



Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Sentinel-2 Di Kecamatan Percut Sei Tuan Tahun 2018 - 2022

Immanuel Sinabang^{1*}, Klarita Dwijayanti Waruwu², Adesiana Sihombing³, Adeline⁴,
Eni Yuniastuti⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Medan

Email: *imanuelsinabang@gmail.com, klarytadwijayanti@gmail.com,
adesianasihombing2020@gmail.com, stplalin@gmail.com, enigeografi2023@gmail.com

Dikirim: 22 Juni 2024; Revisi: 9 September 2024; Diterima: 17 September 2024

Abstrak: Pertumbuhan penduduk merupakan pendorong utama perubahan tutupan/penggunaan lahan secara umum karena mengarah pada pembangunan ekonomi, yang pada gilirannya membutuhkan ketersediaan lahan untuk penggunaan lahan lainnya, termasuk infrastruktur, jasa, industri, dan permukiman. Menggunakan simbolisme satelit penginderaan jauh untuk merencanakan penggunaan lahan di wilayah yang luas adalah salah satu pendekatan yang dapat dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara pada periode 2018-2022 menggunakan citra satelit Sentinel-2. Metode yang digunakan adalah interpretasi visual citra satelit dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS dan analisis perbandingan data spasial multi-temporal. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 8 kelas penggunaan lahan yaitu badan air, hutan, sawah, perkebunan, lahan terbangun, tanah terbuka, awan, dan semak belukar. Perubahan penggunaan lahan yang signifikan terjadi pada lahan terbangun yang mengalami penambahan sebesar 627 hektar (dari 34% menjadi 37% total luas wilayah), sementara luas hutan berkurang 521 hektar (dari 8% menjadi 5%). Perubahan ini mengindikasikan adanya konversi lahan dari area hutan dan lahan produktif lainnya menjadi kawasan terbangun, yang didorong oleh pertumbuhan penduduk dan kebutuhan infrastruktur. Penelitian ini menyimpulkan bahwa monitoring perubahan penggunaan lahan secara berkala sangat diperlukan untuk mendukung perencanaan tata ruang dan pengelolaan sumber daya lahan yang berkelanjutan.

Kata kunci: Citra Satelit, Penggunaan Lahan, Perubahan Penggunaan Lahan

Abstract: Population growth is a major driver of land cover/use change in general as it leads to economic development, which in turn requires land availability for other land uses, including infrastructure, services, industry and settlements. Using the symbolism of remote sensing satellites to plan land use over large areas is one approach that can be taken. This study aims to analyze land use change in Percut Sei Tuan District, Deli Serdang Regency, North Sumatra in the 2018-2022 period using Sentinel-2 satellite imagery. The method used is visual interpretation of satellite images with the help of ArcGIS software and multi-temporal spatial data comparison analysis. The results showed that there were 8 land use classes, namely water bodies, forests, rice fields, plantations, developed land, open land, clouds, and shrubs. Significant land use change occurred in built-up land which increased by 627 hectares (from 34% to 37% of the total area), while forest area decreased by 521 hectares (from 8% to 5%). These changes indicate land conversion from forest areas and other productive lands to built-up areas, driven by population growth and infrastructure needs. This study concludes that regular monitoring of land use change is necessary to support spatial planning and sustainable land resource management.

Keywords: Satellite Imagery, Land Use, Land Use Change



Pendahuluan

Kecamatan Percut Sei Tuan merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara yang mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir. Diduga penggunaan lahan di daerah ini telah berubah sebagai akibat dari pertumbuhan penduduk, pembangunan perumahan, kawasan industri, dan infrastruktur. Pemantauan perubahan penggunaan lahan secara berkala sangat diperlukan untuk mengevaluasi pola perubahan yang terjadi dan menentukan arahan kebijakan tata ruang wilayah yang tepat.

Lahan adalah suatu wilayah pada lapisan terluar bumi yang sifat-sifatnya (kualitas) menggabungkan setiap sifat yang sangat mantap atau yang dapat dianggap berulang dari biosfer, iklim, tanah, geografi, hidrologi, tumbuhan, dan populasi makhluk hidup serta efek samping dari latihan manusia sebelumnya. Terlebih lagi, saat ini, selama pengidentifikasi ini secara mendasar memengaruhi penggunaan lahan di masa sekarang dan di kemudian hari. (Indah et al., 2019). Perubahan lahan dicirikan sebagai pergeseran penggunaan seluruh atau sebagian lahan dari penggunaan semula menjadi penggunaan yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan potensi lahan (Miswar et al., 2020). Menurut Suban & Sunimbar (2021) menyatakan bahwa alih fungsi lahan mengakibatkan perubahan penggunaan lahan. Sementara itu menurut Kubangun (dalam Akbar et al., 2022) menyatakan bahwa pertumbuhan penduduk merupakan pendorong utama perubahan tutupan/penggunaan lahan secara umum karena mengarah pada pembangunan ekonomi, yang pada gilirannya membutuhkan ketersediaan lahan untuk penggunaan lahan lainnya, termasuk infrastruktur, jasa, industri, dan permukiman.

