

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jkpt>

## PEMETAAN DAN EVALUASI KESEHATAN HUTAN MANGROVE DI KABUPATEN KARAWANG MENGGUNAKAN LANDSAT MULTITEMPORAL

### *MAPPING AND EVALUATION OF MANGROVE FOREST HEALTH IN KARAWANG REGENCY USING MULTITEMPORAL LANDSAT*

Salman Ahmad Muzakki, Acacia Zeny Araminta Mourniaty, Priyanto Rahardjo, dan Heri Triyono

Teknologi Pemanfaatan Sumberdaya Perairan, Politeknik Ahli Usaha Perikanan

Jl. Raya Pasar Minggu, Kec. Ps. Minggu, Jakarta Selatan, Jakarta 12520

Email: muzakkisalman@gmail.com

(Diterima: 14 November 2021; Diterima setelah perbaikan: 21 Februari 2022; Disetujui: 21 Februari 2022)

#### ABSTRAK

Kabupaten Karawang memiliki panjang pantai 76,42 km dan luas pesisir lebih 2/3 dari luas wilayah seluruhnya atau sekitar 1.168,85 km<sup>2</sup> atau 3,73% dari luas Provinsi Jawa Barat yang merupakan sumber daya perikanan tangkap dan ekosistem mangrove, akan tetapi bencana alam terjadi di beberapa pantai seperti abrasi, sedimentasi yang massif dan tumpahan minyak. Penelitian ini bertujuan mengetahui perubahan kerapatan hutan mangrove setelah menjadi Kawasan wisata, perubahan hutan mangrove dalam 20 tahunan mengetahui tingkat kesehatan hutan mangrove. Penelitian ini dilakukan dari tanggal 2–30 Maret 2020 di kawasan wisata mangrove yaitu desa Pakis jaya, Sedari, Pasir putih, Tangkolak barat, Tangkolak timur. Penelitian dilakukan dengan meneliti hasil citra satelit tahun 2000-2020 (multitemporal) menggunakan citra Landsat 5 dan 8 dan diolah dengan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) untuk melihat tingkat kesehatan vegetasi, kemudian untuk validasi data satelit menggunakan data lapangan dengan metode *hemispherical photography* untuk melihat kepadatan hutan mangrove dilihat dari tutupan (*cove*) vegetasi. Hasil dari penelitian ini adalah setiap kawasan setelah menjadi kawasan wisata bertambah luas dan tingkat kesehatannya, pada tahun 2005-2010 terjadi penurunan tingkat kesehatan di wilayah Pakis jaya disebabkan terjadinya abrasi pada tahun 2008, akan tetapi didaerah lain terjadi penambahan luas dan juga tingkat kesehatannya. Setiap Kawasan terus berkembang menjadi lebih baik dari segi luasan dan Kesehatan mangrove, mangrove Pakis jaya menjadi kawasan wisata sejak 2016 dengan NDVI 0,30254 keterangan normal meningkat tingkat kesehatannya pada tahun 2020 dengan nilai 0,68300 keterangan baik.

**KATA KUNCI:** kesehatan; mangrove; landsat; multitemporal

#### ABSTRACT

*Karawang Regency has a beach length of 76.42 km and a coastal area of more than 2/3 of the total area or around 1,168.85 km<sup>2</sup> or 3.73% of the area of West Java Province which is a source of capture fisheries and mangrove ecosystems, but natural disasters occur on several beaches such as abrasion, massive sedimentation and oil spills. This study aims to determine the changes in mangrove forests after becoming a tourist area, changes in mangrove forests in 20 years, and determine the level of health of mangrove forests. This research was conducted from 2 to 30 March 2020 in the mangrove tourism area of the villages of Pakis Jaya, Sedari, Pasir Putih, Tangkolak Barat, Tangkolak Timur. The study was conducted by examining the results of satellite imagery in 2000-2020 (multitemporal) using Landsat 5 and 8 imagery and processed with NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) method to see the level of vegetation health, then for satellite data validation using field data with hemispherical photography methods for see*

