

# Kajian Tutupan Lahan di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa Menggunakan Sistem Informasi Geografis

Hestika Aruan Tasik<sup>1\*</sup>, Josephus I. Kalangi<sup>1</sup>, Fabiola B. Saroinsong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kehutanan, Universitas Sam Ratulangi  
Email: hestikatasik037@student.unsrat.ac.id

## ABSTRACT

*Gunung Tumpa Forest Park (TAHURA) plays a vital role as a conservation area and the only remaining water catchment area in Manado City. This study aims to analyze land cover changes within the TAHURA Gunung Tumpa area between 2016 and 2025 using Geographic Information Systems (GIS). The research method employed is a survey combining spatial analysis of secondary Sentinel-2 satellite imagery and field validation using GPS. The results indicate dynamic changes across seven land cover classes. During the 2016-2025 period, there was a significant increase in the area of secondary forest by 11.00 ha (from 88.12% to 93.39%). Conversely, there was a decrease in shrubland by 9.52 ha and the disappearance of open land covering 3.28 ha. Furthermore, new land cover classes were identified in 2025, specifically cropland (0.08 ha) and grassland (0.21 ha). Overall, the land cover changes in TAHURA Gunung Tumpa show a positive trend, indicating natural vegetation recovery and the effectiveness of the area's conservation function.*

**Keywords:** Land Cover, GIS (Geographic Information System), Gunung Tumpa Forest Park, Spatial Analysis

## ABSTRAK

Taman Hutan Raya (TAHURA) Gunung Tumpa memiliki peran vital sebagai kawasan konservasi dan satu-satunya area tangkapan air yang tersisa di Kota Manado. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan di kawasan TAHURA Gunung Tumpa dalam kurun waktu 2016 hingga 2025 menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode penelitian yang digunakan adalah survei yang menggabungkan analisis spasial data sekunder citra satelit Sentinel-2 dan validasi lapangan menggunakan GPS. Hasil penelitian menunjukkan adanya dinamika perubahan pada tujuh kelas tutupan lahan. Selama periode 2016-2025, terjadi peningkatan signifikan pada luas hutan sekunder sebesar 11,00 ha (dari 88,12% menjadi 93,39%). Sebaliknya, terjadi penurunan luas pada kelas semak belukar sebesar 9,52 ha dan hilangnya kelas lahan terbuka seluas 3,28 ha. Selain itu, teridentifikasi munculnya kelas tutupan baru pada tahun 2025 berupa ladang (0,08 ha) dan padang rumput (0,21 ha). Secara keseluruhan, perubahan tutupan lahan di TAHURA Gunung Tumpa menunjukkan tren positif yang mengindikasikan terjadinya pemulihan vegetasi alami dan efektivitas fungsi kawasan konservasi.

**Kata Kunci:** Tutupan Lahan, SIG, TAHURA Gunung Tumpa, Analisis Spasial

## 1. PENDAHULUAN

Perubahan tutupan lahan telah menjadi salah satu isu lingkungan yang mendesak untuk dikaji secara komprehensif dalam beberapa dekade terakhir. Transformasi landscape ini tidak hanya berdampak pada struktur ekosistem alami, tetapi juga memengaruhi keseimbangan lingkungan dalam skala yang lebih luas. Menurut Badan Standardisasi Nasional (BSN) pada tahun 2014. Tutupan lahan memainkan peran krusial dalam mengkaji relasi manusia dan lingkungan karena perubahannya dapat mencerminkan berbagai aktivitas manusia yang memengaruhi lanskap, seperti deforestasi, urbanisasi, dan intensifikasi pertanian. Tutupan lahan di Tahura Gunung Tumpa, seperti area hutan dan vegetasi alami, berfungsi sebagai reservoir alami yang krusial untuk penyimpanan dan pengaturan air berkelanjutan (Saroinsong

& Timbayo., 2025). Tutupan lahan berubah menurut ruang dan waktu, hal tersebut karena lahan merupakan salah satu sumber daya alam dan merupakan unsur yang sangat penting dalam kehidupan manusia (Li et al., 2022). Tutupan lahan selalu mengalami perubahan dari waktu ke waktu yang disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat, seperti yang banyak terjadi di wilayah Indonesia.

