

PEMETAAN SPASIAL TINGKAT RISIKO BENCANA TSUNAMI DI *UNESCO GLOBAL GEOPARK CILETUH-PALABUHANRATU*

SPATIAL MAPPING OF TSUNAMI RISK DISASTER ON CILETUH-PALABUHANRATU UNESCO GLOBAL GEOPARK

Iqbal Ishlahiddin^{1*}, Aniq Taofiqurrohman¹, Iwang Gumilar²

¹ Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21, Jatinangor

² Departemen Sosial Ekonomi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21, Jatinangor

*muhammad18054@mail.unpad.ac.id

Diterima : 06-03-2024 , Disetujui : 19-12-2024

ABSTRAK

Geopark Ciletuh - Palabuhanratu merupakan wilayah yang memiliki luas 1261 km² dan secara administratif mencakup 8 kecamatan dari Kabupaten Sukabumi. Selain sebagai kawasan konservasi, salah satu pemanfaatan lain dari geopark ini adalah sebagai kawasan wisata bertaraf internasional. Terdapat 70 situs geologi dan 30 situs *geoheritage* yang dimanfaatkan sebagai obyek wisata. Penelitian mengemukakan bahwa terdapat potensi tsunami setinggi 20 meter di pesisir selatan Kabupaten Sukabumi yang akan berdampak pada wilayah Geopark Ciletuh - Palabuhanratu. Wilayah yang rentan terdapat potensi tsunami sudah seharusnya memiliki tindakan mitigasi untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan. Salah satu bentuk tindakan mitigasi yang bisa dilakukan adalah pembuatan peta risiko. Pada penelitian ini dilakukan penelitian dan pemetaan tingkat risiko bencana tsunami secara spasial di wilayah UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu. Metode yang digunakan adalah *Multi Criteria Weighted Overlay* (MCE-WO) dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Tingkat risiko bencana tsunami 7 Kecamatan di wilayah kerja UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu secara umum termasuk dalam kategori sangat rendah. Secara keseluruhan wilayah UNESCO Global Geopark Ciletuh - Palabuhanratu memiliki nilai tingkat risiko yang cukup beragam dari sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Secara spasial, daerah

dengan luasan tingkat risiko terhadap bencana tsunami yang sangat tinggi terletak pada wilayah Kecamatan Ciracap yaitu sebesar 1102,97 hektar.

Kata kunci: tsunami, risiko, bencana, spasial, sistem informasi geografis

ABSTRACT

Ciletuh - Palabuhanratu Geopark is an area that has an area of 1261 km² and administratively covers 8 sub - districts of Sukabumi Regency. Apart from being a conservation area, one of the other functions of this geopark is as an international tourism area. There are 70 geological sites and 30 geoheritage sites which are utilized as tourist objects. Research suggests that there is a 20 meters high tsunami disaster potential on the south coast of Sukabumi Regency which will impact the Ciletuh-Palabuhanratu Geopark area. Areas that are vulnerable to the potential for a tsunami should have mitigation measures to minimize the resulting impact. One form of mitigation action that can be taken is the creation of a risk map. In this research, research and spatial mapping of tsunami disaster risk levels in the UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu area were carried out. The method used is Multi Criteria Weighted Overlay (MCE-WO) with GIS approach. The risk level of a tsunami disaster for 7 sub-districts in the working area of the UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu is generally categorized as very low risk for tsunami disaster. Overall, the UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu area has quite a variety of risk levels for tsunami disaster, from very low, low, medium, high and very high. Spatially, the area with a very high level of risk to the tsunami disaster is located in the Ciracap District area, which is 1102.97 hectares.

Keyword: tsunami, risk, disaster, spatial, geographic information system

PENDAHULUAN

Taman bumi atau *Geopark* merupakan kawasan konservasi, yang memiliki unsur *geodiversity* (keanekaragaman geologi), *biodiversity* (keanekaragaman hayati), dan *cultural diversity* (keanekaragaman budaya) dimana di dalamnya memiliki aspek pendidikan dalam ilmu kebumihutan dan keragaman warisan bumi serta dalam pengelolaannya melibatkan masyarakat dalam aspek ekonomi (Putri dkk., 2020). Salah satu geopark yang ada di Indonesia adalah Geopark Ciletuh - Palabuhanratu di Kabupaten Sukabumi. Geopark Ciletuh - Palabuhanratu merupakan wilayah yang memiliki luas 1261 km² dan secara administratif mencakup 8 kecamatan dari Kabupaten Sukabumi. Selain sebagai kawasan konservasi, salah satu pemanfaatan lain dari geopark ini adalah sebagai kawasan wisata bertaraf internasional. Terdapat 70 situs geologi dan 30 situs *geoheritage* yang dimanfaatkan sebagai obyek wisata.

Wilayah Geopark Ciletuh - Palabuhanratu secara tektonik terletak di antara perbatasan zona aktif dunia yaitu zona subduksi antara lempeng Eurasia dan lempeng Indo - Australia yang terus bergerak hampir 4 mm/tahun (Pemerintah Kabupaten Sukabumi, 2020). Menurut (Supartoyo & Brahmantyo, 2008) hal ini menyebabkan wilayah tersebut sering dilanda bencana gempa bumi dan memiliki potensi tsunami. Penelitian (Widiyantoro

dkk., 2020) mengemukakan bahwa terdapat potensi tsunami setinggi 20 meter di pesisir selatan Kabupaten Sukabumi yang akan berdampak pada wilayah Geopark Ciletuh - Palabuhanratu. Tsunami sendiri merupakan peristiwa gelombang pasang yang bangkit akibat terjadinya gempa bumi tektonik, letusan gunung api bawah laut, ataupun tanah longsor (Jokowinarno, 2011). Menurut (Fauzi & Mussadun, 2021) bencana alam tsunami di kawasan pesisir perkotaan memiliki dampak negatif seperti kerusakan bangunan, jalanan, hilangnya layanan sosial dan fungsinya, layanan air dan komunikasi. Kerusakan - kerusakan inilah yang akan berdampak pada aktivitas dari Geopark Ciletuh-Palabuhanratu. Karena tenaga pembangkitnya biasanya disebabkan oleh gempa bumi, hingga saat ini bencana alam tsunami belum dapat diprediksi kapan terjadinya (Tarigan dkk., 2015). Hal inilah yang menyebabkan bencana tsunami sering dijadikan topik penelitian yang dihubungkan dengan kerentanan dan resiko (Isdianto dkk., 2021).

Wilayah yang rentan terdapat potensi tsunami sudah seharusnya memiliki tindakan mitigasi untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan. Salah satu tindakan mitigasi yang bisa dilakukan adalah pembuatan peta risiko (Kultsum dkk., 2016). Hal ini juga sesuai dengan (Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, 2007) menyatakan daerah

dengan resiko bencana tinggi terhadap tsunami diwajibkan untuk memiliki tindakan mitigasi guna mengurangi dampak yang ditimbulkan.