Mengetahui perubahan penggunaan berfungsi untuk mengidentifikasi potensi perubahan lingkungan yang berhubungan dengan tingkat perpindahan penduduk, alih fungsi hutan, dan perluasan lahan pertanian. Ketersediaan alat analisis serta data dan informasi sering menjadi kendala di lapangan. Menggunakan simbolisme satelit penginderaan jauh untuk merencanakan penggunaan lahan di wilayah yang luas adalah salah satu pendekatan yang dapat dilakukan (Fadlin et al., 2022). Akuisisi data mengenai suatu fenomena tanpa bersentuhan langsung dengannya merupakan pengertian dari penginderaan jauh. Proses ini mengandalkan deteksi dan kuantifikasi variasi yang terpancar dari target, yang dipengaruhi oleh keadaan optik di sekelilingnya, mencakup aspek-aspek seperti gelombang elektromagnetik, bunyi, serta medan gaya (Suni et al., 2023).

Satelit pencitraan optik Eropa, Sentinel-2 diluncurkan pada tanggal 23 Juni 2015, sebagai bagian dari program Copernicus dari Organisasi Antariksa Eropa. Sentinel-2 adalah salah satu satelit yang digunakan untuk membuat gambar satelit dari tutupan lahan di Bumi saat ini. Berdasarkan asal cahaya, pita-pita ini dikategorikan ke dalam daerah panjang gelombang. Pita merah, biru, hijau, dan inframerah dekat Sentinel-2 memiliki resolusi spasial masing-masing 10 meter, 20 meter, dan 60 meter. Tujuan utama Sentinel-2 adalah mengumpulkan data persepsi sebanyak mungkin selama sepuluh hari dengan satu satelit dan lima hari lagi dengan dua satelit (Miranda & Aryuni, 2021). Pemanfaatan simbolisme satelit dalam penemuan tutupan lahan telah banyak digunakan mengingat fakta bahwa memiliki tujuan dan inklusi duniawi yang besar wilayah yang luas. Sentinel-2 dapat digunakan untuk memeriksa tanah dan menyediakan data penggunaan lahan dasar yang berfungsi sebagai skenario pemeriksaan dan kondisi iklim (Awaliyan & Sulistyoadi, 2018).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ridwan (2023) menunjukkan Hasil penelitian Ridwan (2023) menunjukkan bahwa luas lahan kawasan terbangun (built area) meningkat sebesar 43% dari tahun 2017 hingga 2021, dengan total luas perubahan tutupan lahan

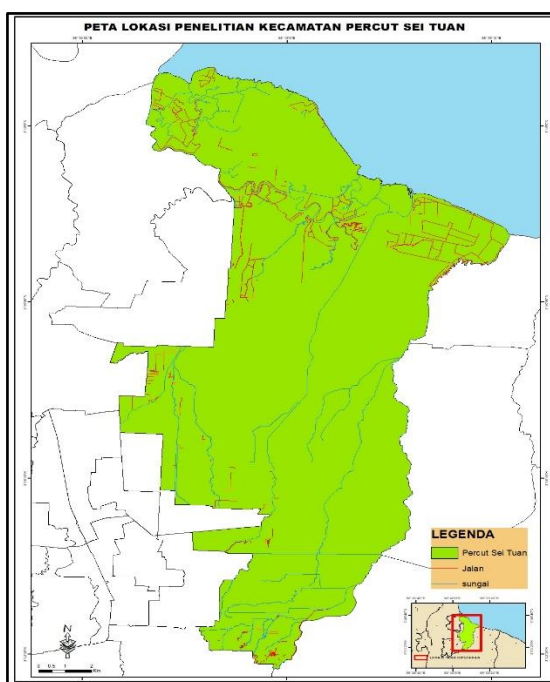
233,6105564 ha. Fungsi rangeland mengkonversi paling banyak lahan sebesar 56%, dan fungsi tutupan lahan mengkonversi paling banyak lahan sebesar 50,52001167 ha.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Fardilla et al (2023) berdasarkan temuan tersebut, terjadi perubahan tutupan lahan di Kota Padang dari tahun 2018 hingga 2022. Secara khusus, terjadi penurunan tutupan hutan seluas 342 ha dan peningkatan tutupan lahan permukiman (717 ha), ruang terbuka (568 ha), dan lahan pertanian (151 ha). Di Kota Padang, sejumlah faktor, termasuk penambahan penduduk, perubahan tutupan lahan antropogenik, bencana alam, dan suksesi, dapat memberikan dampak.

