



## MODEL SPASIAL KERENTANAN LAHAN TERHADAP POTENSI TSUNAMI DI KECAMATAN MALINGPING, CIHARA, DAN PANGGARANGAN, KABUPATEN LEBAK, BANTEN

Rizky Firmansyah<sup>1\*</sup>, Aton Patonah<sup>1</sup>, Cecep Yandri Sunarie<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Indonesia

\*Korespondensi: rizky20008@mail.unpad.ac.id

### ABSTRAK

Ancaman tsunami dari serangkaian gempa yang berpusat di dasar Samudra Hindia kian mengintai daerah pesisir selatan Pulau Jawa, tak terkecuali Kecamatan Malingping, Kecamatan Cihara, dan Kecamatan Panggarangan di Kabupaten Lebak, Banten. Salah satu instrumen untuk mengurangi dampak dari potensi risiko tersebut adalah model spasial kerentanan lahan yang diwujudkan melalui sebuah peta. Parameter yang digunakan untuk menganalisis tingkat kerentanan tsunami adalah jarak dari garis pantai, ketinggian lahan, kemiringan lereng, dan jarak dari alur sungai. Kerentanan dihitung dengan metode *weighted overlay analysis*, menghasilkan kelas kerentanan dari sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, hingga sangat tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa area dengan kerentanan tinggi dan sangat tinggi menempati 12,44 persen dari total wilayah penelitian. Area ini berpotensi mengalami kerusakan paling tinggi karena berada dekat dengan laut dan sempadan sungai, serta memiliki nilai topografi dan lereng yang rendah. Berdasarkan sebarannya, Kecamatan Malingping adalah yang paling rentan sehingga baiknya mendapatkan prioritas dalam pengembangan strategi menghadapi risiko tsunami.

**Kata kunci:** Kerentanan lahan, tsunami, Malingping, Cihara, Panggarangan

### ABSTRACT

*The threat of tsunamis from a series of earthquakes centered on the bottom of the Indian Ocean is increasingly lurking in the southern coastal areas of Java Island, including Malingping District, Cihara District, and Panggarangan District in Lebak Regency, Banten. One of the instruments used to reduce the impact of potential risks is a spatial model of land vulnerability manifested on a map. The parameters used to analyze the level of tsunami vulnerability were distance from the coastline, elevation, slope, and distance from the river channel. Vulnerability is calculated using the weighted overlay analysis method, producing vulnerability classes from very low, low, medium, high, to very high. The study results showed that areas with high and very high vulnerability occupied 12.44 percent of the total area. This area can potentially experience the most severe damage because it is close to the sea and river borders. In addition, this area has low elevation and slope values. Due to its distribution, Malingping District is the most vulnerable and should be a priority area for the development of tsunami strategy.*

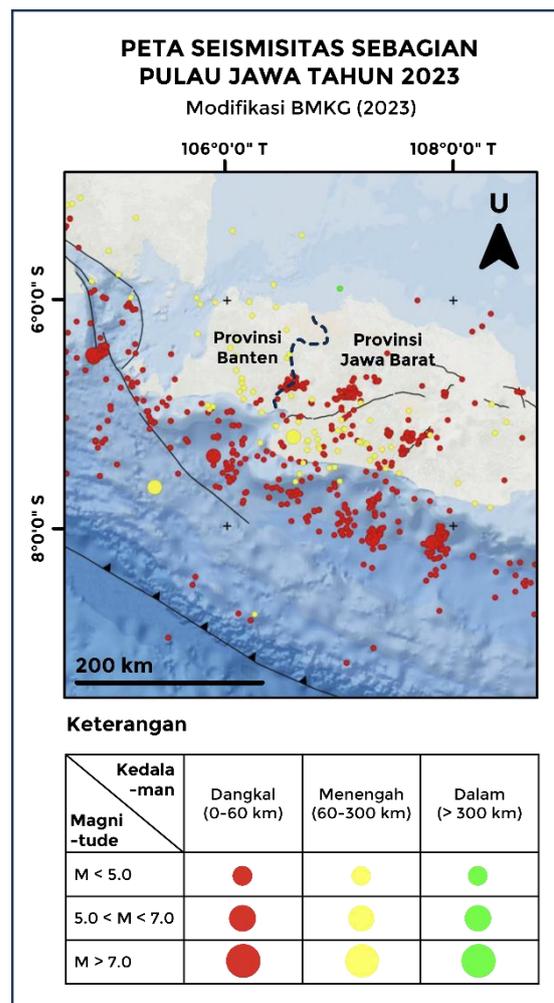
**Keywords:** Land vulnerability, tsunami, Malingping, Cihara, Panggarangan