---

# Korespondensi: Teknologi Pemanfaatan Sumberdaya Perairan,  
Politeknik Ahli Usaha Perikanan  
Email: muzakkisalman@gmail.com

*the density of mangrove forests as seen from the cover of vegetation. The results of this study are that each region after becoming a tourist area is expanding and the level of health, in 2005-2010 there was a decline in the level of health in the Pakis Jaya region due to abrasion in 2008, but in other areas there was an increase in the area and also the level of health. Each area continues to develop for the better in terms of area and health of mangroves, Pakis Jaya mangroves have become a tourist area since 2016 with an NDVI of 0.30254, normal information increases their health level in 2020 with a value of 0.68300 good information.*

**KEYWORDS:** *health; landsat; mangrove; multitemporal*

## PENDAHULUAN

Kabupaten Karawang memiliki panjang pantai 76,42 km dan luas pesisir lebih 2/3 dari luas wilayah seluruhnya atau sekitar 1.168,85 km<sup>2</sup> atau 3,73% dari luas Provinsi Jawa Barat yang merupakan sumber daya berupa perikanan tangkap dan ekosistem (hutan bakau) (Nopiana, 2021; Jamaludin, 2021; Sandria & Fadilla, 2020; Wicaksono, 2020). Secara administratif kawasan pesisir di Kabupaten Karawang terdiri dari 25 Desa dari 9 Kecamatan yang meliputi Kecamatan Pakisjaya, Batujaya, Tirtajaya, Cibuaya, Pedes, Cilebar, Tempuran, Cilamaya Kulon dan Cilamaya Wetan (Ramadhani *et al*, 2020; Rohayah & Hendarto, 2021). Penginderaan jauh adalah seni dan ilmu teknologi dalam memperoleh informasi mengenai obyek dan atau fenomena di permukaan bumi yang direkam dengan alat tertentu (sensor) tanpa adanya kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji, memiliki keunggulan karena sifat *synoptic* yaitu mengukur obyek pada saat bersamaan pada suatu area yang luas dan juga karena dapat mengukur obyek pada waktu yang berbeda (multitemporal) secara periodic (Jaya & Etyarsah, 2021; Pratiwi, 2020; Muslim *et al*, 2021).

Secara administratif kawasan pesisir di Kabupaten Karawang terdiri dari 25 Desa dari 9 Kecamatan yang meliputi Kecamatan Pakisjaya, Batujaya, Tirtajaya, Cibuaya, Pedes, Cilebar, Tempuran, Cilamaya Kulon dan Cilamaya Wetan (Pemda Karawang, 2008). Penginderaan jauh merupakan teknologi yang cepat dan efisien untuk pengelolaan ekosistem mangrove yang banyak terdapat di pesisir, kebanyakan daerah sulit dijangkau, pengukuran lapangan sulit dilakukan dan biaya yang mahal (Fatmawati *et al.*, 2017). Hal ini didukung oleh banyaknya aplikasi penginderaan jauh untuk studi mangrove yang berhasil dilakukan khususnya untuk inventarisasi sumberdaya dan deteksi perubahan mangrove (Kawamuna, 2017). Ekosistem mangrove adalah salah satu obyek yang bisa diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Letak geografi ekosistem mangrove yang berada pada daerah peralihan darat dan laut memberikan efek perekaman yang khas jika dibandingkan obyek vegetasi darat lainnya.