Berdasarkan uraian tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luasan, menganalisis perubahan penggunaan lahan dan perbandingan perubahan lahan yang terjadi di Kecamatan Percut Sei Tuan dengan intepretasi citra satelit Sentinel 2 pada tahun 2018 dan 2022.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Kecamatan Percut Sei Tuan dipilih karena merupakan salah satu wilayah yang mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang pesat dalam beberapa tahun terakhir.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Sumber: Hasil Olah Data, 2022)

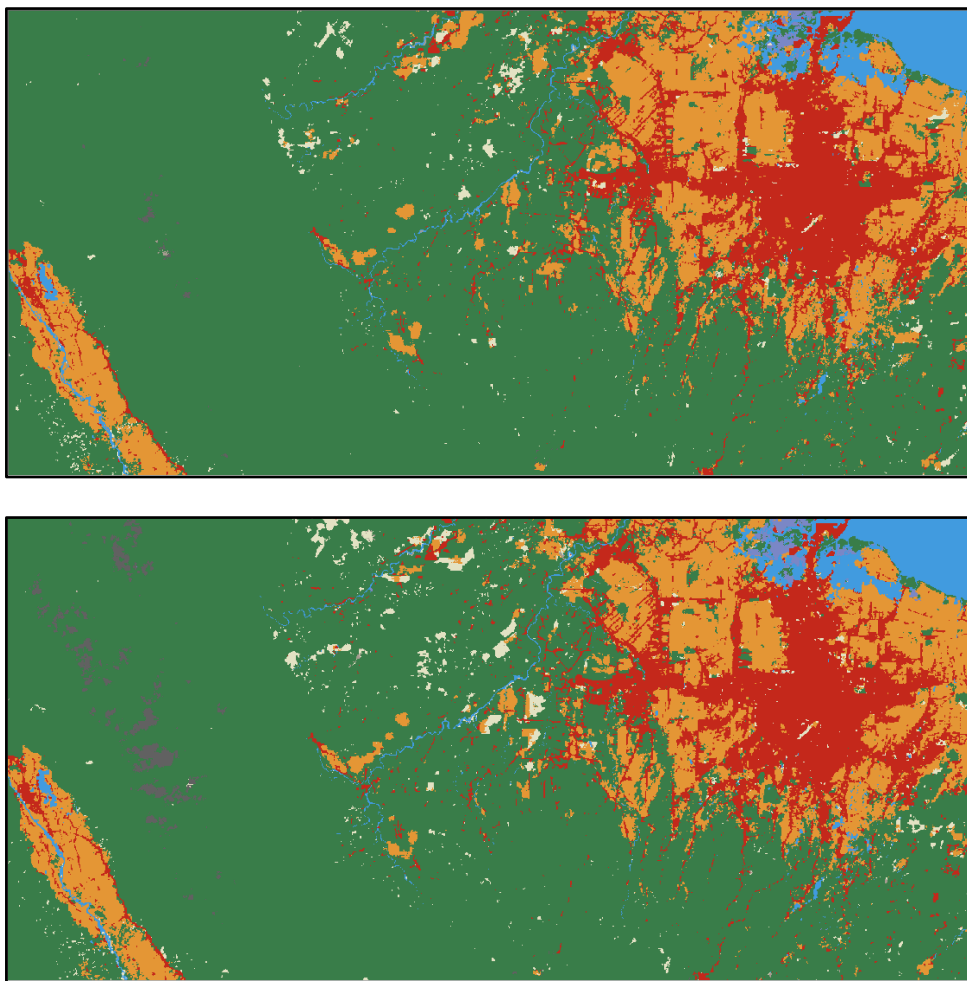
Pengumpulan data penelitian ini menggunakan studi literatur. Peneliti mengumpulkan data dari website ESRI untuk mendapatkan hasil citra Sentinel-2 perekaman tahun 2018 dan 2022 yang mencakup wilayah Kecamatan Percut Sei Tuan. Data lainnya seperti peta administrasi diperoleh dari website Badan Indonesia Geospasial (BIG), serta artikel yang berkaitan dengan topik penelitian. Data dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis deskriptif kualitatif menjelaskan jenis-jenis perubahan dan penggunaan lahan. Sementara analisis kuantitatif digunakan untuk menghitung luasan dan besaran perubahan penggunaan

lahan yang terjadi antara tahun 2018 dan 2022. Hasil akhir berupa peta perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Percut Sei Tuan tahun 2018-2022.