Perkembangan wilayah yang pesat seringkali membawa dampak negatif terhadap kelestarian lingkungan, terutama pada ruang-ruang hijau dan kawasan konservasi. Hal ini terlihat jelas di ibu kota provinsi, di mana Manado, sebuah kota yang berkembang pesat di Sulawesi Utara, Indonesia, menghadapi tantangan lingkungan yang signifikan karena pertumbuhannya yang cepat (Langi & Saroinsong, 2024). Lahan kritis merupakan kondisi degradasi lahan yang parah di mana sifat-sifat biofisik tanah sangat menurun sehingga lahan tersebut tidak lagi dapat menjalankan fungsi ekologis dan produktifnya secara efektif (Saroinsong & Muntu, 2025). Perkembangan wilayah yang pesat seringkali membawa dampak negatif terhadap kelestarian lingkungan, terutama pada ruang ruang hijau dan kawasan konservasi. Taman Hutan Raya Gunung Tumpa, sebagai kawasan konservasi, memegang peranan vital dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan menyediakan berbagai fungsi lingkungan. Namun, pengelolaan sumber daya alam di kawasan seperti ini seringkali menghadapi tantangan, terutama jika tidak disertai pemahaman mengenai konservasi lingkungan dan perencanaan yang tepat. Upaya pemanfaatan sumber daya alam tanpa menimbulkan kerusakan lingkungan perlu dilengkapi dengan pemahaman dan penguasaan teknik pengelolaan yang tepat. Karenanya adalah penting untuk melakukan pembekalan dan pengkayaan ilmu dan teknologi pengelolaan sumber daya alam yang berasas konservasi terhadap masyarakat (Saroinsong & Kalangi, 2016). Pengetahuan masyarakat mengenai fungsi ekologis lahan dan keterampilan dalam menjaga vegetasi asli juga merupakan faktor kunci agar perubahan tutupan lahan tidak berdampak buruk pada kualitas hidup warga sekitar (Saroinsong et al., 2026)

Perubahan tutupan lahan dipengaruhi oleh kegiatan manusia dalam memenuhi kebutuhan ekonomi, sosial, dan budaya, baik dalam skala kecil maupun besar. Di daerah perkotaan dan sekitarnya, perubahan ini biasanya terjadi ketika lahan alih fungsi menjadi permukiman atau kawasan industri. Perubahan tutupan lahan juga merupakan proses dinamis yang dipengaruhi oleh berbagai faktor alam dan manusia yang saling berinteraksi (Paimin et al., 2024). Selain itu, perubahan juga bisa terjadi karena pembukaan lahan untuk pertanian atau perkebunan, seperti berubahnya hutan, semak, atau lahan kosong menjadi area perkebunan. (Yani, 2018). Kebutuhan akan lahan yang terus bertambah menjadi salah satu pemicu utama perubahan fungsi lahan. Salah satu penyebab melonjaknya permintaan lahan adalah pertambahan penduduk yang tidak seimbang dengan ketersediaan lapangan kerja. Namun, perubahan ini tetap harus mempertimbangkan kapasitas dan batas maksimal pemanfaatan suatu lahan (Rahmawati, 2018).

