkan batas penampakan area tutupan di atas permukaan bumi yang terdiri dari bentang alam dan/atau bentang buatan [7]. Bentang alam adalah bentangan permukaan bumi yang didalamnya terjadi hubungan saling terkait (*interrelationship*) dan saling ketergantungan (*interdependency*) antar berbagai komponen lingkungan, seperti udara, air, batuan, tanah, dan flora-fauna, yang mempengaruhi keberlangsungan kehidupan manusia yang tinggal didalamnya [8]. Sedangkan tipe vegetasi alami adalah mosaik komunitas tumbuhan dalam lanskap yang belum dipengaruhi oleh manusia [9].

2.3. Pengolahan Jasa Ekosistem

Setelah semua data spasial dan data tabular berhasil dikumpulkan, selanjutnya pengolahan jasa ekosistem dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu:

a. Penilaian Skor Bobot Jasa Ekosistem

Parameter yang digunakan untuk menganalisis jasa ekosistem adalah bentang lahan, penggunaan lahan, dan jenis vegetasi. Untuk memasukkan skor untuk tiap-tiap parameter dapat dilakukan dengan analisis spasial join. Dengan analisis spasial ini dapat dilakukan penggabungan dua data yang berbeda sehingga dihasilkan satu layer dengan isi tabel atribut dari kedua data.

b. Mengklasifikasikan Hasil Pembobotan

Bobot skor didapatkan dari KLHK [10]. Hasil pembobotan diklasifikasikan berdasarkan bobot/skor dari suatu ekosistem yang diberikan nilai 1-5. Bahwa angka 1 (sangat rendah), 2 (rendah), 3 (sedang), 4 (tinggi), dan 5 (sangat tinggi).

c. Perhitungan Indeks Jasa Ekosistem

Model matematik yang digunakan untuk mengetahui kinerja jasa ekosistem hidup tersebut adalah metode penjumlahan berbobot (*Simple Additive Weighting*), dengan penentuan bobot dan skor oleh pakar. Perhitungan indeks jasa ekosistem didasarkan pada pemberian skor pada masing-masing parameter dan mengkalkulasikan skor tersebut dengan **Persamaan 1**.

$$\text{Indeks jasa ekosistem (JE)} = (\text{skor BA} \times 0.28) + (\text{skor VA} \times 0.12) + (\text{skor TL} \times 0.6) \quad (1)$$

Keterangan:

BA : Bentang alam

VA : Vegetasi alami

TL : tutupan lahan

Persamaan ini juga digunakan oleh [11] untuk menghitung daya dukung ketersediaan air dan pangan.

d. Pengkelasan Jasa Ekosistem

daya dukung jasa ekosistem penyedia pangan dikelaskan kedalam lima kelas, mulai dari sangat tinggi hingga sangat rendah. Kelas tersebut dibagi berdasarkan rentang sebagai berikut:

$x \leq 1.424$: Sangat Rendah

$x > 1.424$ dan $x \leq 2.248$: Rendah

$x > 2.248$ dan $x \leq 3.072$: Sedang

$x > 3.072$ dan $x \leq 3.896$: Tinggi

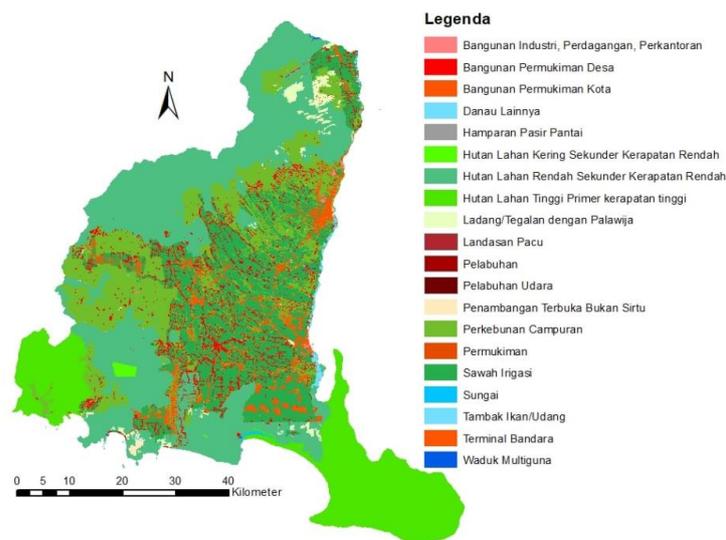
$x > 3.896$: Sangat Tinggi

x: indeks jasa ekosistem penyedia pangan. Pengkelasan ini disesuaikan dengan pedoman dari KLHK [10].