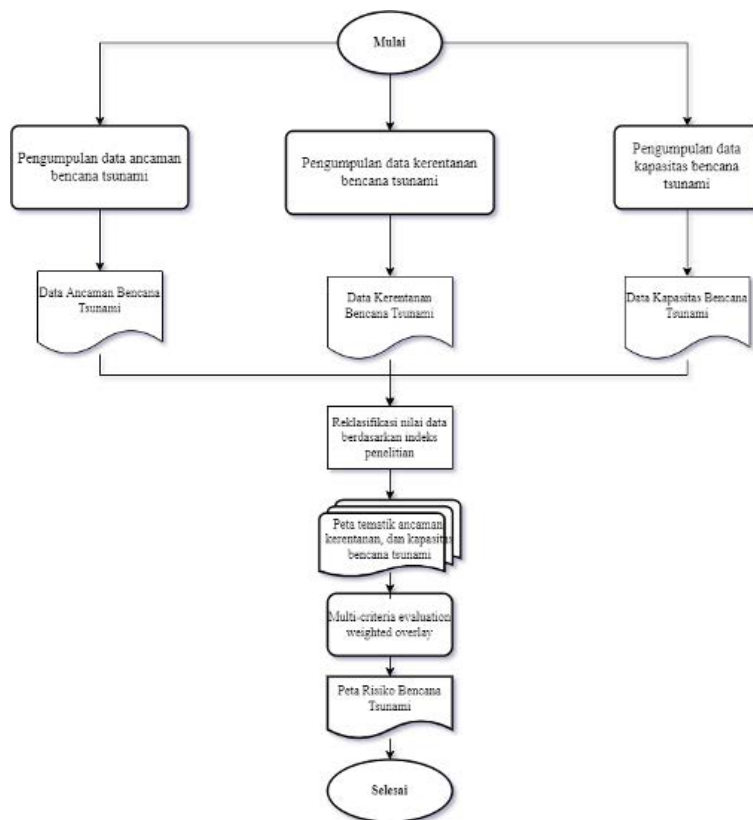
Pemetaan kerentanan tsunami dapat dilakukan dengan pendekatan *Multi Criteria Evaluation Weighted Overlay* (MCE-WO) untuk mengidentifikasi karakteristik ancaman, kerentanan dan resiko bencana tsunami pada daerah studi (Isdianto dkk., 2021). Metode *Multi Criterian Evaluation with Weighted Overlay* merupakan metode kuantitatif yang menggunakan pertimbangan kuantitatif untuk mengetahui satu faktor dan faktor lainnya dalam proses pengambilan keputusan. Hasil akhir dari metode ini adalah rentang kelas-kelas skenario dari beberapa faktor yang kemudian diintergrasikan pada Sistem Informasi Geografis untuk membuat sebuah peta sebaran kelas secara spasial (Vázquez-Quintero dkk., 2020).

Salah satu perangkat yang digunakan untuk mengidentifikasi parameter tersebut adalah Sistem Informasi Geografis (SIG). Pendekatan spasial untuk menganalisis parameter-parameter tersebut dilakukan untuk memberikan cakupan wilayah penelitian yang luas. Selain itu, SIG juga memiliki kemampuan untuk menggabungkan dan tumpang-susun data spasial (Faiqoh dkk., 2013). Penggunaan SIG telah menjadi alat yang memiliki integrasi, dikembangkan dengan baik dan berhasil dalam

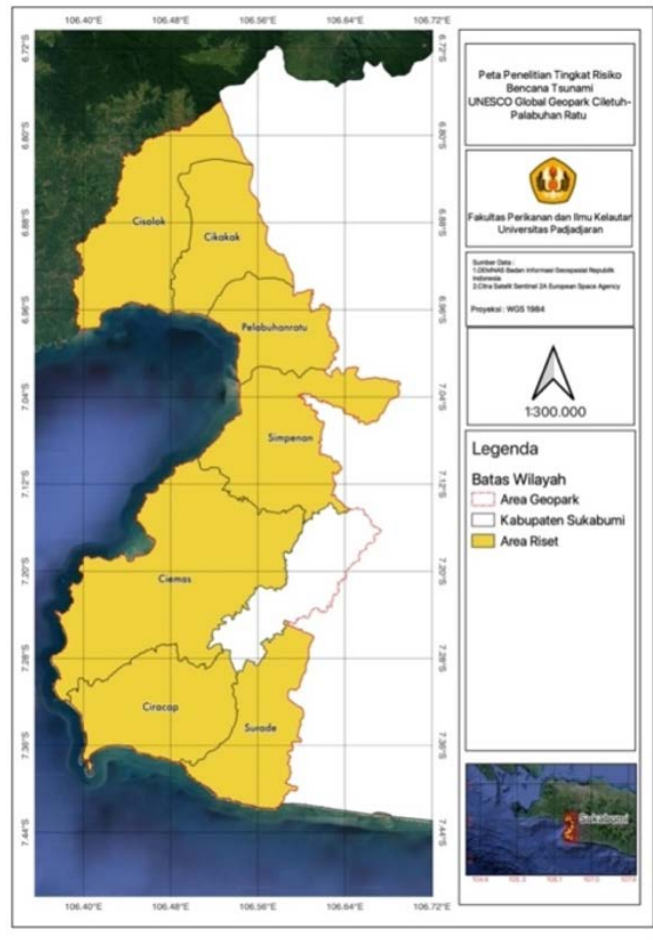
penelitian bencana terkait efektivitas resiko bencana dan manajemen mitigasi (Sambah dkk., 2019). Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai dan memetakan tingkat risiko wilayah UNESCO Global Geopark Ciletuh - Palabuhanratu terhadap bencana tsunami dengan pendekatan multi - kriteria secara spasial.

METODE

Analisis data dilakukan dengan metode kuantitatif menggunakan tabel analisis risiko bencana tsunami dari Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Nomor 2 Tahun 2012 yang telah dimodifikasi oleh penulis berdasarkan ketersediaan data dan kondisi lokasi penelitian. Semua data yang telah terkumpul kemudian diklasifikasi berdasarkan indeks risiko bencana yang telah penulis susun menggunakan sistem informasi geografis sehingga menghasilkan peta tematik ancaman, kerentanan dan kapasitas bencana tsunami di wilayah studi. Dari peta tematik ketiga parameter tersebut kemudian dilakukan skoring menggunakan metode *Multi Criteria Evaluation Weighted Overlay* (MCE-WO) sehingga menghasilkan Peta tingkat risiko bencana di wilayah penelitian.



Gambar 1. Alur penelitian



Gambar 2. Peta wilayah penelitian

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 7 kecamatan di wilayah kerja UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat yang secara geografis terletak pada koordinat 6°42'10.8" - 7°29'56.4" LS dan 106° 21' 18" - 106° 43' 15.6" BT (Gambar 1.). Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada faktor ketinggian dan lingkungan terbangun yang berbatasan langsung dengan wilayah laut. Seluruh lokasi penelitian berada di daratan yang secara administrasi termasuk dalam wilayah administrasi Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Proses rangkaian kajian dilaksanakan dari bulan Agustus 2022 hingga Januari 2023.