Seiring perubahan zaman dan berkembangnya teknologi informasi yang pesat, banyak cara untuk mempermudah memperoleh informasi lokasi yaitu melalui penginderaan jauh dengan pemanfaatan data citra satelit dan menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis) (Puturuhu, 2017). Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang terintegrasi dengan pemodelan habitat memberikan pendekatan yang sangat efektif dalam mengidentifikasi koridor ekologis dan zona inti konservasi. Pendekatan ini memfasilitasi analisis tutupan lahan (Saroinsong et al., 2026) Dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG), analisis perubahan tutupan lahan dan penggunaan lahan akan lebih mudah dilakukan. Jenis tutupan lahan, perubahan apa yang terjadi, di mana terjadinya, dan seberapa besar perubahan yang terjadi antara selang waktu tertentu dapat diketahui dan dianalisis (Bode et al., 2015). Ketersediaan data citra digital dengan berbagai kualitas memberikan kesempatan kepada setiap pengguna untuk mendapatkan informasi sesuai kebutuhan (Muhammad et al., 2016). Menurut penelitian Darmawan et al. (2018), teknologi penginderaan jauh dapat menjadi solusi efektif untuk memantau perubahan tutupan lahan dengan cepat dan tepat. Teknologi penginderaan jauh berbasis satelit juga menjadi sangat populer dan digunakan untuk berbagai tujuan kegiatan. Hal ini disebabkan teknologi ini memiliki beberapa kelebihan, seperti: harganya yang relatif murah dan mudah didapat, adanya resolusi temporal (perulangan) sehingga dapat digunakan untuk keperluan monitoring, cakupannya yang luas dan mampu menjangkau daerah yang terpencil, bentuk datanya digital sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan dan ditampilkan sesuai keinginan (Niagara et al., 2020). Pemantauan yang dilakukan harapannya dapat menunjukkan tanda-tanda lahan kritis agar dapat melakukan pencegahan terjadinya lahan kritis (Hadi, 2019). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengetahui adanya perkembangan perubahan tutupan lahan di Kawasan Hutan Lindung Gunung Tumpa, sehingga perubahan tersebut dapat dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan pada tahun 2016 ke 2025.

## 2. METODE

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari September hingga November 2025 yang bertempat di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa dan Program Studi Kehutanan Universitas Sam Ratulangi.

### 2.2 Alat dan Bahan

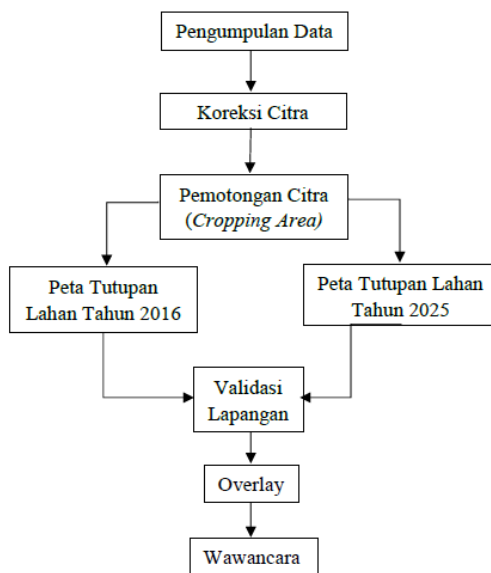
Alat yang digunakan meliputi laptop, software QGIS 3.30, GPS, dan kamera digital. Bahan penelitian terdiri dari citra satelit Sentinel-2 Level-2A tahun 2016 dan 2025 yang diperoleh dari Copernicus Data Space Ecosystem (European Space Agency/ESA), serta peta batas kawasan dari BPKHTL.

### 2.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah survei yang menggabungkan analisis spasial data sekunder dan pengumpulan data primer di lapangan. Metode survei dalam penelitian ini dilakukan melalui pengamatan secara kuantitatif terhadap tutupan lahan menggunakan data citra satelit, serta pengumpulan informasi lapangan melalui survei langsung. Survei lapangan dilakukan sebagai bentuk validasi hasil interpretasi citra dengan metode tracking menggunakan Global Positioning System (GPS). sehingga kondisi tutupan lahan hasil pengolahan citra dapat dibandingkan dengan kondisi aktual di lapangan.

### 2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian perubahan tutupan lahan di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa dapat digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 2.5 Analisis Data

Perubahan tutupan lahan di analisis secara spasial dengan membandingkan peta tutupan lahan tahun 2016 dan 2025 di QGIS melalui teknik overlay. Proses analisis diawali dengan interpretasi visual terhadap citra satelit tahun 2016 dan 2025 melalui digitasi manual di QGIS, Hasil digitasi kedua periode waktu kemudian lakukan perbandingan peta dengan cara mengoverlay peta-peta tersebut pada program QGIS sehingga akan terlihat laju perubahan tutupan lahan pada Kawasan Taman Hutan Raya Gunung Tumpa, kemudian hasil analisis selanjutnya ditampilkan dalam bentuk tabel dan peta. Perubahan tutupan lahan kurun waktu 2016-2025 dianalisis menggunakan rumus:

$$V = \frac{N2-N1}{N2} \times 100\%$$

V= Laju perubahan (%)