Hasil Penelitian

Pengolahan Citra

Data visualisasi penggunaan lahan dengan berbagai rona warna dihasilkan dari pengolahan data citra satelit Sentinel 2 dengan ArcGIS. Variasi rona warna menunjukkan variasi tutupan lahan dan juga variasi pantulan spektral di permukaan. Perangkat lunak ArcGIS dan foto satelit resolusi tinggi kemudian digunakan untuk mengkaji perbedaan rona warna tersebut untuk menentukan klasifikasi penggunaan lahan di lokasi penelitian Kecamatan Percut Sei Tun. Gambar 2 menunjukkan hasil pengolahan citra satelit Sentinel 2 dengan ArcGIS.

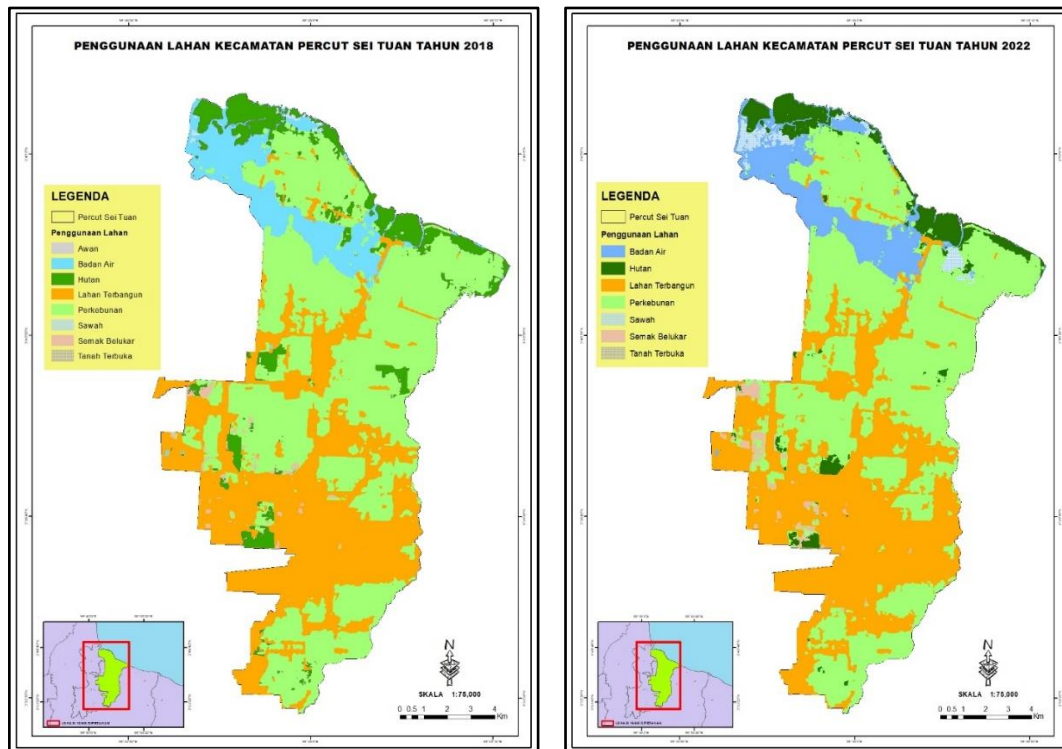


Gambar 2. Citra Satelit Sentinel 2 Tahun 2018 dan 2022
(Sumber: Hasil Olah Data, 2022)

Klasifikasi Penggunaan Lahan

Delapan kelas dihasilkan dari analisis perangkat lunak ArcGIS terhadap data citra Sentinel 2, yaitu: awan, badan air, hutan, lahan terbangun, perkebunan, sawah, semak belukar,

dan lahan terbuka. Kualitas kenampakan visual dalam proses interpretasi dijelaskan sebagai berikut.