Reklasifikasi Nilai Data Berdasarkan Indeks Penelitian

Reklasifikasi Indeks Ancaman Bencana Tsunami

Tingkat ancaman bencana tsunami dapat dianalisis berdasarkan faktor ketinggian dan topografi daratan pesisir. Data ketinggian dan topografi dianalisis dengan menggunakan penilaian

Indeks Peraturan Kepala BNPB No 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana yang telah dimodifikasi oleh penulis berdasarkan riset (Azkari H. A. dkk., 2020) dan menyesuaikan kondisi lokasi riset. Parameter ketinggian yang menjadi ancaman wilayah dikonversi menjadi beberapa kelas ancaman dengan fungsi *reclassify* pada Sistem Informasi Geografis.

Reklasifikasi Indeks Kerentanan Bencana Tsunami

Kerentanan wilayah terhadap bencana tsunami dapat diketahui dengan beberapa parameter seperti jarak dari garis pantai, kemiringan, dan tutupan lahan. Jarak dari garis pantai serta kemiringan bisa didapatkan dari data DEMNAS dan garis pantai milik Badan Informasi Geospasial, sedangkan tutupan lahan didapatkan dari citra sentinel 2 L2A yang diklasifikasi menggunakan metode klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood Classification*. Seluruh parameter tersebut dianalisis menggunakan penilaian indeks Peraturan Kepala BNPB No 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana yang telah dimodifikasi oleh penulis

Tabel 1. Data penelitian dan sumber data

| No | Jenis Data | Resolusi Spasial | Waktu Akuisisi | Sumber | Kelas |
|----|--|------------------|-------------------|-------------------------|------------|
| 1. | Data Ketinggian (Sambah dkk., 2018) | 0,27 arcsecond | 2020 | DEMNAS BIG | Ancaman |
| 2. | Data Jarak dari Garis Pantai (Faiqoh dkk., 2013) | 500 meter | 2021 | BIG | Kerentanan |
| 3 | Citra Sentinel 2 Level 2A | 10 meter | 2021 | ESA Copernicus | Kerentanan |
| 4. | Data Sistem Peringatan Dini (PERKA BNPB No.02, 2012) | - | | | Kapasitas |
| 5. | Data Pembangunan Mitigasi Struktural dan Non Struktural (PERKA BNPB No.02, 2012) | - | <i>Mutiawaktu</i> | | Kapasitas |
| 6. | Data Pendidikan dan pelatihan kebencanaan (PERKA BNPB No.02, 2012) | - | | BPBD Kabupaten Sukabumi | Kapasitas |
| 7. | Data Aturan dan lembaga penanggulangan bencana (PERKA BNPB No.02, 2012) | - | | | Kapasitas |
| 8. | Data Penyusunan dokumen Kajian risiko bencana tsunami (PERKA BNPB No.02, 2012) | - | | | Kapasitas |

Tabel 2. Klasifikasi Indeks Ancaman Bencana Tsunami (modifikasi (Azkari H. A. dkk., 2020; Lessy & Sabar, 2021; PERKA BNPB No.02, 2012))

| Parameter | Klasifikasi | Ancaman | Nilai Ancaman |
|----------------|-------------|---------------|---------------|
| Ketinggian (m) | <10 | Sangat Tinggi | 5 |
| | 10-25 | Tinggi | 4 |
| | 25-50 | Sedang | 3 |
| | 50-100 | Rendah | 2 |
| | 100-150 | Sangat Rendah | 1 |

berdasarkan beberapa referensi seperti (Azkari H. A. dkk., 2020; Lessy & Sabar, 2021); dan menyesuaikan dengan kondisi lokasi riset.

Reklasifikasi Indeks Kapasitas Wilayah Terhadap Bencana Tsunami

Indeks kapasitas wilayah pesisir dalam penilaian risiko bencana tsunami menggunakan Indeks Kapasitas yang diterbitkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana dalam Perka No 2 Tahun 2012 yang dimodifikasi oleh penulis. Komponen regulasi berupa peraturan, kelembagaan penanggulangan bencana dan pengembangan sistem peringatan dini bencana, komponen mitigasi bencana dan komponen kesiapsiagaan bencana menjadi parameter yang diamati.

Nilai kapasitas dihitung dengan menggunakan persamaan dari Perka BNPB No.2/2012 sebagai berikut:

$$C_{Total} = \sum_{i=1}^5 W_i \times C_i \quad (1)$$

Keterangan:

Ctot: Nilai Kapasitas Total

Ci: Nilai parameter kapasitas ke-i

Wi: Nilai bobot pada parameter ke-i

Analisis Indeks Risiko Bencana Tsunami

Indeks risiko bencana tsunami pada wilayah pesisir menggunakan komponen ancaman bencana, komponen kerentanan & komponen kapasitas wilayah pesisir. Tingkat risiko bencana yang terjadi pada suatu wilayah ditentukan oleh masing - masing komponen. Analisis risiko bencana menggunakan hasil analisis indeks ancaman, indeks kerentanan, & indeks kapasitas yang dihitung menggunakan persamaan milik (PERKA BNPB No.02, 2012) yang telah dimodifikasi oleh (Fahmi dkk., 2017) sebagai berikut:

$$Risk = \sqrt[3]{(Hazard) \times (Vulnerability) \times (1 - (Capacity))} \quad (2)$$

Klasifikasi tingkat risiko bencana dilakukan dengan membagi nilai risiko berdasarkan rentang dan interval kelas. Untuk menghitung interval kelas menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{max} - R_{min}}{n} \quad (3)$$

Tabel 3. Klasifikasi Indeks Kerentanan Bencana Tsunami (modifikasi (Azkari H. A. dkk., 2020; Lessy & Sabar, 2021; PERKA BNPB No.02, 2012))

| No | Parameter | Klasifikasi | Kerentanan | Kelas | Bobot (%) |
|----|-----------------------------|---|---------------|-------|-----------|
| 1 | Jarak dari Garis Pantai (m) | 0-500 | Sangat Tinggi | 5 | 40 |
| | | 500-1000 | Tinggi | 4 | |
| | | 1000-1500 | Sedang | 3 | |
| | | 1500-3000 | Rendah | 2 | |
| | | >3000 | Sangat Rendah | 1 | |
| 2 | Kemiringan (%) | 0-2 % | Sangat Tinggi | 5 | 40 |
| | | 2-5% | Tinggi | 4 | |
| | | 5-15% | Sedang | 3 | |
| | | 15-40% | Rendah | 2 | |
| | | >40% | Sangat Rendah | 1 | |
| 3 | Tutupan Lahan | Pemukiman, Area pendidikan, pemukiman, industri, perkantoran, niaga, sarana dan akomodasi wisata, pelabuhan, pertambangan | Sangat Tinggi | 5 | 20 |
| | | Perkebunan/Ladang, tambak | Tinggi | 4 | |
| | | Sawahladang, tegalan, hutan produksi | Sedang | 3 | |
| | | Semak Belukar, lahan kosong | Rendah | 2 | |
| | | Hutan, hutan bakau, kawasan konservasi | Sangat Rendah | 1 | |