## PENDAHULUAN

Seratus tahun terhitung 1923 hingga 2022, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Indonesia (2024) mencatat setidaknya 432 aktivitas gempa bumi dan 41 tsunami dengan dampak kerusakan yang signifikan. Angka ini dijelaskan Diposaptono dan Budiman (2008) lebih tinggi dibandingkan negara-negara lain, seperti misalnya sepuluh kali di atas Amerika Serikat. Indriana (2008) berpandangan, gempa-gempa tersebut sebagian besar berpusat di dasar Samudra Hindia dan beberapa di antaranya berimplikasi pada tsunami di pesisir Pulau Jawa, tak terkecuali ujung selatan Banten.

Penelitian mengenai dampak dari potensi tsunami di pesisir selatan Banten diharapkan dapat berkembang, mengingat ancaman tsunami yang oleh Widiyantoro et al. (2020) diperkirakan berasal dari gempa *megathrust* bermagnitudo 8,9 dapat terjadi kapan saja. Dugaan ini didukung oleh tingginya seismisitas di pesisir selatan Banten yang sepanjang pengamatan BMKG tahun 2023 merekam kegempaan dengan magnitudo dan kedalaman yang bervariasi serta berpotensi menimbulkan berbagai kerusakan (**Gambar 1**).

Serangkaian upaya dapat dilakukan untuk mengurangi dampak dari potensi tsunami di pesisir selatan Banten, salah satunya dengan membuat model spasial kerentanan lahan yang diwujudkan melalui sebuah peta. Dari sekian banyak lokasi, Kecamatan Malingping, Kecamatan Cihara, dan Kecamatan Panggarangan yang berada di Kabupaten Lebak dipilih sebagai fokus penelitian sebab selain bersinggungan langsung dengan garis pantai di pesisir selatan Banten, ketiga wilayah dikenal baik dengan destinasi wisatanya, seperti Pantai Bagedur, Pantai Cihara, dan Pantai Karang Songsong.



**Gambar 1** Peta seismisitas sebagian Pulau Jawa tahun 2023 (Modifikasi BMKG, 2024)

## METODE PENELITIAN

Analisis tingkat kerentanan lahan terhadap potensi tsunami dilakukan dengan metode *weighted overlay analysis* dengan mempertimbangkan faktor-faktor kerentanan di lokasi penelitian. Faktor tersebut meliputi jarak dari garis pantai, ketinggian lahan, kemiringan lereng, dan jarak dari sungai. Selanjutnya dilakukan skoring dan pembobotan yang parameternya ditampilkan pada **Tabel 1**. Baik faktor, skor, maupun bobot yang digunakan mengacu pada Hadi dan

Damayanti (2017) yang memodifikasi instrumen Faiqoh et al. (2013).