N1= Luas tutupan tahun pertama (ha)

N2= Luas tutupan lahan tahun kedua (ha)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

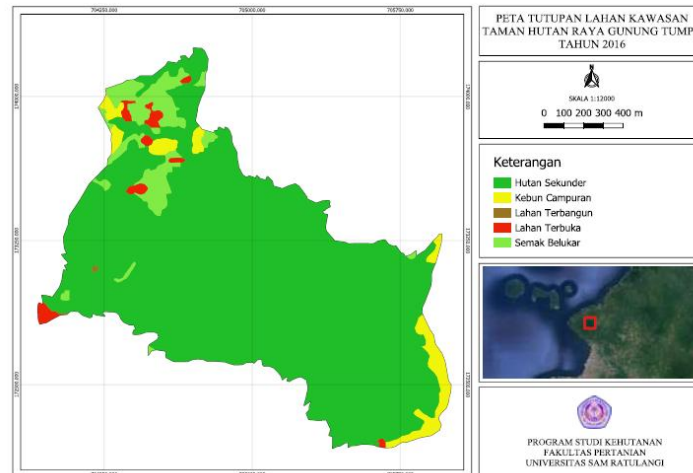
#### 3.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Gunung Tumpa merupakan kawasan yang berfungsi ekologi dan ekonomi, serta memiliki potensi untuk pengembangan pendidikan, wisata religi, dan wisata alam (Andong et al., 2015). Gunung Tumpa merupakan satu-satunya kawasan hutan tangkapan air (*catchment area*) yang tersisa di Kota Manado. Berdasarkan SK.434/Menhut II/2013 tanggal 17 Juni, kawasan seluas 296 hektar ini telah beralih status dari hutan lindung menjadi Taman Hutan Raya (TAHURA). Pengelolaan TAHURA Gunung Tumpa H.V. Worang kini berada di bawah Dinas Kehutanan Provinsi Sulawesi Utara, sesuai penetapan bersama oleh Pemerintah Provinsi Sulawesi Utara dan Pemerintah Kota Manado. Perubahan status ini dilakukan untuk mengakomodasi berbagai fungsi penting seperti fungsi lindung, pendidikan, dan konservasi. Kemudian, melalui SK.2364/Menhut/-VII/KUH/2015, luasan kawasan TAHURA Gunung Tumpa H.V. Worang di Kabupaten Minahasa Utara dan Kota Manado, Sulawesi Utara, secara spesifik ditetapkan menjadi 208,81 hektar. Selain fungsi konservasi, TAHURA Gunung Tumpa H.V. Worang juga menarik sebagai objek wisata, menawarkan daya tarik berupa panorama alam yang indah, serta keanekaragaman flora dan fauna.

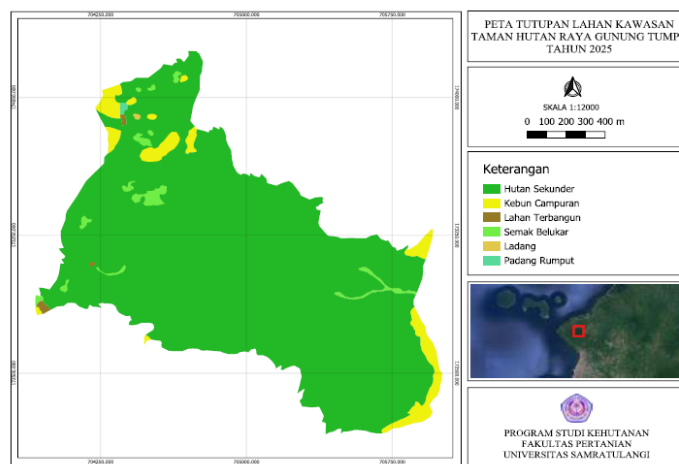
#### 3.2 Perubahan Tutupan Lahan 2016-2025