3. Hasil dan Pembahasan

Pembuatan sebaran daya dukung jasa ekosistem penyedia pangan di Kabupaten Banyuwangi dimulai dari pengumpulan data-data, baik data spasial dan data tabular. Data tersebut meliputi data tutupan lahan, data bentang alam, dan data tutupan vegetasi alami. Tutupan lahan ini menjadi penentu utama karena memiliki bobot yang paling tinggi dibandingkan bentang alam dan tutupan vegetasi alami. Semakin besar skor pada suatu parameter, maka semakin tinggi pengaruh parameter tersebut terhadap sebuah kriteria. Dalam analisis spasial, skoring dan pembobotan adalah metode yang paling sering digunakan. Tidak hanya dalam analisis jasa ekosistem, pembobotan dan skoring juga digunakan dalam analisis banjir [12] hingga analisis kesesuaian lahan [13].

Tutupan lahan Kabupaten Banyuwangi didominasi oleh hutan, baik hutan lahan rendah sekunder dengan kerapatan rendah maupun hutan lahan tinggi primer kerapatan tinggi. Wilayah hutan di Kabupaten Banyuwangi dibagi kedalam tiga wilayah utama. Sebelah barat masuk kedalam kawasan hutan Geopark Ijen, sebelah utara masuk kedalam kawasan taman nasional Baluran, dan sebelah selatan yang masuk kedalam Kawasan taman nasional Alas Purwo. Berdasarkan skoring yang dikeluarkan oleh KLHK, Ketiga wilayah hutan tersebut masing-masing mendapatkan skor sedang untuk daya dukung jasa ekosistem penyedia pangan. Sebaran tutupan lahan Kabupaten Banyuwangi tersaji pada **Gambar 2** dan detail luas, serta skor tutupan lahan terdapat pada **Tabel 1** sebagai berikut.



Gambar 2. Tutupan lahan Kabupaten Banyuwangi tahun 2021, sumber: Dinas PU Banyuwangi