Efek perekaman tersebut sangat erat kaitannya dengan karakteristik spektral ekosistem mangrove,

hingga dalam identifikasi memerlukan suatu transformasi sendiri (Ichdayati *et al.*, 2013). Pada umumnya untuk deteksi vegetasi digunakan transformasi indeks vegetasi. Dalam penelitian ini akan mengkaji tingkat kesehatan vegetasi mangrove berdasarkan nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) menggunakan teknik penginderaan jauh dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 dan Landsat 5. Selain itu dalam penelitian ini nilai NDVI citra Landsat 8 divalidasi dengan nilai Kerapatan Jenis di lapangan (Kawamuna *et al.*, 2017). Oleh karena itu saya mengambil judul tentang "Pemetaan Dan Evaluasi Kesehatan Hutan Mangrove Di Kabupaten Karawang Menggunakan Landsat Multitemporal." Perlu diketahui bahwasanya penggunaan citra satelit hanya sebagai alat bantu peneliti dalam mengetahui ekosistem mangrove di Kabupaten Karawang, peneliti tetap melaksanakan pengumpulan data di lokasi secara langsung.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan luasan mangrove sebelum dan sesudah menjadi kawasan wisata dengan pengindraan jauh, memetakan perubahan luasan mangrove dengan time series data 20 tahun kebelakang, dan mengetahui persebaran nilai kesehatan mangrove.

## BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, kamera, werpack, aplikasi google earth engine, GPS, kuisisioner, laptop, data citra satelit landsat, dan meteran. Alat dan bahan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1,

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif bersifat eksploratif bertujuan untuk menggambarkan keadaan sebagaimana adanya dan mengungkapkan fakta-fakta yang ada. Tujuan dari penelitian deskriptif adalah untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki. Fenomena yang terjadi pada penelitian ini adalah perubahan luasan mangrove secara multitemporal (memanfaatkan waktu perekaman yang berbeda-beda) di Karawang, Jawa barat (Rahardian *et al.*, 2019).

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menentukan sebaran, luasan dan perubahan tutupan

Tabel 1. Alat dan bahan

Table 1. Tools and materials

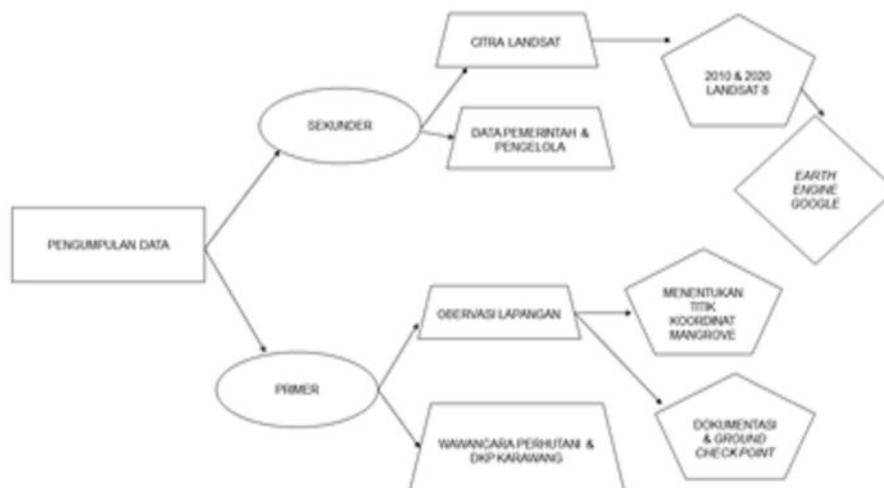
No	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Alat Tulis (pulpen, buku, dll)	-	1 set
2	Kamera	Resolusi 1920 x 1080 (60, 30 fps), 10 megapiksel	1 buah
3	Werpack	-	1 buah
4	Aplikasi Google Earth Engine	<a href="https://code.earthengine.google.com/">https://code.earthengine.google.com/</a>	1 buah
5	GPS	Garmin e Trex 22x, 8 gb,	1 buah
6	Kuisisioner	-	1 buah
7	Laptop	Lenovo IP 330, AMD A9, RAM 4 Gb, memori 1 Tb,	1 buah
8	Data citra satelit Landsat	Resolusi 30x30 m <sup>2</sup>	
9	Meteran	50 meter dan 1 meter	2 buah

lahan yang diperoleh dengan menganalisis nilai spektral berdasarkan citra komposit warna dan citra klasifikasi serta data lapangan (Suwargana, 2010). Alur pengumpulan data dapat dilihat pada Gambar 1.