Menurut Sampurno dan Thoriq (2016), tutupan lahan adalah kenampakan material fisik permukaan bumi. Tutupan lahan dapat menggambarkan keterkaitan antara proses alami dan proses sosial. Tutupan lahan dapat menyediakan informasi yang sangat penting untuk keperluan pemodelan serta untuk memahami fenomena alam yang terjadi di permukaan bumi. Tutupan lahan merujuk pada objek fisik yang menutupi permukaan tanah, mencakup vegetasi alami maupun hasil budidaya manusia. Pola vegetasi ini merefleksikan berbagai aktivitas dan intervensi manusia dalam pengelolaan lahan untuk keperluan produksi, modifikasi, atau pemeliharaan (Putri, 2017). Perubahan tutupan lahan mengacu pada transformasi yang terjadi dalam kurun waktu tertentu. Pada dasarnya, lahan merupakan unit lingkungan dasar yang terdiri dari karakteristik alamiah meliputi kondisi iklim, sifat tanah, bentuk topografi, dan ciri hidrologis (Handoko dan Darmawan, 2015). Perubahan penggunaan lahan adalah peralihan fungsi suatu lahan dari satu bentuk ke bentuk lain, yang biasanya disertai dengan berkurangnya bentuk penggunaan lahan sebelumnya. Proses ini terjadi dalam periode waktu tertentu dan merupakan konsekuensi alami dari pembangunan. Secara umum, perubahan fungsi lahan disebabkan oleh dua faktor utama: kebutuhan dasar penduduk yang terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dan yang lainnya terkait dengan permintaan yang semakin meningkat yang menuntut kehidupan yang lebih baik (Putra et al., 2016).

Pemantauan perubahan tutupan lahan penting dilakukan untuk memahami mekanisme perubahan dan membuat model dampak dari perubahan lingkungan dan ekosistem dalam skala yang berbeda (Rotinsulu et al 2022). Perubahan tutupan lahan pada lokasi penelitian menghasilkan tujuh kelas tutupan lahan diantaranya hutan sekunder, kebun campuran, lahan terbangun, lahan terbuka, semak belukar, ladang dan padang rumput. Luas masing-masing tutupan lahan hasil klasifikasi citra tahun 2016 dan 2025 tersaji pada Tabel 1.



Gambar 2. Peta Tutupan Lahan Tahun 2016



Gambar 3. Peta Tutupan Lahan Tahun 2025

Tutupan Kawasan Taman Hutan Raya Gunung Tumpa mengalami beberapa perubahan, dimana pada tahun 2016 teridentifikasi lima tipe tutupan lahan, sedangkan pada peta tutupan lahan tahun 2025 adanya penambahan tipe tutupan ladang dan padang rumput sehingga menjadi enam tipe tutupan.

Tabel 1. Luas Tutupan Lahan Citra Hasil Klasifikasi Tahun 2016 dan 2025

| No | Tutupan Lahan   | Luas (ha) |       |        |       | Selisih<br>Luas (ha) |
|----|-----------------|-----------|-------|--------|-------|----------------------|
|    |                 | 2016      | %     | 2025   | %     |                      |
| 1  | Hutan Sekunder  | 184       | 88.12 | 195    | 93.39 | +11.00               |
| 2  | Kebun Campuran  | 8.58      | 4.11  | 9.73   | 4.66  | +1.15                |
| 3  | Lahan Terbangun | 0.08      | 0.04  | 0.44   | 0.21  | +0.36                |
| 4  | Lahan Terbuka   | 3.28      | 1.57  | -      | -     | -3.28                |
| 5  | Semak Belukar   | 12.87     | 6.16  | 3.35   | 1.60  | -9.52                |
| 6  | Ladang          | -         | -     | 0.08   | 0.04  | +0.08                |
| 7  | Padang Rumput   | -         | -     | 0.21   | 0.10  | +0.21                |
|    | Jumlah          | 208.81    | 100   | 208.81 | 100   |                      |