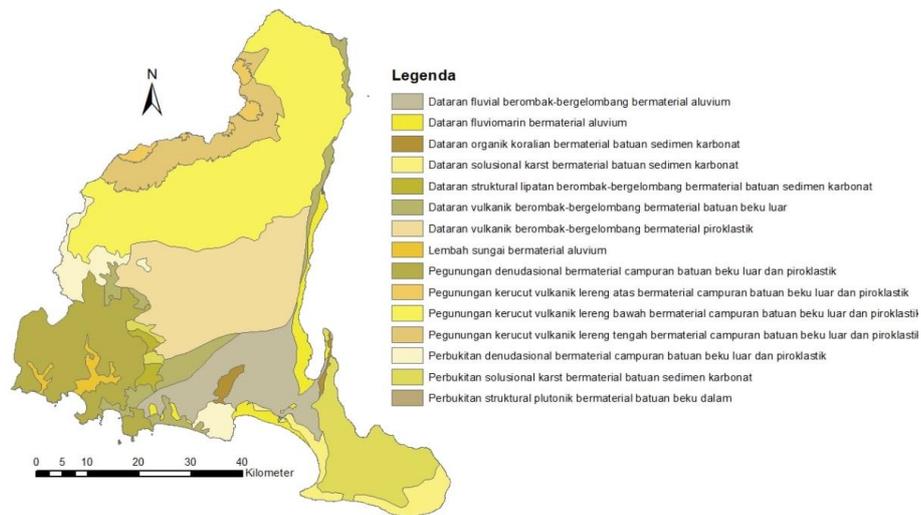
Tabel 1. Luas dan skor tutupan lahan

No.	Jenis Tutupan Lahan	Luas (km ²)	Skor
1	Bangunan Industri, Perdagangan, Perkantoran	7.25	1
2	Bangunan Permukiman Desa	182.19	1
3	Bangunan Permukiman Kota	129.44	1
4	Danau Lainnya	0.21	5
5	Hamparan Pasir Pantai	1.42	1
6	Hutan Lahan Kering Sekunder Kerapatan Rendah	9.96	3
7	Hutan Lahan Rendah Sekunder Kerapatan Rendah	1,134.43	3
8	Hutan Lahan Tinggi Primer kerapatan tinggi	617.10	4
9	Ladang/Tegalan dengan Palawija	51.25	2
10	Landasan Pacu	0.08	1
11	Pelabuhan	0.24	1
12	Pelabuhan Udara	0.84	1
13	Penambangan Terbuka Bukan Sirtu	5.67	1
14	Perkebunan Campuran	720.49	2
15	Permukiman	4.06	1
16	Sawah Irigasi	709.63	3
17	Sungai	8.32	5
18	Tambak Ikan/Udang	15.17	3
19	Terminal Bandara	0.36	1
20	Waduk Multiguna	0.63	5

Sumber: Dinas PU Banyuwangi

Bentang alam Kabupaten Banyuwangi terdiri atas lima belas jenis bentang alam dan terbagi kedalam empat komponen utama yaitu dataran, lembah, pegunungan dan perbukitan. Secara topografis wilayah dataran tinggi berada di bagian barat dengan Gunung Ijen dan Gunung Raung sebagai batas wilayah utama. Sementara pada bagian timur membentang garis pantai dari ujung utara hingga ujung selatan kabupaten. Luasan bentang alam terbesar yaitu pegunungan kerucut vulkanik lereng bawah bermaterial campuran batuan beku luar dan piroklastik dengan luas mencapai 1,022.52 km². Selanjutnya material piroklastik ini perlu dimonitor untuk

mitigasi bencana [14]. Bentang alam Kabupaten Banyuwangi dapat dilihat pada **Gambar 3** dan **Tabel 2** sebagai berikut.



Gambar 3. Sebaran bentang alam Kabupaten Banyuwangi [10]