Data yang digunakan adalah data tahun 2000-2020 oleh karena itu digunakan citra landsat 5 dan landsat 8, landsat 5 memiliki data dari tahun 1984-2012 sedangkan landsat 8 dari tahun 2013-sekarang, selain kepemilikan data yang berbeda kedua satelit ini pun memiliki perbedaan dari segi kanal yang digunakan, pengambilan citra satelit dilakukan dengan aplikasi *Google Earth Engine*, kemudian setelah mendapatkan citra maka diolah terlebih dahulu dalam aplikasi QGIS 3.8.3 dengan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) untuk mengetahui tingkat kesehatan vegetasi yang di amati, untuk melihat perbedaan luasan dan bentuk vegetasi secara jelas penulis menyertakan citra dari aplikasi Google Earth

Pro.

Kemudian untuk memvalidasi data citra satelit dilakukan pengambilan data lapangan dengan pengambilan titik koordinat yang merupakan batasan dari vegetasi mangrove dan non-mangrove kemudian dengan metode *hemispherical photography* yakni melakukan pengukuran tutupan vegetasi mangrove dengan melakukan pengambilan foto dari bawah vegetasi, untuk pengolahan data tutupan menggunakan aplikasi ImageJ, dengan cara memisahkan antara pixel langit dan tutupan vegetasi kemudian total dari semua pixel yang terhitung dikurangi dengan jumlah pixel langit sehingga didapatkan jumlah pixel tutupan vegetasi dan untuk mengetahui persentase tutupan dengan cara jumlah tutupan vegetasi dibagi dengan total pixel kemudian dikali dengan 100% (Sukojo & Arindi 2019).



(Sumber: Qanita & Subiyanto, 2019)

Gambar 1. Alur pengumpulan data

Figure 1. Flow chart.

## HASIL DAN BAHASAN

Pemetaan kesehatan vegetasi mangrove dengan menggunakan NVDI.

### PAKIS JAYA 2020

Pada hasil pengambilan citra menggunakan NDVI dengan menggunakan Landsat 8 dengan mengamati lapangan terdapat cukup banyak pohon mangrove dilokasi, dapat dibandingkan dengan hasil pemetaan menggunakan aplikasi google earth pro di tahun dan tanggal yang sama, dengan luas hutan mangrove 6,39

ha. Kondisi hutan mangrove Pakis Jaya tahun 2020 dapat dilihat pada Gambar 2.

### PAKIS JAYA 2016

Pada pemetaan tahun 2016 hasil citra menggunakan landsat 8 menggunakan NDVI dengan nilai 0,30254 kategori normal, terjadi perubahan dari tahun 2011 karena mangrove mulai ditanam tahun 2012, dan kemudian wisata di buka tahun 2016 dengan luas hutan mangrove 4,73 ha. Kondisi hutan mangrove Pakis Jaya tahun 2016 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Kondisi hutan mangrove Pakis jaya tahun 2020, (a) Hasil pemetaan vegetsasi dengan NDVI, (b) Hasil pemetaan mangrove menggunakan google earth pro, (c) Hasil pemotretan di lapangan (*ground truthing*).

*Figure 2. The condition of the Pakis Jaya mangrove forest in 2020, (a) The results of the vegetation mapping with NDVI, (b) Mangrove mapping results using google earth pro, (c) Results shooting in ground truthing.*



Gambar 3. Kondisi hutan mangrove Pakis jaya tahun 2016, (a) Hasil pemetaan vegetsasi dengan NDVI, (b) Hasil pemetaan mangrove menggunakan google earth pro.

*Figure 3. The condition of the Pakis Jaya mangrove forest in 2016, (a) The results of the vegetation mapping with NDVI, (b) Mangrove mapping results using google earth pro.*

### PAKIS JAYA 2011

Pada tahun 2011 terjadi penurunan jumlah vegetasi dari tahun 2005 dilihat dari jumlah warna hijau yang muncul melalui metode NDVI dengan nilai 0,18826 kategori buruk, yang disebabkan oleh terjadinya abrasi pada tahun 2008. Di tempat lain, terdapat proses sedimentasi yang massif dan tidak beraturan (Muharam, 2015). Kondisi hutan mangrove Pakis Jaya tahun 2011 dapat dilihat pada Gambar 4.