**Tabel 1** Faktor kerentanan terhadap tsunami (Hadi dan Damayanti, 2017; modifikasi Faiqoh et al., 2013)

Parameter	Kelas	Skor	Bobot
Jarak dari garis pantai (meter)	0-500	5	30%
	501-1000	4	
	1001-1500	3	
	1501-3000	2	
	> 3000	1	
Ketinggian lahan (meter)	< 10	5	30%
	11-25	4	
	26-50	3	
	51-100	2	
	> 100	1	
Kemiringan lereng (persen)	0-2	5	25%
	3-5	4	
	6-15	3	
	16-40	2	
	> 40	1	
Jarak dari sungai (meter)	0-100	5	15%
	101-200	4	
	201-300	3	
	301-500	2	
	> 500	1	

Metode *weighted overlay analysis* yang disebutkan sebelumnya secara matematis dituliskan sebagai berikut (Muzaki, 2008).

$$N = \sum Bi \times Si$$

Keterangan:

N : Total bobot

Bi : Bobot masing-masing parameter

Si : Skor masing-masing parameter

Nilai N selanjutnya digunakan untuk menentukan interval kelas tingkat kerentanan. Perhitungan setiap interval kelas diperoleh dari perkalian nilai maksimum setiap bobot dan skor (N

maksimum) dikurangi jumlah perkalian nilai minimum (N minimum) yang kemudian dibagi empat berdasarkan jumlah parameter. Secara matematis, perhitungan ditulis sebagai berikut (Muzaki, 2008).

$$L = \frac{\sum(Bi \times Si) \text{ max} - \sum(Bi \times Si) \text{ min}}{n}$$

Keterangan:

L : Rentang kelas

n : Jumlah parameter

Data untuk meninjau faktor-faktor kerentanan didapatkan melalui pengolahan *Digital Elevation Model* (DEM) Nasional, Batimetri Nasional, dan Rupa Bumi Indonesia yang diunduh melalui laman Ina-Geoportal milik Badan Informasi Geospasial. Data bersifat umum dan terbuka sehingga dapat diunduh secara bebas. Data-data tersebut selanjutnya diolah menggunakan aplikasi ArcMap 10.8.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerentanan berdasarkan parameter jarak dari garis pantai (sempadan pantai) dibuat untuk menentukan daerah mana yang aman dari tsunami dilihat melalui sudut pandang lahan terbangun yang diukur dari garis pantai. Dalam penelitian ini, sempadan pantai dibuat pada jarak minimal 500 meter ke arah daratan. Peta jarak dari garis pantai yang menunjukkan daerah paling rentan terdampak oleh tsunami ditampilkan oleh area berwarna merah dengan luas sekitar 4,08 persen (**Gambar 2**).

Semakin dekat suatu daerah dengan laut, menurut Diposaptono dan Budiman (2006), semakin besar pula kerentanannya terhadap risiko tsunami. Perbandingan kerentanan masing-masing kecamatan selanjutnya dilakukan dengan menghitung

panjang wilayah yang bersinggungan dengan garis pantai. Berdasarkan parameter tersebut, Kecamatan Cihara adalah yang paling rentan, diikuti Kecamatan Malingping dan Kecamatan Panggarangan.

Parameter kedua, yakni ketinggian lahan dibuat untuk memperkirakan seberapa luas area yang terendam limpasan tsunami. Semakin rendah lahan, semakin besar kerentanannya terhadap risiko tsunami. Daerah dengan kerentanan sangat tinggi (ketinggian < 10 meter) pada Peta Ketinggian Lahan ditampilkan oleh area berwarna merah dengan luas sekitar 6,39 persen (**Gambar 3**). Area tersebut hampir sepenuhnya berada di sekitar garis pantai, kecuali beberapa area di Kecamatan Malingping yang ketinggiannya kurang dari 10 meter kendati berada cukup jauh di utara. Sebagian besar area dengan kerentanan tinggi hingga sangat tinggi berada di Kecamatan Malingping, diikuti Kecamatan Panggarangan dan Kecamatan Cihara.