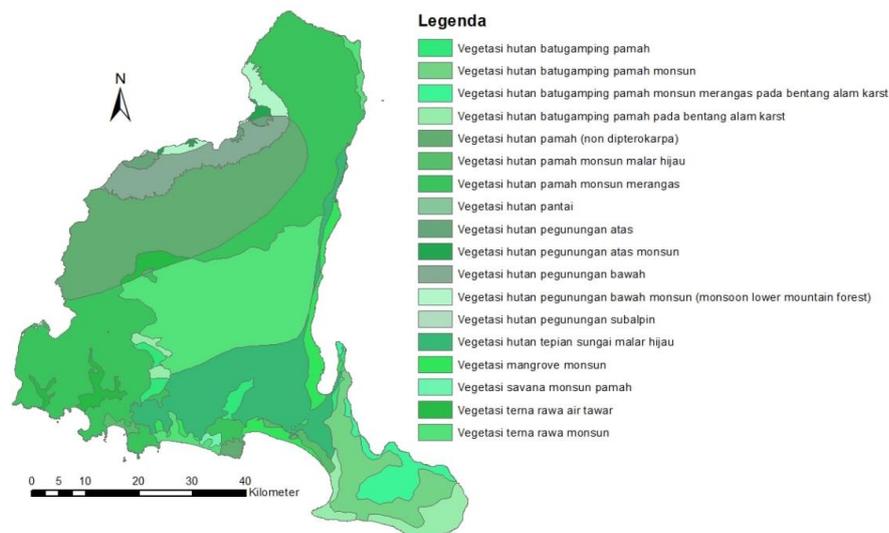
Tabel 2. Luasan dan skor bentang alam

No.	Jenis Bentang Alam	Luas (km ²)	Skor
1	Dataran fluvial berombak-bergelombang bermaterial aluvium	331.05	5
2	Dataran fluviomarin bermaterial aluvium	94.58	4
3	Dataran organik koralian bermaterial batuan sedimen karbonat	24.78	1
4	Dataran solusional karst bermaterial batuan sedimen karbonat	116.29	3
5	Dataran struktural lipatan berombak-bergelombang bermaterial batuan sedimen karbonat	26.60	3
6	Dataran vulkanik berombak-bergelombang bermaterial batuan beku luar	170.70	3
7	Dataran vulkanik berombak-bergelombang bermaterial piroklastik	625.64	5
8	Lembah sungai bermaterial aluvium	39.24	4
9	Pegunungan denudasional bermaterial campuran batuan beku luar dan piroklastik	429.16	3
10	Pegunungan kerucut vulkanik lereng atas bermaterial campuran batuan beku luar dan piroklastik	42.40	4
11	Pegunungan kerucut vulkanik lereng bawah bermaterial campuran batuan beku luar dan piroklastik	1,022.52	5
12	Pegunungan kerucut vulkanik lereng tengah bermaterial campuran batuan beku luar dan piroklastik	228.95	4
13	Perbukitan denudasional bermaterial campuran batuan beku luar dan piroklastik	135.37	3
14	Perbukitan solusional karst bermaterial batuan sedimen karbonat	311.12	3
15	Perbukitan struktural plutonik bermaterial batuan beku dalam	0.31	2

Sumber: [10]

Tutupan vegetasi alami lebih didominasi oleh hutan dibandingkan dengan mangrove dan savana. Vegetasi hutan pamah monsoon merangas mendominasi tutupan vegetasi alami dengan luasan mencapai 994.77 km² dan mendapatkan skor 3. Sementara skor tertinggi yaitu vegetasi hutan pamah (non dipterokarpa) dengan skor 4 pada luasan 639.18 km². Hutan monsoon merangas ini sesuai dengan karakter iklim di Banyuwangi dan

Indonesia pada umumnya. Tumbuhan akan menggugurkan daunnya pada musim kemarau untuk mengurangi penguapan. Jenis vegetasi ini yang banyak tersebar di wilayah Banyuwangi.



Gambar 4. Persebaran tutupan vegetasi alami Kabupaten Banyuwangi [10]

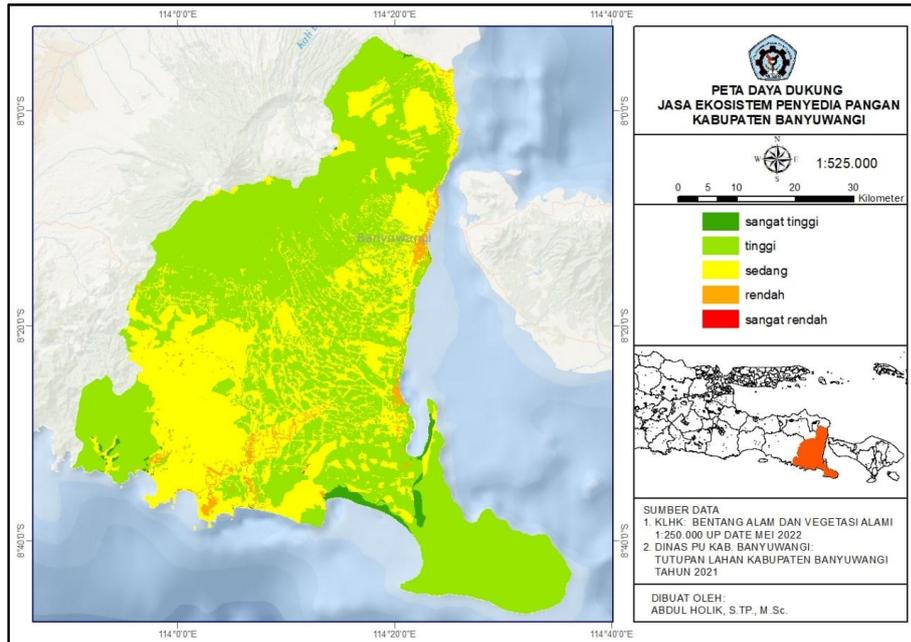
Tabel 3. Luasan dan skor tutupan vegetasi alami