### PAKIS JAYA 2005

Pada hasil pemetaan vegetasi dengan landsat 5 terjadi penurunan tingkat Kesehatan dan luasan vegetasi dari tahun 2002 dengan nilai NDVI 0,29890 kategori normal, dengan luas hutan mangrove 2,62 ha. Kondisi hutan mangrove Pakis Jaya tahun 2005 dapat dilihat pada Gambar 5.

### PAKIS JAYA 2002

Pada pemetaan tahun 2002 hasil citra menggunakan landsat 5 menggunakan NDVI dengan nilai 0,39650

kategori normal yang apabila dilihat dari hasil google earth pro pada tahun yang sama, dengan luas hutan mangrove 2,15 ha, Kondisi hutan mangrove Pakis Jaya tahun 2002 dapat dilihat pada Gambar 6.

Dari hasil pengamatan dapat disimpulkan dari desa Pakis Jaya bahwa terjadi penurunan jumlah vegetasi

dari tahun 2002 ke 2011 dan kemudian terjadi peningkatan jumlah vegetasi dari tahun 2011 sampai 2020.

Hasil dari pengamatan citra satelit terhadap hutan mangrove di Kabupaten Karawang dengan metode



Gambar 4. Kondisi hutan mangrove Pakis jaya tahun 2011, (a) Hasil pemetaan vegetasi dengan NDVI, (b) Hasil pemetaan mangrove menggunakan google earth pro.

*Figure 4. The condition of the Pakis Jaya mangrove forest in 2011, (a) The results of the vegetation mapping with NDVI, (b) Mangrove mapping results using google earth pro.*



Gambar 5. Kondisi hutan mangrove Pakis jaya tahun 2005, (a) Hasil pemetaan vegetasi dengan NDVI, (b) Hasil pemetaan mangrove menggunakan google earth pro.

*Figure 5. The condition of the Pakis Jaya mangrove forest in 2005, (a) The results of the vegetation mapping with NDVI, (b) Mangrove mapping results using google earth pro.*



Gambar 6. Kondisi hutan mangrove Pakis jaya tahun 2002, (a) Hasil pemetaan vegetasi dengan NDVI, (b) Hasil pemetaan mangrove menggunakan google earth pro.

*Figure 6. The condition of the Pakis Jaya mangrove forest in 2002, (a) The results of the vegetation mapping with NDVI, (b) Mangrove mapping results using google earth pro.*

NDVI adalah hutan mangrove mengalami peningkatan kesehatan dari setiap tahunnya dalam 20 tahun, walaupun terjadi penurunan pada tahun - tahun tertentu.

### Tutupan kanopi (cover) dengan metode *hemispherical photography*

Teknik ini cenderung cukup baru digunakan pada hutan mangrove di Indonesia, penerapannya mudah dan menghasilkan data yang lebih akurat (Purnama *et al*, 2020; Kumala *et al*, 2021; Kuncahyo *et al*, 2020; Diana & Andani, 2020; Novrialdi *et al*, 2021). Konsep

dari analisis ini adalah pemisahan pixel langit dan tutupan vegetasi sehingga persentase jumlah pixel tutupan vegetasi mangrove dapat dihitung dalam analisis gambar biner (Ishida, 2004; Rizaldi *et al*, 2020; Saputra *et al*, 2021). Foto hasil pemotretan, dilakukan analisis dengan menggunakan perangkat lunak ImageJ. Foto tutupan kanopi mangrove dapat dilihat pada Gambar 7.

Dengan memisahkan nilai digital pixel langit dan tutupan kanopi mangrove secara signifikan dan sesuaikan komposisi cahaya untuk memperoleh



a



b

Gambar 7. Kondisi mangrove Pakis jaya, (a) foto tutupan mangrove, (b) foto hutan mangrove Pakis Jaya.