Tabel 4. Klasifikasi Indeks Kapasitas Wilayah Terhadap bencana tsunami (PERKA BNPB No.02, 2012)

| No | Indikator | Kelas Indeks | | | Bobot |
|----|--|----------------------------------|--|--|-------|
| | | Rendah (1) | Sedang (3) | Tinggi (5) | |
| C1 | Aturan | Belum ada | Sudah menjadi draft kajian | Aturan dan kelembagaan penanggulangan bencana sudah disahkan | 25 |
| C2 | Dokumen Kajian Risiko | Belum ada | Proses penyusunan draft kajian | Dokumen sudah disahkan | 20 |
| C3 | Sistem Peringatan Dini | Belum ada sistem peringatan dini | Perencanaan pembangunan sistem peringatan dini bencana tsunami | Sudah ada sistem peringatan dini bencana tsunami | 10 |
| C4 | Pembangunan Mitigasi Struktural dan Non Struktural | Belum ada | Ada pembangunan mitigasi struktural/non struktural | Pembangunan mitigasi struktural bersifat penanggulangan risiko bencana tsunami | 30 |
| C5 | Pendidikan dan Pelatihan Kebencanaan | Belum ada | Aparat pemerintah dan warga mengikuti pelatihan kebencanaan | Ada simulasi logistic dan peralatan penanggulangan bencana | 15 |

Keterangan:

I = Interval

Rmax = Nilai risiko tertinggi

Rmin = Nilai risiko terendah

Interval kelas dari persamaan diatas kemudian digunakan untuk membagi nilai risiko menjadi 5 kelas. Pembagian kelas nilai risiko bencana tsunami bisa dilihat pada tabel 5.

Hasil dari perhitungan reklasifikasi indeks ancaman, kerentanan, dan kapasitas yang merupakan data raster kemudian dimasukkan ke dalam persamaan 2 pada SIG untuk mendapatkan indeks risiko bencana tsunami. Hasil akhir dari proses tersebut adalah data raster yang menunjukkan distribusi spasial rentang nilai risiko bencana tsunami di daerah riset.

ancaman sangat rendah. Sedangkan untuk nilai ancaman paling tinggi adalah Kecamatan Ciracap dengan nilai ancaman 2,34 dan termasuk kategori rendah. Nilai total ancaman keseluruhan pada wilayah riset ini adalah 1,65 dan termasuk kategori sangat rendah. Hal ini dipengaruhi oleh nilai ancaman per kecamatan yang hanya ditemui dua nilai kelas yaitu sangat rendah dan rendah. Salah satu penyebab rendahnya nilai ancaman adalah faktor ketinggian dari wilayah riset.

Hasil skoring nilai ancaman (Gambar 3) menunjukkan pada daerah yang memiliki nilai ancaman tinggi cenderung memiliki nilai ketinggian yang rendah yaitu pada rentang 0 – 10 meter diatas permukaan laut (mdpl). Sedangkan pada daerah yang memiliki nilai ancaman rendah cenderung

Tabel 5. Klasifikasi Indeks Risiko Bencana Tsunami (modifikasi (Fahmi dkk., 2017; PERKA BNPB No.02, 2012))

| Nilai | Tingkat Risiko | Kelas |
|-------------|----------------|-------|
| 13,0 - 15 | Sangat tinggi | 5 |
| 10,5 – 12,9 | Tinggi | 4 |
| 8,0 – 10,4 | sedang | 3 |
| 5,5 – 7,9 | Rendah | 2 |
| 3 – 5,4 | Sangat Rendah | 1 |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Ancaman Bencana Tsunami

Hasil perhitungan nilai Ancaman Bencana Tsunami, wilayah UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu masih didominasi oleh wilayah dengan kategori ancaman sangat rendah yaitu seluas 76683,24 ha dan persentase sebesar 68,32% dari total luas wilayah riset. Luas wilayah yang dikategorikan memiliki ancaman sangat tinggi adalah 5669,45 hektar atau 5,05 persen dari total luas wilayah riset.

Berdasarkan wilayah administrasi, kategori nilai ancaman paling rendah adalah kecamatan Cikakak dengan nilai 1,11 dan termasuk kelas

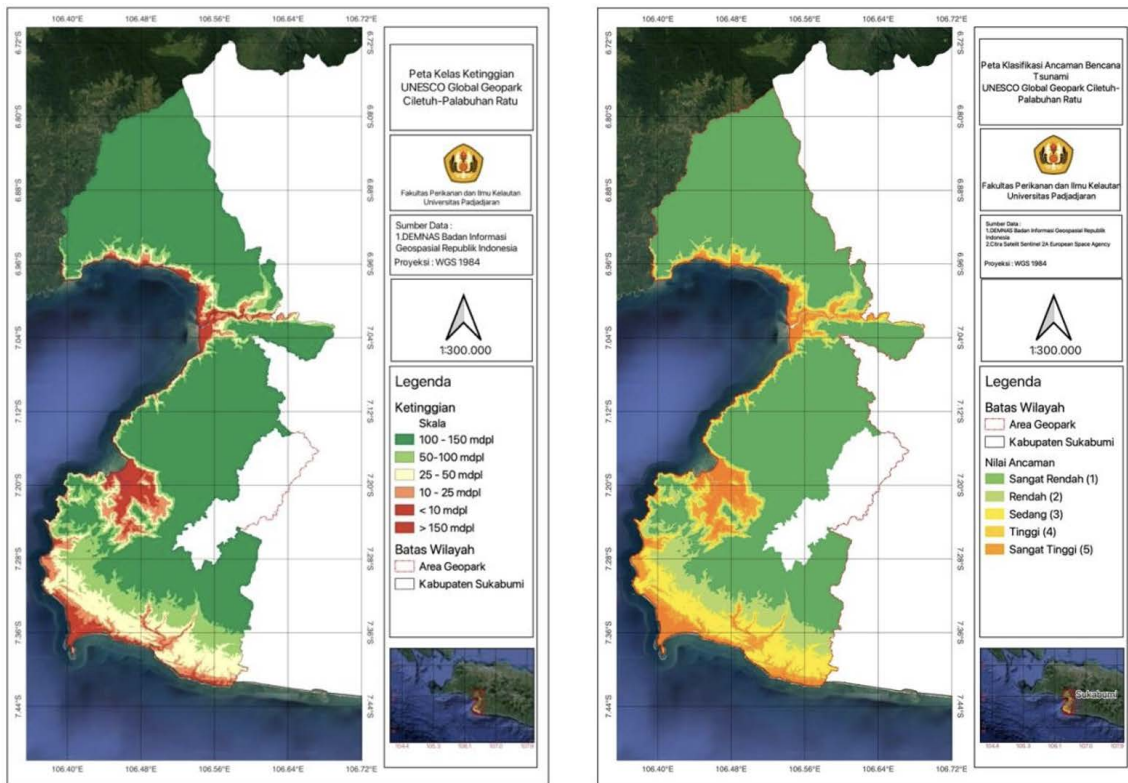
memiliki nilai ketinggian yang tinggi yaitu pada rentang 50 – 150 meter diatas permukaan laut. Hal ini sejalan dengan penelitian (Isdianto et al., 2021) yang menyatakan ketinggian suatu wilayah akan berpengaruh pada seberapa jauh gelombang tsunami akan mencapai daratan.