No.	Jenis Tutupan Vegetasi Alami	Luas (km ²)	Skor
1	Vegetasi hutan batugamping pamah	46.50	2
2	Vegetasi hutan batugamping pamah monsun	193.67	0
3	Vegetasi hutan batugamping pamah monsun merangas pada bentang alam karst	98.34	0
4	Vegetasi hutan batugamping pamah pada bentang alam karst	116.01	2
5	Vegetasi hutan pamah (non dipterokarpa)	639.18	4
6	Vegetasi hutan pamah monsun malar hijau	29.03	3
7	Vegetasi hutan pamah monsun merangas	994.77	3
8	Vegetasi hutan pantai	0.14	3
9	Vegetasi hutan pegunungan atas	20.13	3
10	Vegetasi hutan pegunungan atas monsun	10.37	1
11	Vegetasi hutan pegunungan bawah	165.41	4
12	Vegetasi hutan pegunungan bawah monsun (monsoon lower mountain forest)	49.66	3
13	Vegetasi hutan pegunungan subalpin	0.72	1
14	Vegetasi hutan tepian sungai malar hijau	428.65	3
15	Vegetasi mangrove monsun	94.58	4
16	Vegetasi savana monsun pamah	6.56	2
17	Vegetasi terna rawa air tawar	67.71	4
18	Vegetasi terna rawa monsun	637.27	3

Sumber: [10]

Hasil *overlay* semua data spasial yang sebelumnya telah digabungkan dengan data tabular menghasilkan persebaran daya dukung jasa ekosistem penyedia pangan. Persebaran wilayah daya dukung jasa ekosistem penyedia pangan dapat dilihat pada **Gambar 5**, sedangkan detail luasan dan persentase sebaran dapat dilihat pada **Tabel 4** dan **Gambar 6**. Jasa ekosistem dengan kategori sangat tinggi berada pada kawasan Banyuwangi

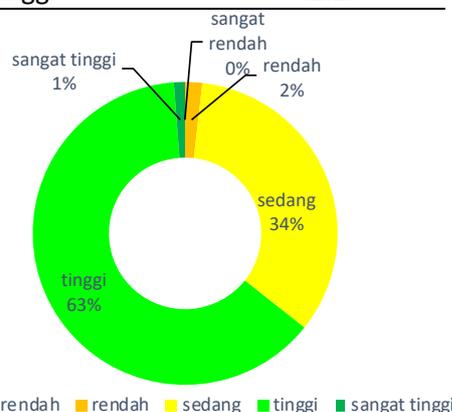
selatan pada daerah Grajagan dan sedikit di Taman Nasional Alas Purwo. Pada kategori tinggi, hampir merata mulai dari Banyuwangi utara, barat, dan tenggara. Pada kategori ini tanahnya relatif cukup subur dan mempunyai potensi tinggi untuk pengembangan pertanian apabila cukup dengan air. Pemanfaatan lahan secara umum berupa pertanian, perikanan tambak, hutan mangrove, permukiman (kota), dan industri. Hal ini yang menyebabkan potensi jasa ekosistem penyedia pangan pada dataran marin cukup tinggi [15]. Pada kategori sedang cenderung berkelompok pada daerah Banyuwangi sebelah selatan dan juga pada Banyuwangi utara yaitu di Kecamatan Wongsorejo. Sedangkan kategori rendah berada pada daerah tambang emas, dan daerah pesisir pada Banyuwangi timur yang daerahnya cenderung terbuka.



Gambar 5. Peta daya dukung jasa ekosistem penyedia pangan Kabupaten Banyuwangi

Tabel 4. Luas kelas jasa ekosistem penyedia pangan

Kelas Jasa Ekosistem	Luas (km ²)
sangat rendah	0.29
rendah	65.11
sedang	1,216.84
tinggi	2,269.34
sangat tinggi	42.25