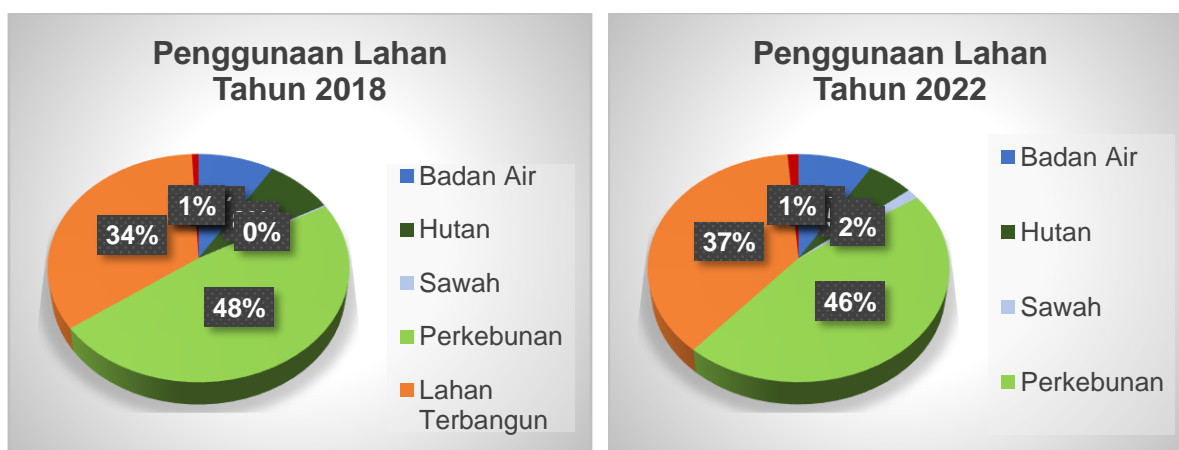


Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Percut Sei Tuan Tahun 2018 dan 2022 (Sumber: Hasil Olah Data, 2022)

- 1) Peta menunjukkan warna biru tua dan coklat muda pada badan air. Untuk badan air, warnanya berwarna coklat karena perekaman citra yang terjadi selama musim hujan, yang menyebabkan sedimentasi yang lebih tinggi di permukaan. Dalam penelitian ini, badan air yang dimaksud adalah sungai, irigasi, danau, rawa, embung, dan tambak ikan.
- 2) Hutan pada peta berwarna hijau gelap memiliki tekstur yang kasar karena menunjukkan variasi pepohonan yang tinggi atau kepadatan yang jarang.
- 3) Dalam peta, lahan yang terbangun tampak memiliki pola teratur, tekstur kasar, warna cerah, dan bentuk persegi atau limas. Dalam penelitian ini, lahan terbangun yang dimaksud adalah permukiman seperti perumahan atau tempat tinggal, pabrik, sekolah, dan bangunan lainnya.
- 4) Perkebunan memiliki kenampakan berwarna hijau muda dengan tekstur yang halus. Perkebunan yang dimaksud berupa jagung, kelapa sawit, dan padi.
- 5) Sawah, Sawah dalam gambar memiliki tekstur yang cerah, halus, bentuk yang tidak rata, dan warna biru muda. Ini adalah sawah dengan pematang dan padi yang tumbuh di atasnya.
- 6) Semak Belukar, kenampakan semak belukar berwarna violet dengan tekstur kasar dan bentuk petak-petak. Semak belukar yang dimaksud adalah rerumputan, sabana, dan semak.
- 7) Tanah Terbuka, kenampakan tanah terbuka berwarna abu tua dengan tekstur halus. Tanah terbuka yang dimaksud seperti lahan kosong.
- 8) Awan pada citra berwarna abu muda dengan tekstur yang kasar. Tanah Terbuka, kenampakan tanah terbuka berwarna abu tua dengan dengan tekstur halus. Tanah terbuka yang dimaksud seperti lahan kosong.

Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

Analisis perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan membandingkan peta penggunaan lahan dari tahun 2018 dengan peta penggunaan lahan dari tahun 2022. Melalui perbandingan ini, diperoleh gambaran umum mengenai perubahan luas lahan dan penyebabnya. Perbandingan luas penggunaan lahan antara tahun 2018 dan 2022 ditampilkan dalam bentuk diagram pada Diagram 1. Diagram ini menggambarkan perubahan penggunaan lahan dari satu kelas ke kelas lainnya dan memberikan informasi mengenai persentase luasan dari tahun 2018 ke tahun 2022.