Parameter yang dipertimbangkan selanjutnya dengan bobot 25 persen adalah kemiringan lereng. Kemiringan lereng berpengaruh terhadap tinggi gelombang tsunami (*run-up*). Semakin curam lahan, semakin rendah tinggi gelombang tsunami (Sengaji dan Nababan, 2009). Area dengan kerentanan sangat tinggi (kemiringan 0-2 persen) pada Peta Kemiringan Lereng memiliki luas 2,94 persen sehingga cukup sulit diidentifikasi (**Gambar 4**). Sebagian besar wilayah penelitian berada pada kerentanan rendah dengan luas 47,42 persen. Diurutkan dari yang paling rentan adalah Kecamatan Malingping, diikuti Kecamatan Cihara dan Kecamatan Panggarangan.

Terakhir, dilakukan peninjauan kerentanan berdasarkan jarak area dari sungai. Batas sempadan sungai yang

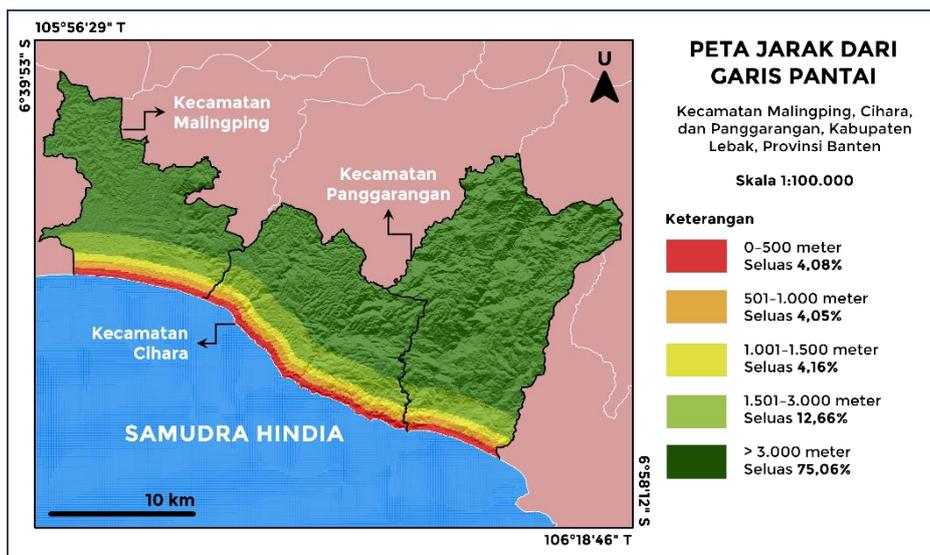
digunakan dalam penelitian ini adalah 100 meter di sepanjang aliran sungai. Secara umum, tsunami yang melewati sungai akan menimbulkan kerusakan yang besar. Hal ini disebabkan oleh peningkatan kecepatan dan muka air karena aliran massa air yang sama harus melewati celah sungai yang sempit dalam waktu yang bersamaan (Lovholt et al., 2010). Oleh karena itu, penempatan daerah aman tsunami harus jauh dari sungai. Daerah dengan kerentanan paling rendah pada Peta Jarak dari Sungai ditampilkan oleh area berwarna hijau (> 3.000 meter). Sementara itu, daerah dengan kerentanan sangat tinggi (0-100 meter) berada di sekitar badan-badan sungai, ditampilkan oleh area berwarna merah dengan luas 5,37 persen (**Gambar 5**).

Keempat parameter selanjutnya diolah menggunakan perhitungan *weighted overlay analysis* dan menghasilkan gambaran Peta Kerentanan Tsunami (**Gambar 6**). Peta tersebut menampilkan kerentanan yang dibagi menjadi lima kelas, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Area dengan kerentanan rendah dan sangat rendah menempati 78,16 persen dari luas wilayah penelitian, dengan sebaran dominan berada di timur laut. Area ini relatif memiliki nilai elevasi dan kemiringan lereng yang tinggi serta jauh dari garis pantai dan alur sungai.