Tingkat Kerentanan Bencana Tsunami

Tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap bencana tsunami dilakukan dengan membentuk komposit peta dari ketiga parameter yang telah disusun melalui proses *overlay* pada system informasi geografis. Proses *overlay* pada riset ini menggunakan tiga analisis, yaitu analisis tutupan

Tabel 6. Luasan dan Persentase Nilai Ancaman Bencana Tsunami Hasil Penelitian

| No | Luas (ha) | Persentase (%) | Kelas |
|--------------|------------------|----------------|---------------|
| 1 | 76683,24 | 68,32 | Sangat Rendah |
| 2 | 12960,13 | 11,55 | Rendah |
| 3 | 10783,51 | 9,61 | Sedang |
| 4 | 6147,44 | 5,48 | Tinggi |
| 5 | 5669,45 | 5,05 | Sangat Tinggi |
| Total | 112243,77 | 100 | |



Gambar 3. Peta Kelas Ketinggian (ki) dan Peta Klasifikasi Ancaman (ka) Bencana Tsunami di UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu

Tabel 7. Luasan dan Persentase Tingkat Kerentanan Bencana Tsunami Hasil Skoring

| Klasifikasi | Skor | Luas (ha) | Persentase |
|---------------|------|------------------|------------|
| Sangat Rendah | 1 | 57166,70 | 50,93 |
| Rendah | 2 | 35495,82 | 31,62 |
| Sedang | 3 | 10612,58 | 9,45 |
| Tinggi | 4 | 8260,84 | 7,36 |
| Sangat Tinggi | 5 | 707,83 | 0,63 |
| Total | | 112243,77 | 100 |

lahan, analisis kemiringan lahan, analisis jarak dari garis pantai. Hasil *overlay* disajikan dalam peta komposit yang digunakan untuk menentukan klasifikasi kerentanan wilayah terhadap bencana tsunami.

Berdasarkan hasil analisis, wilayah riset didominasi pada tingkat kerentanan rendah dan sangat rendah. Sedangkan pada tingkat kerentanan sedang, tinggi dan sangat tinggi cenderung hanya terdapat pada wilayah pesisir saja. Secara administrasi, 7 kecamatan yang ada di wilayah riset memiliki nilai kerentanan yang cukup beragam dari kategori sangat rendah hingga sangat tinggi di tiap kecamatannya (Gambar 4).

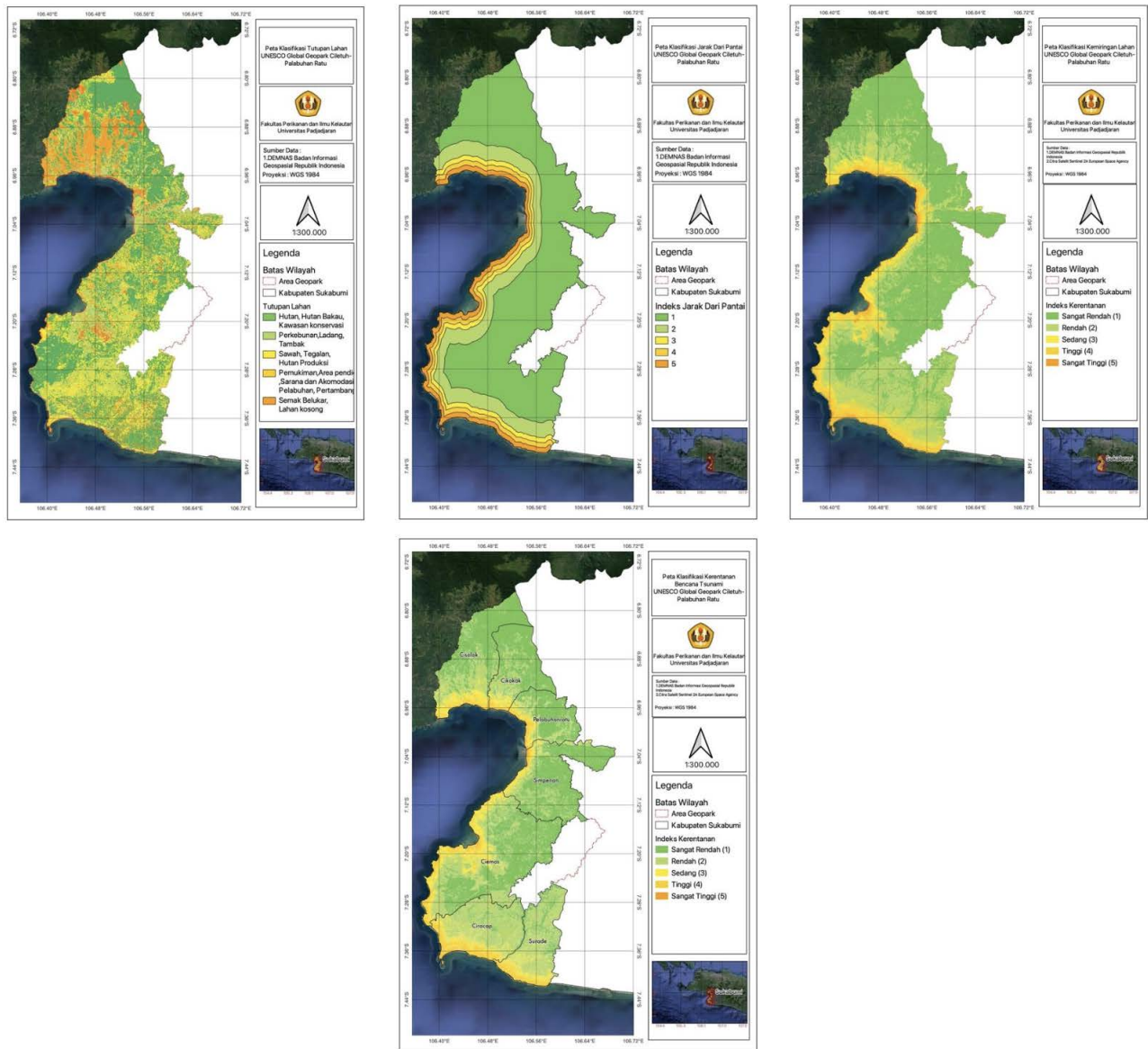
Secara luasan, tingkat kerentanan pada nilai sangat rendah dan rendah memiliki persentase sebesar 50,93% dan 31,62% dan menjadi nilai paling luas dibandingkan tingkat kerentanan lain. Sedangkan pada tingkat kerentanan sedang, tinggi dan sangat tinggi memiliki nilai yang kecil yaitu

sebesar 9,45%; 7,36% dan 0,63%. Hal ini membuktikan bahwa wilayah riset yaitu 7 kecamatan di UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu memiliki kerentanan yang rendah terhadap bencana tsunami.