Gambar 4. Diagram Penggunaan Lahan Kecamatan Percut Sei Tuan Tahun 2018 dan 2022 (Sumber: Hasil Olah Data, 2022)

Tabel 1. Penggunaan Lahan Kecamatan Percut Sei Tun 2018-2022

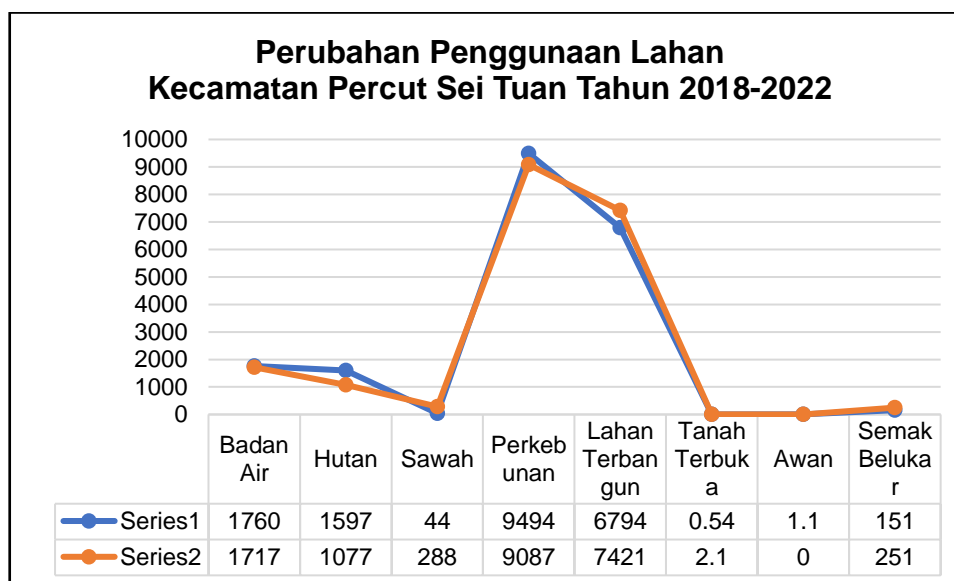
Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	
	2018	2022
Badan Air	1760	1717
Hutan	1597	1077
Sawah	44	288
Perkebunan	9494	9087
Lahan Terbangun	6794	7421
Tanah Terbuka	0.54	2.1
Awan	1.1	0
Semak Belukar	151	251
Jumlah	19842	19843

(Sumber: Hasil Olah Data, 2018)

Pada tabel 1 disajikan luas penggunaan Lahan di Kecamatan Percut Sei Tuan pada tahun 2018 yaitu 19842 Hektar sedangkan pada tahun 2022 yaitu 19843 Hektar. Pada tahun 2018 Badan air memiliki luas 1760 ha atau 9% dari luas wilayah Kecamatan Percut Sei Tuan. Hutan memiliki luas 1597 ha atau 8% dari wilayah luas kecamatan Percut Sei Tuan. Sawah memiliki luas 44 ha atau 0% dari wilayah luas kecamatan Percut Sei Tuan. Perkebunan memiliki luas 9494 ha atau 48% dari wilayah luas kecamatan Percut Sei Tuan. Lahan terbangun memiliki luas 6794 ha atau 34% dari wilayah luas kecamatan Percut Sei Tuan. Tanah terbuka memiliki luas 0,54 ha atau 0% dari wilayah luas kecamatan Percut Sei Tuan. Awan memiliki luas 1,1 ha atau

0% dari wilayah luas Kecamatan Percut Sei Tuan. Semak belukar memiliki luas 151 ha atau 1% dari wilayah luas kecamatan Percut Sei Tuan.

Pada tahun 2022 Badan air memiliki luas 1717 ha atau 9% dari luas wilayah Kecamatan Percut Sei Tuan. Hutan memiliki luas 1077 ha atau 5% dari wilayah luas kecamatan Percut Sei Tuan. Sawah memiliki luas 288 ha atau 2% dari wilayah luas kecamatan Percut Sei Tuan. Perkebunan memiliki luas 9087 ha atau 46% dari wilayah luas kecamatan Percut Sei Tuan. Lahan terbangun memiliki luas 7421 ha atau 37% dari wilayah luas kecamatan Percut Sei Tuan. Tanah terbuka memiliki lus 2,1 ha atau 0% dari wilayah luas kecamatan Percut Sei Tuan. Semak belukar memiliki luas 251 ha atau 1% dari wilayah luas kecamatan Percut Sei Tuan.



Grafik 1. Perubahan Penggunaan Lahan Kecamatan Percut Sei Tun 2018-2022
(Sumber: Hasil Olah Data, 2022)