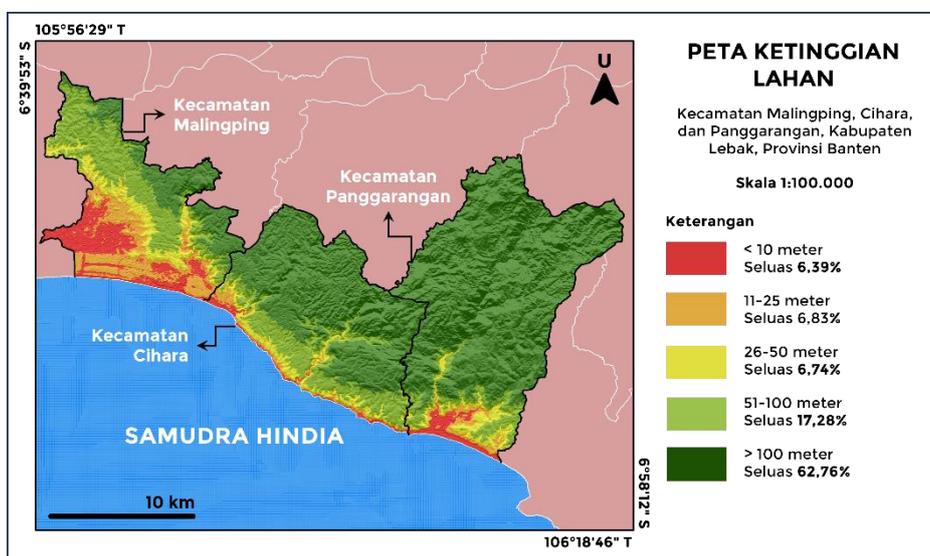
Area dengan kerentanan sedang menempati 9,40 persen dari luas wilayah penelitian, dengan sebaran dominan berada di barat. Nilai elevasi dan kemiringan lerengnya menengah, begitupun jaraknya dari garis pantai dan alur sungai. Terakhir, daerah dengan kerentanan tinggi dan sangat tinggi menempati 12,44 persen dari luas wilayah penelitian, dengan sebaran dominan di sekitar garis pantai. Area ini relatif berbatasan langsung dengan laut pada zona kurang dari 500 meter, elevasi

rendah, kemiringan lereng rendah, dan dekat dari sempadan sungai. Berdasarkan sebaran area dengan kerentanan tinggi dan sangat tinggi, Kecamatan Malingping adalah yang paling rentan, diikuti oleh Kecamatan Cihara, dan Panggarangan. Dengan demikian, strategi menghadapi risiko tsunami di wilayah penelitian, baik

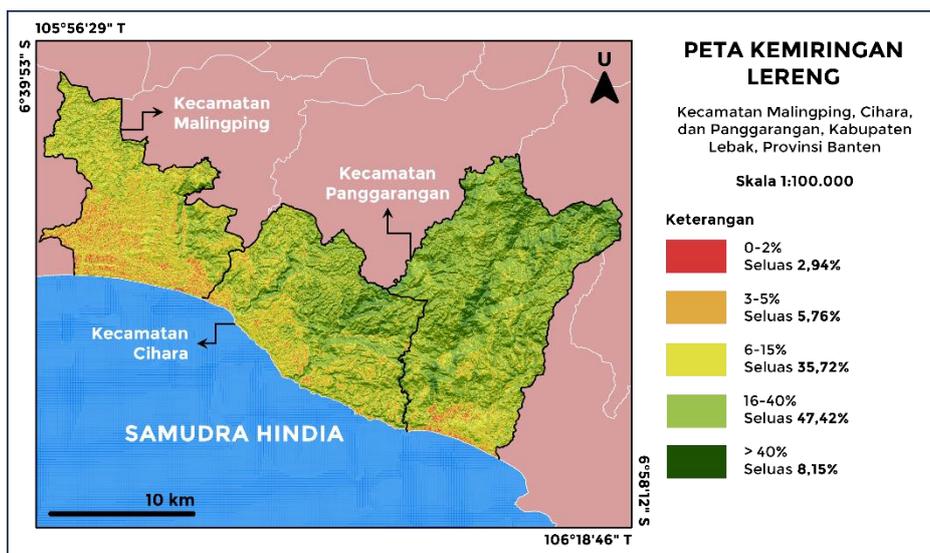
itu pada tahap prabencana, tanggap darurat, maupun pascabencana baiknya diprioritaskan dari barat ke timur, yaitu dari Kecamatan Malingping, ke Kecamatan Cihara, dan Kecamatan Panggarangan.