Berdasarkan hasil analisis perubahan tutupan menunjukkan bahwa selama periode tahun 2016-2025 telah terjadi perubahan tutupan lahan di Kawasan Taman Hutan Raya Gunung Tumpa pada beberapa kelas tutupan lahan sebagai berikut:

a. Hutan Sekunder

Tutupan hutan sekunder menunjukkan peningkatan paling signifikan, dengan perubahan sebesar +11,00 ha. Luas hutan sekunder meningkat dari 184 ha (88,12%) pada tahun 2016 menjadi 195 ha (93,39%) pada tahun 2025. Peningkatan ini mengindikasikan adanya proses regenerasi vegetasi alami, rehabilitasi kawasan, atau berkurangnya tekanan aktivitas manusia di dalam kawasan hutan. Kondisi ini mencerminkan fungsi kawasan konservasi yang relatif berjalan dengan baik.

b. Kebun Campuran

Kebun campuran mengalami peningkatan luas dengan perubahan sebesar +1,15 ha, dari 8,58 ha menjadi 9,73 ha. Peningkatan ini menunjukkan adanya aktivitas pemanfaatan lahan oleh masyarakat di sekitar kawasan, namun dalam bentuk yang masih menyisakan unsur vegetasi pohon, sehingga tidak sepenuhnya menghilangkan tutupan hijau.

c. Lahan Terbangun

Lahan terbangun meningkat dari 0,08 ha (0,04%) pada tahun 2016 menjadi 0,44 ha (0,21%) pada tahun 2025, dengan perubahan sebesar +0,36 ha. Hal ini terjadi karena pembangunan fasilitas atau infrastruktur, meskipun secara persentase masih tergolong kecil.

Peta perubahan tutupan lahan periode 2016-2025 menggambarkan dinamika perubahan antar kelas tutupan lahan di Kawasan Taman Hutan Raya Gunung Tumpa. Peta ini disusun berdasarkan hasil overlay peta tutupan lahan tahun 2016 dan tahun 2025.

d. Lahan Terbuka

Lahan terbuka mengalami penurunan dengan perubahan -3,28 ha, hingga tidak lagi teridentifikasi pada tahun 2025. Hilangnya kelas lahan terbuka ini mengindikasikan bahwa area terbuka telah tertutup kembali oleh vegetasi, baik melalui pertumbuhan alami maupun aktivitas

#### 4. KESIMPULAN

Perubahan tutupan lahan di kawasan Taman Hutan Raya Gunung Tumpa pada periode 2016-2025 menunjukkan kecenderungan perubahan positif berupa peningkatan hutan sekunder serta penurunan semak belukar dan lahan terbuka, yang mengindikasikan terjadinya pemulihan vegetasi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sam Ratulangi atas dukungan pendanaan melalui DIPA UNSRAT Tahun Anggaran 2025, sehingga kegiatan “Pelatihan Teknik Vertikultur Sebagai Solusi Pertanian pada Lahan Terbatas di Kelurahan Mahakeret Timur Kota Manado” dapat terlaksana dengan baik. Penghargaan juga disampaikan kepada pemerintah setempat dan seluruh peserta pelatihan yang telah berpartisipasi dan memberikan kontribusi dalam kegiatan ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andong, F., Saroinsong, F. B., Thomas, A., & Nurmawan, W. 2015. Analisis Vegetasi di Kawasan Agrowisata Gunung Tumpa. In *Cocos*, 6(11).
- Bode, C., Saroinsong, F. B., Tasirin, J. S., & Rombang, J. A. 2015. Analisis perubahan tutupan lahan di taman hutan raya gunung tumpa menggunakan sistem informasi geografis. In *Cocos*, 6(11).
- Darmawan, A., Setyawan, Y., & Setyabudi, D. A. 2018. Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh untuk identifikasi dan analisis perubahan tutupan lahan di daerah aliran sungai (DAS) Citarum. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 15(1): 39-52.
- Hadi, B. S. 2019. Penginderaan jauh Pengantar ke Arah Pembelajaran Berpikir Spasial. Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta.
- Handoko., & Darmawan, A. 2015. Perubahan tutupan hutan di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(2): 43.
- Langi, M. A., & Saroinsong, F. B. 2024. Harmonizing natural landscapes for a green and resilient urban environment: The case of Manado City, North Sulawesi. *Journal of Sustainable Engineering: Proceedings Series*, 2(1), 13-16.