Pada luas perubahan lahan di Kecamatan Percut Sei Tuan disajikan pada grafik 1. Pada tahun 2018 Badan air memiliki luas 1760 ha atau 9%. Pada tahun 2022 Badan air berkurang 43 ha menjadi 1717 ha atau sekitar 9%. Pada tahun 2018 Hutan memiliki luas 1597 ha atau 8%. Pada tahun 2022 hutan berkurang 521 ha menjadi 1077 ha atau sekitar 5%. Pada tahun 2018 sawah memiliki luas 44 ha atau 0%. Pada tahun 2022 sawah bertambah 243 ha menjadi 288 ha atau 2%. Pada tahun 2018 perkebunan memiliki luas 9494 ha atau 48%. Pada tahun 2022 perkebunan berkurang 407 ha menjadi 9087 ha atau 46%. Pada tahun 2018 lahan terbangun memiliki luas 6794 ha atau 34%. Pada tahun lahan terbangun bertambah 627 ha menjadi 7421 ha atau 37%. Pada tahun 2018 tanah terbuka memiliki luas 0,54 ha atau 0%. Pada tahun 2022 tanah terbuka bertambah 1,54 ha menjadi 2,1 ha atau 0%. Pada tahun 2018 semak belukar memiliki luas 151 ha atau 1%. Pada tahun 2022 semak belukar bertambah 100 ha menjadi 251 ha atau 1%. Pada tahun 2018 awan memiliki luas 1.1 ha atau 0% sedangkan tahun 2022 awan sudah tidak ada lagi atau berubah menjadi lahan lainnya.

Pembahasan

Penelitian ini memanfaatkan citra satelit Sentinel-2 untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Percut Sei Tuan. Pengolahan citra dilakukan dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS. Citra Sentinel-2 memiliki kemampuan resolusi spasial yang baik,

dengan pita merah, biru, hijau, dan inframerah dekat yang masing-masing memiliki resolusi 10meter, 20 meter, dan 60 meter. Kemampuan ini memungkinkan interpretasi visual yang akurat untuk mengidentifikasi perbedaan rona warna dan tekstur, yang selanjutnya digunakan untuk klasifikasi penggunaan lahan.

Melalui pengolahan dengan ArcGIS, peneliti mampu menghasilkan peta penggunaan lahan yang menampilkan variasi warna dan tekstur sesuai dengan jenis penutupan lahan di wilayah studi. Perbedaan rona warna pada citra, misalnya biru tua untuk badan air, hijau gelap untuk hutan, dan warna cerah untuk lahan terbangun, memberikan informasi yang cukup jelas untuk interpretasi visual oleh peneliti. Selain itu, fitur-fitur ArcGIS seperti digitasi on-screen, komposisi band, dan analisis spasial membantu dalam proses klasifikasi penggunaan lahan secara akurat.

Klasifikasi Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil interpretasi visual citra Sentinel-2 dengan bantuan ArcGIS, peneliti berhasil mengidentifikasi delapan kelas penggunaan lahan di Kecamatan Percut Sei Tuan, yaitu: badan air, hutan, sawah, perkebunan, lahan terbangun, tanah terbuka, awan, dan semak belukar. Setiap kelas penggunaan lahan memiliki karakteristik visual yang khas, yang memudahkan proses klasifikasi. Misalnya, badan air terlihat berwarna biru tua dan coklat muda, hutan berwarna hijau gelap dengan tekstur kasar, lahan terbangun memiliki pola yang teratur dengan warna cerah, serta perkebunan dan sawah masing-masing memiliki warna dan tekstur yang khas. Pengenalan terhadap karakteristik visual ini menjadi dasar yang solid bagi peneliti untuk melakukan klasifikasi penggunaan lahan secara akurat.

Selain itu, peneliti juga memanfaatkan sumber data penunjang lainnya, seperti citra resolusi tinggi dan informasi geospasial, untuk memvalidasi hasil klasifikasi dan memastikan keakuratan identifikasi jenis penggunaan lahan di lapangan. Proses ini sangat penting untuk memperoleh data penggunaan lahan yang valid dan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

Setelah mengidentifikasi kelas-kelas penggunaan lahan pada citra Sentinel-2 tahun 2018 dan 2022, peneliti melakukan analisis perbandingan untuk mengetahui perubahan yang terjadi selama periode tersebut. Analisis perubahan penggunaan lahan merupakan bagian penting dari penelitian ini, sebagai upaya untuk memahami dinamika pemanfaatan lahan di Kecamatan Percut Sei Tuan.

Hasil analisis menunjukkan beberapa temuan signifikan terkait perubahan penggunaan lahan, antara lain:

1. Peningkatan luas lahan terbangun sebesar 627 hektar, dari 34% menjadi 37% dari total luas wilayah. Hal ini mengindikasikan adanya konversi lahan dari area hutan dan lahan produktif lainnya menjadi kawasan permukiman, industri, dan infrastruktur.
2. Penurunan luas hutan sebesar 521 hektar, dari 8% menjadi 5% dari total luas wilayah. Konversi lahan dari hutan menjadi lahan terbangun dan peruntukan lainnya menunjukkan adanya tekanan terhadap sumber daya hutan di wilayah ini.
3. Peningkatan luas sawah sebesar 243 hektar, dari 0% menjadi 2% dari total luas wilayah, sementara luas perkebunan berkurang 407 hektar, dari 48% menjadi 46%. Perubahan ini mengindikasikan adanya konversi lahan dari perkebunan menjadi sawah atau lahan pertanian lainnya.
4. Peningkatan luas lahan terbuka dan semak belukar, meskipun dengan persentase yang relatif kecil, yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti alih fungsi lahan, pembukaan lahan, atau suksesi alami vegetasi.