Figure 7. Mangrove condition of Pakis Jaya, (a) photo of mangrove cover, (b) photo of mangrove forest Pakis Jaya.

akurasi ratio dua tipe digital pixel tersebut yang lebih tepat. Setelah dipisahkan antara pixel langit dan pixel tutupan kanopi, pengukuran tutupan kanopi dihitung dengan mengurangi jumlah semua pixel dikurangi dengan pixel langit yang terhitung

### KESIMPULAN

Setiap Kawasan terus berkembang menjadi lebih baik dari segi luasan dan Kesehatan mangrove, mangrove Pakis jaya menjadi kawasan wisata sejak 2016 dengan NDVI 0,30254 keterangan normal meningkat tingkat kesehatannya pada tahun 2020 dengan nilai 0,68300 keterangan baik.. Luas hutan mangrove Pakis Jaya tahun 2002 2,15 ha kategori normal bertambah luas dan tingkat kesehatannya menjadi 6,39 ha kategori baik pada tahun 2020. Hutan mangrove Pakis jaya dalam kondisi sehat dan padat

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak August Daulat dari Litbang KP yang telah membimbing dan mengarahkan dalam pengambilan data lapangan dan pengolahan data penelitian, Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Perhutani Div. Regional Karawang

yang telah membantu dalam pelaksanaan pengambilan data primer dan sekunder. Salman Ahmad Muzakki dan Acacia Zeny Araminta Mourniaty merupakan kontributor utama dalam pengumpulan data, analisis dan penyusunan artikel dibawah supervisi dari Priyanto Rahardjo, dan Heri Triyono sebagai pembimbing.

### DAFTAR PUSTAKA

- Diana, R., & Andani, L. (2020). Keragaman Jenis Liana Pada Tutupan Kanopi Berbeda Di Hutan Lindung Wehea, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 6(2), 149-156.
- Fatmawati, R. A., Suryanto, A., & Hendarto, B. (2017). Luasan dan Distribusi Mangrove di Kecamatan Ulujami Kabupaten Pemalang dengan Penggunaan Google Earth dan Software ArcGIS (Studi Kasus: Desa Pesantren, Desa Mojo dan Desa Limbangan). *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 5(4), 427-432.
- Hanan, A.F., Suryaningtyas, H., & Putra, A.S. "Kajian Pengamatan Kesehatan Vegetasi Mangrove Dengan Metode NDVI Menggunakan Satelit Sentinel 2A Di Desa Timbulsloko Kabupaten Demak Health.