Tingkat Kapasitas Bencana Tsunami

Kapasitas merupakan pengetahuan atau keterampilan masyarakat untuk mempertahankan dan mempersiapkan, mencegah, memitigasi, dan menanggulangi diri dari sebuah kejadian bencana (Priyono & Nugraheni, 2016). Tingkat kapasitas wilayah erat hubungannya dengan kemampuan masyarakat dalam meminimalisir dampak dari sebuah bencana. Menurut (Prihananto & Muta'ali, 2013), sebuah bencana terjadi ketika nilai ancaman lebih besar daripada kapasitas dari sebuah komunitas atau wilayah.

Dari 5 indikator kapasitas, dua diantaranya memiliki nilai tinggi yaitu indikator regulasi dan



Gambar 4. Peta Klasifikasi Tutupan Lahan, Jarak dari Pantai, Kemiringan Lahan, dan Distribusi Spasial Kerentanan Bencana Tsunami

aturan serta mitigasi struktural dan non struktural. Dari indikator regulasi dan aturan, nilai tinggi didapatkan dari kebijakan pemerintah daerah yang sudah disahkan untuk seluruh Kabupaten Sukabumi, termasuk di dalamnya wilayah riset. Sedangkan untuk penyebab tingginya indikator structural dan non struktural adalah sudah terlaksananya pembangunan rambu dan jalur evakuasi bencana tsunami di seluruh wilayah riset.

Dua indikator lain dari penilaian indeks kapasitas bencana tsunami menunjukkan nilai dengan kategori rendah yaitu pada indikator kajian risiko bencana tsunami dan sistem peringatan dini. Pada indikator kajian risiko bencana tsunami, penyebab rendahnya nilai skoring adalah karena belum ditemukannya dokumen kajian bencana tsunami secara menyeluruh di wilayah riset.

Beberapa artikel penelitian terkait bencana tsunami hanya ditemukan pada Kecamatan Pelabuhanratu dan dilaksanakan oleh lembaga lain diluar pemerintah daerah. Pada indikator sistem peringatan dini nilai skoring termasuk dalam kategori rendah dikarenakan tidak ditemukannya alat ukur gempa dan tinggi permukaan laut yang terintegrasi dengan jaringan satelit dan system peringatan dini nasional. Pengelolaan sistem peringatan dini *Indonesia Tsunami Early Warning System* (Ina-TEWS) dilakukan di tingkat nasional sehingga pemerintah daerah hanya mengandalkan koordinasi dari pemerintah pusat. Indikator terakhir yaitu Pendidikan dan Pelatihan Kebencanaan menunjukkan nilai pada kategori sedang. Bentuk pendidikan dan pelatihan di wilayah riset adalah pelaksanaan program desa tangguh bencana. Namun

Tabel 8. Hasil Skoring Parameter Tingkat Kapasitas Bencana Tsunami

| No | Indikator | Nilai | Keterangan |
|-------|--|-------|------------|
| 1 | Regulasi dan Aturan | 1,25 | Tinggi |
| 2 | Kajian Risiko Bencana Tsunami | 0,2 | Rendah |
| 3 | Sistem Peringatan Dini | 0,1 | Rendah |
| 4 | Mitigasi Struktural dan Non Struktural | 1,5 | Tinggi |
| 5 | Pendidikan dan Pelatihan Kebencanaan | 0,45 | Sedang |
| Total | | 3,5 | Tinggi |

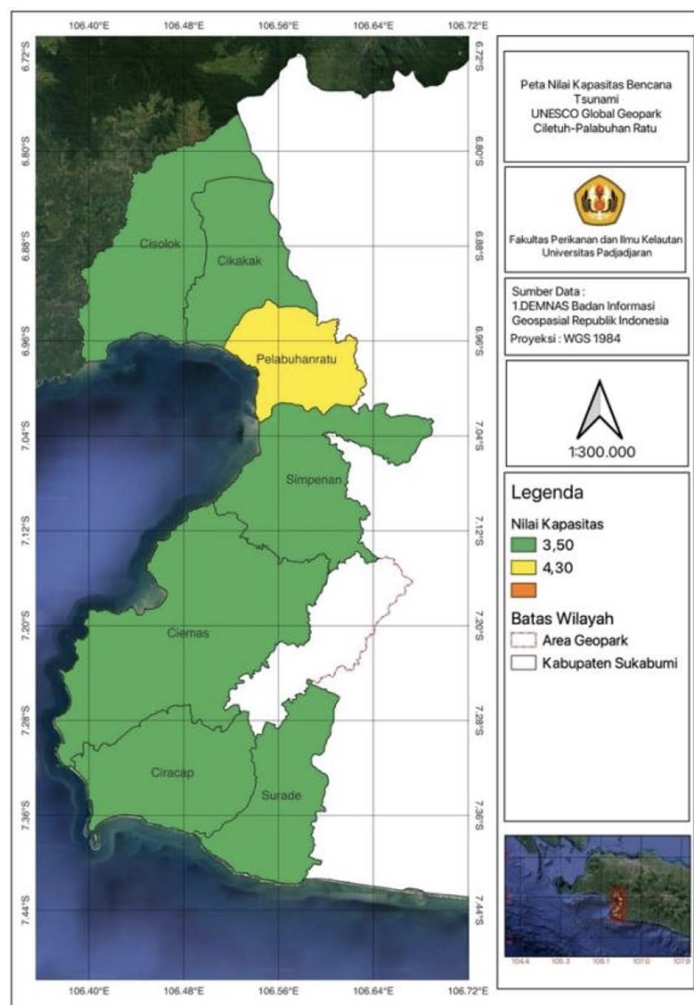
belum ada simulasi logistik dan peralatan penanggulangan risiko bencana tsunami.

Hasil penjumlahan seluruh indikator menunjukkan nilai total kapasitas wilayah riset terhadap bencana tsunami sebesar 3,5 dan termasuk dalam kategori tinggi. Secara keseluruhan hanya terdapat dua kategori kapasitas wilayah terhadap bencana tsunami yaitu kategori tinggi dan sangat tinggi (Gambar 5). Kecamatan Pelabuhanratu memiliki nilai kapasitas wilayah terbesar yaitu 4,30

dan termasuk kategori sangat tinggi. Berdasarkan hasil penilaian indeks kapasitas, Kecamatan Pelabuhanratu memiliki nilai paling tinggi diantara 6 kecamatan lainnya di wilayah riset.