- Li, L., Zhu, A., Huang, L., Wang, Q., Chen, Y., Ooi, M.C.G., Wang, M., Wang, Y. & Chan, A. 2022. Modeling the impacts of land use/land cover change on meteorology and air quality during 2000-2018 in the Yangtze River Delta region, China. *Science of the Total Environment* 829:154669.
- Muhammad, A. M., Rombang, J. A., & Saroinsong, F. B. 2016. Identifikasi jenis tutupan lahan di kawasan KPHP Poigar dengan metode maximum likelihood. In *Cocos*, 7(2).
- Niagara, Y., Ernawati., & Purwandari, E. P. 2020. Pemanfaatan citra penginderaan jauh untuk pemetaan klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode Unsupervised K Means berbasis Web Gis (Studi kasus Sub DAS Bengkulu Hilir). *Jurnal Rekursif*, 8(1): 100-110.
- Paimin, N. C. M., Saroinsong, F. B., & Lasut, M. T. 2024. Persepsi Masyarakat terhadap Lanskap Tapak Meras, Taman Nasional Bunaken. *Silvarum*, 3(2), 95-99.
- Putra, R. R., Fauzi, M., & Sandhyavitri, A. 2016. Analisis perubahan tata guna lahan terhadap koefisien limpasan Kota Pekanbaru berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 3(2): 1-13.
- Putri, R.A. 2017. Analisis Perubahan Tutupan Lahan Daerah Aliran Sungai Rawapening Dengan Sentinel-1a. 2015-2016. Tugas Akhir. Fakultas Teknik dan Perencanaan Institut Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Puturu, F. 2017. Pengembangan Metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Pemetaan untuk Kerawanan Longsorlahan di Jazirah Leitimur Pulau Ambon. Disertasi Fakultas Geografi UGM.
- Rahmawati, R. 2018. Analisis Alih Fungsi Hutan Menjadi Kawasan Tambang Galian C Studi Kasus: Kecamatan Banawa Kabupaten Donggala. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 6(1).
- Rotinsulu, W., Walangitan, H., & Ahmad, A. 2018. Analisis Perubahan Tutupan Lahan DAS Tondano, Sulawesi Utara Selama Periode Tahun 2002 dan 2015. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(2):161-169.
- Sampurno, R., & Thoriq, A. 2016. Klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra landsat 8 operational land imager (OLI) di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Teknotan*, 10(2): 61-70.
- Saroinsong, F. B., & Kalangi, J. I. 2016. Teknik pengelolaan sumber daya alam untuk konservasi di area pemukiman. *Abdimas Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 9(1).
- Saroinsong, F. B., Cumentas, J. M., Pangemanan, E. F., & Sumakud, M. Y. 2026. Concepts of Landscape Planning and Design for the Conservation of Target Species and Target Ecosystems in Biodiversity Management for Sustainable Tourism. *Asia Pacific Journal of Interdisciplinary Studies*, 2(1)
- Saroinsong, F. B., Sumakud, M. Y., Kalangi, J. I., & Nurmawan, W. 2026. Penyuluhan Pengelolaan Lanskap Pemukiman Berbasis Keanekaragaman Hayati di Kelurahan Winangun Dua Kecamatan Malalayang Kota Manado. *Jurnal Dinamika Pengabdian*, 11(2): 214-225.
- Saroinsong, F., & Muntu, J. 2025. Rehabilitating Critical Land in the Watersheds of North Sulawesi Province, Indonesian: Strategies and Community-Based Implementation. *Asia Pacific Journal of Interdisciplinary Studies*, 1(2): 23-27.
- Saroinsong, F., & Timbayo, J. E. 2025. Natural Reservoirs, An Nature-Based Solutions (NBS) Option for Water Conservation. *Journal of Literacy and Education*, 1(2): 50-56.
- Yani, N. 2018. Model Spasial Deforestasi Berdasarkan Aspek Sosial di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat Periode 1990-2016. Universitas Hasanuddin: Makassar.