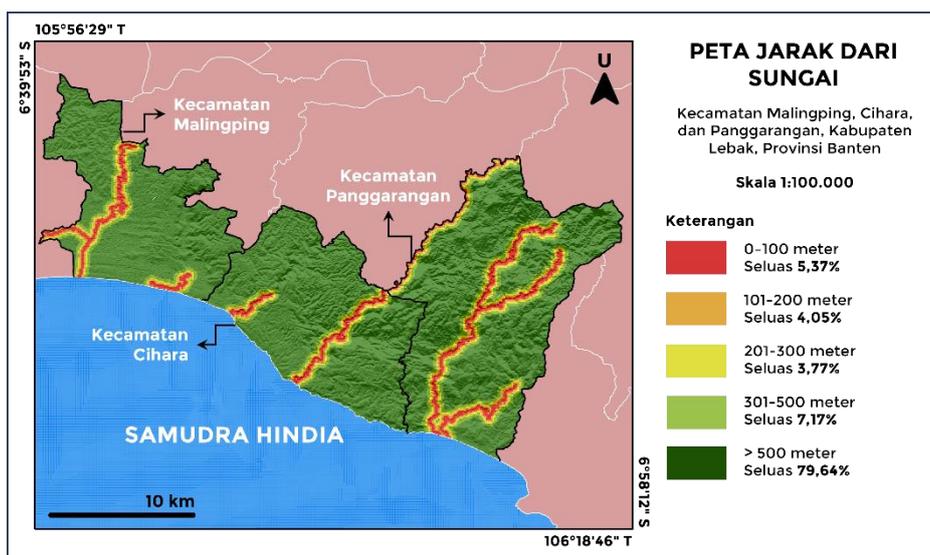
Gambar 2 Peta jarak dari garis pantai di wilayah penelitian



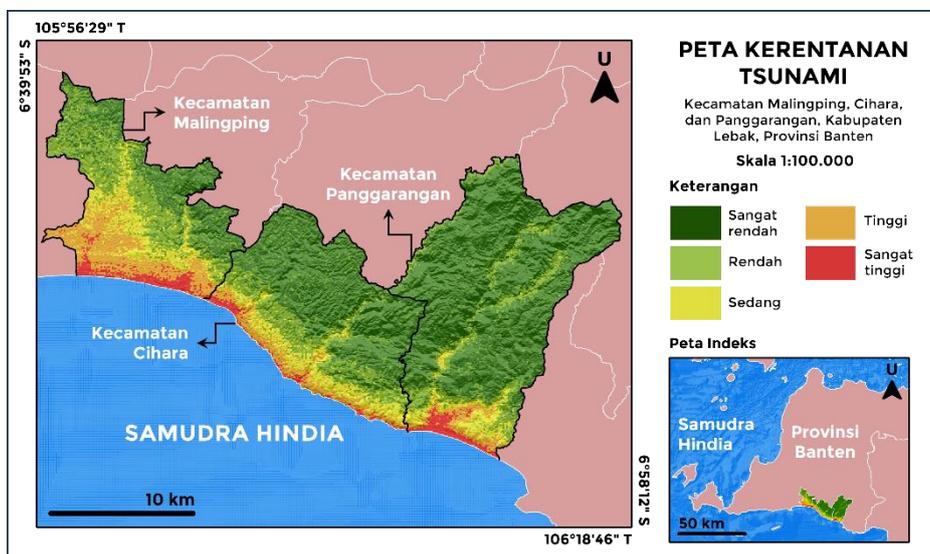
Gambar 3 Peta ketinggian lahan di wilayah penelitian