Tingkat Risiko Bencana Tsunami

Tingkat risiko bencana tsunami didapatkan berdasarkan persamaan matematis yang dikembangkan oleh (Fahmi et al., 2017). Parameter yang digunakan adalah tingkat ancaman, tingkat



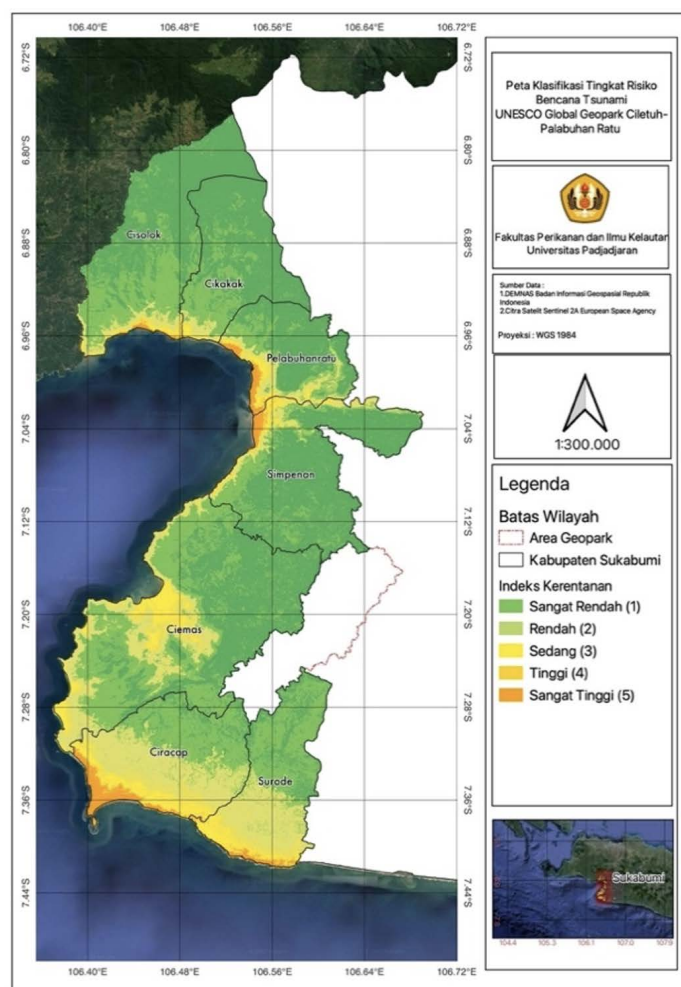
Gambar 5. Peta Distribusi Spasial Tingkat Kapasitas Wilayah Riset terhadap bencana tsunami

kerentanan, dan tingkat kapasitas wilayah terhadap bencana tsunami. Hasil perhitungan kemudian diolah menggunakan SIG sehingga bisa disajikan dan dianalisis secara spasial seperti pada gambar 6.

Distribusi spasial tingkat risiko bencana tsunami di UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu secara lengkap bisa dilihat pada gambar 6. Secara umum, wilayah riset memiliki nilai risiko bencana tsunami yang cukup beragam dari kategori sangat rendah hingga sangat tinggi. Hal ini disebabkan oleh wilayah riset yang memiliki ketinggian dan tutupan lahan yang cukup beragam pula (Gambar 4). Daerah dengan nilai risiko kecil cenderung berada jauh dari garis pantai dan tutupan

lahan yang minim aktivitas manusia. Sedangkan, daerah dengan nilai risiko tinggi dan sangat tinggi, rata-rata ditemui sepanjang pesisir wilayah riset pada daerah yang memiliki infrastruktur yang tinggi (Gambar 4). Hal ini juga sejalan dengan (Endarwati et al., 2021; Fahmi et al., 2017) yang menyatakan bahwa pada daerah dengan infrastruktur yang minim dan ketinggian yang beragam cenderung memiliki risiko bencana tsunami lebih kecil dibandingkan dengan wilayah lain.

Hasil perhitungan tingkat risiko tsunami berdasarkan luas daerah di wilayah riset tertera pada tabel 9. Secara berturut-turut persentase hasil perhitungan tingkat risiko dari kategori sangat



Gambar 6. Distribusi Spasial Tingkat Risiko Bencana Tsunami

Tabel 9. Hasil Skoring Luasan Tingkat Risiko Bencana Tsunami di UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu

| Tingkat Risiko | Skoring | Luas (ha) | Persentase (%) |
|----------------|---------|------------------|----------------|
| Sangat Rendah | 1 | 48087,52 | 42,84 |
| Rendah | 2 | 36528,75 | 32,54 |
| Sedang | 3 | 18172,70 | 16,19 |
| Tinggi | 4 | 7156,38 | 6,38 |
| Sangat Tinggi | 5 | 2298,42 | 2,05 |
| Total | | 112243,77 | 100,00 |

Tabel 10. Persentase Luasan Tingkat Risiko Bencana Tsunami Berdasarkan Kecamatan Hasil Skoring

| Kecamatan | Tingkat Risiko (%) | | | | |
|---------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------|
| | Sangat Rendah | Rendah | Sedang | Tinggi | Sangat Tinggi |
| Pelabuhanratu | 51,39 | 23,39 | 14,26 | 6,13 | 4,82 |
| Cikakak | 68,44 | 26,61 | 3,51 | 1,45 | 0,00 |
| Cisolok | 58,33 | 32,84 | 5,94 | 2,08 | 0,81 |
| Ciemas | 34,98 | 40,33 | 17,01 | 7,67 | 0,00 |
| Surade | 21,93 | 34,55 | 30,07 | 10,67 | 2,78 |
| Simpunan | 64,73 | 23,29 | 6,91 | 3,41 | 1,67 |
| Ciracap | 13,10 | 28,91 | 37,37 | 13,01 | 7,61 |

rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi adalah sebesar 31,75%; 44,40%; 15,72; 6,21%; dan 1,93%. Pada tabel tersebut terlihat bahwa wilayah UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu didominasi oleh daerah dengan kategori tingkat risiko sangat rendah, rendah.

Secara administrasi, tingkat risiko sangat tinggi dengan nilai luasan terbesar dimiliki oleh Kecamatan Ciracap yaitu sebesar 1102,97 ha. Sedangkan untuk tingkat risiko sangat tinggi dengan nilai luasan terkecil dimiliki oleh Kecamatan Cikakak yaitu sebesar 0,13 ha. Menurut (Sambah et al., 2018, 2019),tinggi dan rendahnya nilai risiko suatu wilayah terhadap bencana tsunami dipengaruhi oleh jenis tutupan lahan dan ketinggian di wilayah tersebut. Hal ini juga sejalan dengan hasil analisis data, pada daerah yang memiliki nilai risiko tinggi dan sangat tinggi umumnya cenderung terletak pada tutupan lahan pemukiman dan infrastruktur serta ketinggian yang landai (Gambar 4). Selain itu, jika melihat distribusi spasial tingkat risiko pada daerah yang memiliki nilai risiko tinggi dan sangat tinggi cenderung berada pada wilayah yang dekat atau berbatasan langsung dengan laut.