Gambar 6. Luas kelas jasa ekosistem penyedia pangan

4. Kesimpulan

Pemetaan wilayah jasa ekosistem penyedia pangan di Kabupaten Banyuwangi telah berhasil dilakukan dengan metode skoring, dimana skoring dilakukan berdasarkan dari pedoman yang dikeluarkan oleh KLHK. Dari lima kelas parameter yang telah diklasifikasi, daya dukung jasa ekosistem Kabupaten Banyuwangi didominasi oleh kelas kategori tinggi dan sedang. Sedangkan kelas kategori rendah, sangat rendah, dan sangat tinggi, berada pada persentasi minor. Berdasarkan penilaian ini, Pemerintah Daerah Kabupaten Banyuwangi harus lebih memperhatikan keamanan pangan dengan menekan alih fungsi lahan pada daerah-daerah yang berkategori sedang. Hal ini dimaksudkan agar daerah pada kategori sedang tidak menurun kualitasnya sehingga masuk kedalam kategori rendah. Konservasi pada lahan terbuka sangat direkomendasikan supaya dapat meningkatkan status dari sangat rendah ke sedang.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ditjen Vokasi atas bantuan biaya pada skim penelitian dosen pemula tahun 2022 dan ucapan terima kasih kepada Dirjen Planologi KLHK atas data-data penunjang dalam kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] BPS, *Kabupaten Banyuwangi Dalam Angka 2021*. Banyuwangi: BPS Kabupaten Banyuwangi, 2021.
- [2] KLHK, *Daya Dukung Dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Ekoregion Sumatera Berbasis Jasa Ekosistem*. Sumatera: Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Sumatera, 2011.
- [3] E. Febriarta, "Analisis Daya Dukung Lingkungan Berbasis Jasa Ekosistem Penyediaan Pangan dan Air Bersih di Kabupaten Semarang," *Geomedia: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, vol. 18, no. 1. Universitas Negeri Yogyakarta, May 2020. doi: 10.21831/gm.v18i1.30612.
- [4] E. Febriarta, and R. Oktama, "Pemetaan Daya Dukung Lingkungan Berbasis Jasa Ekosistem Penyedia Pangan Dan Air Bersih Di Kota Pekalongan," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 18, no. 2, pp. 283-289, Aug. 2020.
- [5] Omo Rusdiana, Mia Ermyanyla, and Nana Rusyana, "Peran Jasa Ekosistem Dalam Meningkatkan Kinerja Sektor Kehutanan Kabupaten Merangin," *Talenta Conference Series: Agricultural and Natural Resources (ANR)*, vol. 3, no. 1. Universitas Sumatera Utara, Sep. 18, 2020. doi: 10.32734/anr.v3i1.836.
- [6] S. H. L. Kuwei, J. Marwa, and A. Rumatora, "Daya Dukung Jasa Ekosistem Penyedia Air dan Pangan di Kawasan Hutan Tuwanwowi Kabupaten Manokwari," *Jurnal Kehutanan Papuasiasia*, vol. 6, no. 2, pp. 184–196, Dec. 31, 2020. doi: 10.46703/jurnalpapasiasia.vol6.iss2.214.
- [7] Indonesia. *Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial*. Lembaran Negara RI Tahun 2011 Nomor 41, Tambahan Lembaran RI Nomor 5214. Jakarta: Sekretariat Negara, 2011.
- [8] H. T. Verstappen, *Applied Geomorphology*. New York: Elsevier, 1983.
- [9] KLHK, *Kajian Pengaman Pembangunan Pulau Papua*. Jakarta: KLHK, 2018.
- [10] Deputi Bidang Tata Lingkungan, & Hidup, K L, *Pedoman Penentuan Daya Dukung Dan Daya Tampung*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Deputi 1 Bidang Tata Lingkungan Asisten Deputi Perencanaan Pemanfaatan SDA & LH & Kajian Kebijakan LH Wilayah & Sektor, 2014.
- [11] A. Mulawarman, N. Paddiyatu, S. B, and R. A. Haupea, "Daya Dukung Ketersediaan Air dan Pangan di Kecamatan Sukamaju," *Jurnal Linears*, vol. 2, no. 2, pp. 92–99, Feb. 2020. doi: 10.26618/j-linears.v2i2.3126.
- [12] T. D. Wismarini, M. Sukur, "Penentuan Tingkat Kerentanan Banjir secara Geospasial," *Dinamik*, vol. 20, no. 1, pp. 57-76, Jan. 2015.
- [13] M. R. Luhukay, R. L. E. Sela, and P. J.C. Franklin, "Analisis Kesesuaian Penggunaan Lahan Permukiman Berbasis (Sig) Sistem Informasi Geografi Di Kecamatan Mapanget Kota Manado," *Jurnal Spasial*, vol. 6, no. 2, Oct. 2019.

- [14] S. S. Rijal, "Identifikasi Material Piroklastik Pasca Erupsi Gunung Kelud Menggunakan Citra Hyperspektral," *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, vol. 17, no. 1, Juni 2020.
- [15] A. Riqqi, et al., "Pemetaan Jasa Ekosistem," *Seminar Nasional Geomatika: Penggunaan dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional*, pp. 1-10, 2018.