- Ichdayati, Imamah, L., Hartoyo, S., Syaikat, Y., & Kuntjoro, S.U. (2013). Pengaruh Polutan Tambak Terhadap Efisiensi Teknis Produksi Bandeng Di Kabupaten Karawang." *Jurnal Agribisnis Indonesia* 1(2): 107–124.
- Ishida, M. (2004). Automatic Thresholding For Digital Hemispherical Photography. *Canadian Journal Of Forest Research* 34(11): 2208–2216.
- Jamaludin, A. (2021). Meningkatkan Perekonomian Desa Dalang Rangka Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Desa Rawasari Kecamatan Cilebar Kabupaten Karawang. *Prosiding Konferensi Nasional Penelitian Dan Pengabdian Universitas Buana Perjuangan Karawang*, 1(1), 1553-1560.
- Jaya, I. N. S., & Etyarsah, S. (2021). *Analisis Citra Digital Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam* (Vol. 1). PT Penerbit IPB Press.
- Kawamuna, A., Suprayogi, A., & Wijaya, A. P. (2017). Analisis kesehatan hutan mangrove berdasarkan metode klasifikasi NDVI pada citra Sentinel-2 (Studi kasus: Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 277-284.
- Kumala, K. A., Pribadi, R., & Ario, R. (2021). Hemispherical Photography Vegetasi Pantai di Perairan Pulau Sintok, Taman Nasional Karimunjawa. *Journal of Marine Research*, 10(2), 313-320.
- Kuncahyo, I., Pribadi, R., & Pratikto, I. (2020). Komposisi dan Tutupan Kanopi Vegetasi Mangrove di Perairan Bakauheni, Kabupaten Lampung Selatan. *Journal of Marine Research*, 9(4), 444-452.
- Muharam, (2015). "Penanaman Mangrove Sebagai Salah Satu Upaya Rehabilitasi Lahan Dan Lingkungan Di Kawasan Pesisir Pantai Utara Kabupaten Karawang." *Majalah Ilmiah SOLUSI* 1(01).
- Muslim, S., Suherman, A., & Bochori, B. (2021). Analisis Anomali Suhu Dan Kerapatan Vegetasi Berdasarkan Citra Satelit Landsat 8 Untuk Pemetaan Potensi Panas Bumi Di Wilayah Kerja Panas Bumi Rantau Dedap Provinsi Sumatera Selatan (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Nopiana, M. (2021). Strategi Pengelolaan Terpadu Rehabilitasi Pantai berbasis Sosial-ekonomi dan Kelembagaan di Wilayah Pesisir Kabupaten Karawang (Doctoral dissertation, IPB University).
- Novrialdi, N., Fauziah, F., & Ulqodry, T. Z. (2021). *Analisis Perubahan Tutupan Luasan Mangrove Di Taman Nasional Berbak Sembilang, Banyuasin, Sumatera Selatan* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Pratiwi, N. I. (2020). *Ta: Pemetaan Potensi Kekeringan Lahan Di Kabupaten Cirebon Berbasis Sistem Informasi Geografis Dan Penginderaan Jauh* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Bandung).
- Purnama, M., Pribadi, R., & Soenardjo, N. (2020). Analisa Tutupan Kanopi Mangrove Dengan Metode Hemispherical Photography di Desa Betahwalang, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*, 9(3), 317-325.
- Qanita, H., & Subiyanto, S. (2019). Analisis Distribusi Total Suspended Solid Dan Kandungan Klorofil-A Perairan Banjir Kanal Barat Semarang Menggunakan Citra Landsat 8 Dan Sentinel-2a." *Jurnal Geodesi Undip* 8(1): 435–445.
- Rahardian, A., Prasetyo, L. B., Setiawan, Y., & Wikantika, K. (2019). Tinjauan historis data dan informasi luas mangrove Indonesia. *Media Konservasi*, 24(2), 163-178.
- Ramadhani, Y. P., Pratikto, I., & Suryono, C. A. (2021). Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat di Pesisir Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*, 10(2), 299-305.
- Rizaldi, H., Lestari, F., & Susiana, S. (2020). The level of damage to the mangrove ecosystem in the Sei Jang Estuary Area, Bukit Bestari District, Tanjungpinang City, Riau Islands, Indonesia. *Akuatikisle: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 4(2), 47-51.
- Rohayah, I., & Hendarto, M. (2021). Evaluasi Pengembangan Kawasan Minapolitan di Kecamatan Blanakan Kabupaten Subang Tahun 2013-2018. *Diponegoro Journal of Economics*, 9(2), 20-30.
- Sandria, R., & Fadilla, A. N. (2020). Perancangan Identitas Visual Destinasi Wisata Pantai Tanjung Pakis Karawang. *eProceedings of Art & Design*, 7(1).
- Saputra, R., Gaol, J. L., & Agus, S. B. (2021). Studi Perubahan Tutupan Lahan Mangrove Berbasis Objek (OBIA) Menggunakan Citra Satelit Di Pulau Dompok Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(1), 39-55.
- Suwargana, N. (2010). "Analisis Perubahan Hutan Mangrove Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Pantai Bahagia, Muara Gembong, Bekasi." *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra Digital* 5.
- Wicaksono, A. (2020). Implementasi Program Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) Kabupaten Karawang: Studi Kasus Penetapan Luas Baku Sawah. *Jejaring Administrasi Publik*, 12(1), 89-107.