Perubahan penggunaan lahan yang terjadi di Kecamatan Percut Sei Tuan dapat memberikan berbagai dampak, baik positif maupun negatif, terhadap aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Monitoring perubahan penggunaan lahan secara berkala sangat diperlukan untuk mendukung perencanaan tata ruang dan pengelolaan sumber daya lahan yang berkelanjutan.

Kesimpulan

Di wilayah Kecamatan Percut Sei Tuan, penggunaan lahan berubah secara signifikan antara tahun 2018 dan 2022. Kelas lahan terbangun meningkat sebesar 627 ha, atau 37%, sementara penggunaan lahan hutan menurun sebesar 521 ha, atau 5%. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan infrastruktur masyarakat yang terus meningkat dan pada akhirnya menekan lahan-lahan produktif menjadi tidak produktif lagi. Harapan penulis agar penelitian selanjutnya dapat fokus pada mengkaji dampak dari perubahan penggunaan lahan terhadap aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Hal ini penting untuk memahami konsekuensi dari dinamika pemanfaatan lahan dan menyusun langkah-langkah mitigasi atau adaptasi yang tepat.

Ucapan Terimakasih

Penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan yang telah diberikan oleh kedua orang tua, dosen pengampu serta teman tim yang telah membantu selama pelaksanaan proses penelitian ini. Akhirnya penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Saran dan kritikan yang membangun juga penulis harapkan demi menyempurnakan hasil penelitian ini.

Referensi

- Akbar, W., Soma, A. S., & Arsyad, U. (2022). *Analisis Perubahan Penutupan Lahan di Daerah Aliran Sungai Kelara Menggunakan Citra Sentinel 2*. 14(2), 73–87. <https://doi.org/10.24259/jhm.v14i2.24107>
- Awaliyan, R., & Sulistyoadi, Y. B. (2018). Klasifikasi Penutupan Lahan Pada Citra Satelit Sentinel-2a Dengan Metode Tree Algorithm. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 2(2), 98–104. <https://doi.org/10.32522/u-jht.v2i2.1363>
- Fadlin, F., Thaha, M. A., Maricar, F., & Hatta, M. P. (2022). Monitoring Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Satelit Sentinel 1 di DAS Wanggu Kota Kendari. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 1(2), 77–88. <https://doi.org/10.56860/jtsda.v1i2.5>
- Fardilla, A., Septiavi, R., T, R. J., Arba, R. M., Sefmaliza, R., Fanbudy, A. R., Afdhal, T., & Novarino, W. (2023). *MENGGUNAKAN CITRA SATELIT Analysis of Land Cover Changes in Padang City using Satellite Imagery*. 10(2), 353–367. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.2.19>
- Indah, P., Mokodompit, S., Kindangen, J. I., & Tarore, R. C. (2019). Perubahan Lahan Pertanian Basah Di Kota Kotamobagu. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 6(3), 792–799.
- Miranda, E., & Aryuni, M. (2021). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Convolutional Neural Network pada Citra Satelit Sentinel-2. *Sistemasi*, 10(2), 323. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v10i2.1226>
- Miswar, D., Sugiyanta, I. G., Yarmaidi, & Yasta, R. D. (2020). Analisis Geospasial Perubahan Penggunaan Lahan Sawah Berbasis LP2B Kecamatan Pagelaran Utara. *Media Komunikasi Geografi*, 21(2), 130–143.

- Ridwan, V. F. (2023). *Analisis Perubahan Kawasan Terbangun Kota Parepare dengan Citra Satelit Sentinel-2 (2017-2023)*. 3(2).
- Suban, I., & Sunimbar, A. (2021). *Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Kota Kupang Nusa Tenggara Timur Tahun 2010-2018 (Studi Kasus di Kecamatan Kelapa Lima , Oebobo , dan Kota Lama)*. 2, 36–52.
- Suni, M. A., Borman, A. K., & Fahrul, M. (2023). *PEMETAAN PENGGUNAAN LAHAN DI KOTA PALU MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 2-A*. 1(4), 384–391.