Gambar 4 Peta kemiringan lereng di wilayah penelitian



Gambar 5 Peta jarak dari sungai di wilayah penelitian



Gambar 6 Peta kerentanan tsunami di wilayah penelitian

## KESIMPULAN

Tingkat kerentanan lahan terhadap potensi tsunami di Kecamatan Malingping, Kecamatan Cihara, dan Kecamatan Panggarangan bervariasi tergantung pada jarak dari pantai, ketinggian lahan, kemiringan lereng, dan jarak dari sungai. Area dengan kerentanan tinggi dan sangat tinggi menempati 12,44 persen dari luas wilayah penelitian. Area ini berpotensi mengalami kerusakan paling tinggi karena berada dekat dengan laut dan sempadan sungai, serta memiliki nilai topografi dan lereng yang rendah.

Sementara itu, area dengan tingkat kerentanan rendah dan sangat rendah menempati 78,16 persen dari luas wilayah penelitian. Area tersebut berada jauh dari laut dan sempadan sungai, serta memiliki nilai topografi dan lereng yang tinggi. Berdasarkan sebaran area dengan kerentanan tinggi dan sangat tinggi, Kecamatan Malingping adalah yang paling rentan, diikuti oleh Kecamatan Cihara, dan Panggarangan. Dengan demikian, strategi menghadapi risiko tsunami di wilayah penelitian baiknya diprioritaskan dari Kecamatan Malingping.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2024). *Katalog Gempabumi Signifikan dan Merusak Tahun 1821-2023*. Jakarta: BMKG.
- Diposaptono, S. dan Budiman. (2006). *Tsunami*. Bogor: Sarana Komunikasi Utama.
- Diposaptono, S. dan Budiman. (2008). *Hidup Akrab dengan Gempa dan Tsunami*. Bogor: Penerbit Buku Ilmiah Populer.
- Faiqoh, I., Gaol, J., dan Ling, M. (2013). Vulnerability Level Map of Tsunami Disaster in Pangdaran Beach, West Java. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 10, 90-103.
- Hadi, F., dan Damayanti, A. (2017). Aplikasi SIG untuk Pemetaan Zona Keterpaparan Permukiman terhadap Tsunami. Studi Kasus: Kota Pariaman, Sumatera Barat. *Seminar Nasional Geomatika*.
- Indriana, R. (2008). Analisis Sudut Kemiringan Lempeng Subduksi di Selatan Jawa Tengah dan Jawa Timur berdasarkan Anomali Gravitasi dan Implikasi Tektonik Vulkanik. *Jurnal Berkala Fisika*, 11(3), 89- 96.
- Lovholt, F., Pedersen, G., dan Glimsdal, S. (2010). Coupling of Dispersive Tsunami Propagation and Shallow Water Coastal Response. *The Open Oceanography Journal*, 4, 71-82. doi:10.2174/1874252101004010071.
- Muzaki, A. (2008). Analisis Spasial Kualitas Ekosistem Terumbu Karang sebagai Dasar Penentuan Kawasan Konservasi Laut dengan Metode Cell Based Modelling di Karang Lebar dan Karang Congkak Kepulauan Seribu DKI Jakarta. *Skripsi Program Sarjana Institut Pertanian Bogor*.
- Sengaji, E. dan Nababan, B. (2009). Pemetaan Tingkat Resiko Tsunami di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(1), 48-61.
- Widiyantoro, S., Gunawan, E., Muhari, A., Rawlinson, N., Mori, J., Han, N. R., Susilo, S., Supendi, P., Shiddiqi, H. A., Nugraha, A. D., dan Putra, H. E. (2020). Implication for Megathrust Earthquakes and Tsunamis from Seismic Gaps South of Java Indonesia. *Sci Rep.*, 10(1), 15274. doi: 10.1038/s41598-020-72142-z.