KESIMPULAN

Tingkat risiko bencana tsunami 7 Kecamatan di wilayah kerja UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu secara umum termasuk dalam kategori sangat rendah. Secara keseluruhan wilayah UNESCO Global Geopark Ciletuh-Palabuhanratu memiliki nilai tingkat risiko yang cukup beragam dari sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Secara berturut-turut persentase hasil perhitungan luasan tingkat risiko dari kategori sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi adalah sebesar 31,75%; 44,40%; 15,72; 6,21%; dan 1,93%. Hasil tersebut membuktikan bahwa wilayah UNESCO Global Geopark Ciletuh-

Palabuhanratu didominasi oleh daerah dengan kategori tingkat risiko sangat rendah, rendah.

Sedangkan secara spasial, daerah dengan luasan tingkat risiko terhadap bencana tsunami yang sangat tinggi terletak pada wilayah Kecamatan Ciracap yaitu sebesar 1102,97 hektar. Sedangkan tingkat risiko dalam kategori sangat tinggi dengan luasan terkecil terletak di Kecamatan Cikakak yaitu sebesar 0,13 hektar. Dari hasil analisis, distribusi tingkat risiko bencana tsunami dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu tutupan lahan, ketinggian dan jarak dari pantai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah berperan dan terlibat dalam penulisan ini.

DAFTAR ACUAN

- Al Qossam, I., Nugraha, A. L., & Sabri, L. (2020). Pemetaan Spasial Tingkat Risiko Bencana Tsunami di Wilayah Kabupaten Serang Menggunakan Citra SPOT-6. *Jurnal Geodesi Undip*, 9(2), 132. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/27175/23800>
- Azkari H. A., M., Kharis, F. A., & Putri R., O. (2020). Tsunami Mitigation Landscape Planning Based on Mangrove Ecosystems in Palu City. *JURNAL LANSKAP INDONESIA*, 12(2), 41–53. <https://doi.org/10.29244/jli.12.2.2020.41-53>
- Endarwati, M. C., Widodo, W. H. S., & Imaduddina, A. H. (2021). Identification of Land Use Vulnerability Zone Towards Tsunami Disaster in Banyuwangi Regency. *Jurnal Manajemen Bencana (JMB)*, 7(2), 99–108. <https://doi.org/10.33172/jmb.v7i2.753>

- Fahmi, M. N., Wikantika, K., & Agung, B. (2017). Pembuatan Peta Zonasi Risiko Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Wilayah Pesisir Pangandaran. *ITB Indonesian Journal Of Geospatial*, 6(2), 15–38.
- Faiqoh, I., Lumban Gaol, J., & Ling, M. M. (2013). Vulnerability Level Map of Tsunami Disaster in Pangandaran Beach, West Java. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 10(2), 90–103.
- Fauzi, M., & Mussadun, M. (2021). Dampak Bencana Gempabumi dan Tsunami di Kawasan Pesisir Lere Kota Palu. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 17(1), 16–24. <https://doi.org/10.14710/pwk.v17i1.29967>
- Isdianto, A., Kurniasari, D., Subagiyo, A., Fairuz Haykal, M., & Supriyadi. (2021). Pemetaan Kerentanan Tsunami Untuk Mendukung Ketahanan Wilayah Pesisir. *Jurnal Pemukiman*, 16(2), 90–100.
- Jokowinarno, D. (2011). Mitigasi Bencana Tsunami di Wilayah Pesisir Lampung. *Jurnal REKAYASA*, 15(1), 13–20.
- Kultsum, U., Muhari, A., & Fuad, M. A. Z. (2016). Pemetaan Daerah Kerentanan Tsunami di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah Menggunakan Pendekatan Sistem Informasi Geografis. In B. Nababan, S. M. Natsir, L. Lukijanto, V. Djanat P., & S. Susilohadi (Eds.), *Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII ISOI* (pp. 833–839). Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI).
- Lessy, M. R., & Sabar, M. (2021). Mapping Tsunami Vulnerability Area for Bacan Sub-District and Its Surroundings-North Maluku Province. *E3S Web of Conferences*, 328. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132804024>
- Pemerintah Kabupaten Sukabumi. (2020). *Executive Summary Masterplan Geopark Ciletuh Palabuhanratu 2019-2029*.
- PERKA BNPB No.02, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2012).
- Prihananto, F. G., & Muta'ali, L. (2013). Kapasitas Masyarakat Dalam Upaya Pengurangan Risiko Bencana Berbasis Komunitas (PRBBK) di Desa Wonolelo Kecamatan Pleret Kabupaten Bantul. *Jurnal Bumi Indonesia*, 2(4).
- Priyono, K. D., & Nugraheni, P. D. (2016). Kajian Kapasitas Masyarakat Dalam Upaya Pengurangan Risiko Bencana Berbasis Komunitas di Kecamatan Kotagede Kota Yogyakarta. *The 4th University Research Coloquium*.
- Putri, S. M., Deliarnoor, N. A., & Nurasa, H. (2020). Implementasi Kebijakan Pemerintah Provinsi Jawa Barat Tentang Pengembangan Kawasan Geopark (Studi Pada Pemerintah Kabupaten Sukabumi dalam Pengembangan Kawasan Pariwisata Geopark Ciletuh 2019). *Jurnal MODERAT*, 6(1), 171–187.
- Sambah, A. B., Miura, F., Guntur, & Fuad. (2018). Spatial multi criteria approach for tsunami risk assessment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 162(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/162/1/012019>
- Sambah, A. B., Tri Djoko, L., & Bayu, R. (2019). Satellite image analysis and GIS approaches for tsunami vulnerability assessment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 370(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/370/1/012068>
- Supartoyo, S., & Brahmantyo, B. (2008). Penataan Ruang Kawasan di Zona Rawan Bencana Gempabumi di Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Sains Dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 3(1), 17–25.
- Tarigan, T. P., Subardjo, P., & Nugroho, D. (2015). *Analisa Spasial Kerawanan Bencana Tsunami di Wilayah Pesisir Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta* (Vol. 4). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose.50275Telp/fax>
- Vázquez-Quintero, G., Prieto-Amparán, J. A., Pinedo-Alvarez, A., Valles-Aragón, M. C., Morales-Nieto, C. R., & Villarreal-Guerrero, F. (2020). GIS-based multicriteria evaluation of land suitability for grasslands conservation in Chihuahua, Mexico. *Sustainability (Switzerland)*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/SU12010185>
- Widiyantoro, S., Gunawan, E., Muhari, A., Rawlinson, N., Mori, J., Hanifa, N. R., Susilo, S., Supendi, P., Shiddiqi, H. A., Nugraha, A. D., & Putra, H. E. (2020). Implications for megathrust earthquakes and tsunamis from seismic gaps south of Java Indonesia. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72142-z>