



Pemetaan Penggunaan Lahan Pertanian di Kota Kupang menggunakan Penginderaan Jauh *Mapping of Agricultural Land Use in Kupang City using Remote Sensing*

Frederika Rambu Ngana

Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia.

Email Coresponden: frederika.rambungana@staf.undana.ac.id

Info Artikel Diterima: 10/05/2024 Direvisi: 07/06/2024 Disetujui: 30/06/2024

ABSTRAK

Setiap tahun, Dinas Pertanian kabupaten dan kota di wilayah provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) melaporkan luas penggunaan lahan pertanian ke Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi NTT. Perhitungan luas lahan pertanian dilakukan oleh Dinas Pertanian Kota maupun kabupaten di Nusa Tenggara Timur secara manual. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan dan menghitung luas penggunaan lahan pertanian dengan penginderaan jauh. Kota Kupang dijadikan sebagai lokasi studi kasus. Data penginderaan jauh yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Landsat 9 dari *U.S Geological Survey* perekaman bulan Agustus tahun 2022. Citra ini kemudian diklasifikasikan berdasarkan kelas lahan sawah, lahan pertanian bukan sawah dan bukan lahan pertanian. Klasifikasi dilakukan dengan algoritma *Random Forest* dengan menggunakan software QGIS. Klasifikasi ini menggunakan sampel data lahan (*training sites*) di Kota Kupang yang diambil dengan GPS. Hasil penelitian berupa peta penggunaan lahan pertanian di Kota Kupang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penginderaan jauh memungkinkan Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Nusa Tenggara Timur untuk mengetahui lokasi dan luas dari penggunaan lahan pertanian di wilayah Provinsi NTT dengan cepat dan akurat tanpa survei lapangan. Untuk memetakan penggunaan lahan pertanian di wilayah Provinsi NTT yang lebih efektif dengan penginderaan jauh, maka citra Landsat yang digunakan perlu mempertimbangkan waktu menanam. Selain itu, sangat penting untuk memastikan luas wilayah pada peta administrasi yang digunakan untuk memotong citra Landsat sesuai dengan luas wilayah yang sebenarnya.

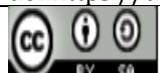
Kata Kunci: *Penggunaan lahan pertanian, Penginderaan jauh*

ABSTRACT

Every year, the districts and city of Agriculture Services in the Nusa Tenggara Timur (NTT) province report the area of agricultural land use to the NTT Provincial Agriculture and Food Security Service. The agricultural land area was measured manually by the field officers of the City and Districts of Agriculture Services. This research aims to map and measure the area of agricultural land use using remote sensing. Kupang City was used as a case study location. The remote sensing data used in this research was Landsat-9 satellite imageries from the U.S. Geological Survey in August 2022. These images were then classified based on classes paddy rice field, non-paddy rice field, and non-agriculture field. The classification was carried out using the Random Forest algorithm on QGIS software. This classification was based on the training sites of each land use type in Kupang City taken with GPS. The result of the research is a map of agricultural land use in Kupang City. This research shows that remote sensing allows the NTT provincial Agriculture and Food Security Service to determine the location and calculate the area of the agricultural land use in the NTT Province region quickly and accurately without a field survey. To map the agricultural land use in NTT more effectively using remote sensing, the Landsat image should be selected on the planting time. In addition, it is very important to ensure that the area on the administrative map used to crop the Landsat image corresponds to the actual area.

Keywords: *Agricultural land use, Remote sensing*

Cite this as: Frederika Rambu Ngana (2024). Pemetaan Penggunaan Lahan Pertanian di Kota Kupang menggunakan Penginderaan Jauh. *Agrica: Journal of Sustainable Agriculture*, 17(1), 96-104. doi:<https://doi.org/10.37478/agr.v17i1.4133>



Copyright (c) 2024 Frederika Rambu Ngana. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Penginderaan jauh telah digunakan untuk memetakan lahan pertanian di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Misalkan Pita et al. (2023) memetakan lahan pertanian di kabupaten Nagekeo dengan informasi luas lahan, status lahan, nama petani, alamat petani, umur petani, pola tanam dan sistem bagi hasil. Sedangkan Ngongo et al. (2023) menggunakan penginderaan jauh untuk memetakan penggunaan lahan di Kabupaten Sumba Tengah. Ngongo et al. (2023) membagi kelas penggunaan lahan menjadi kelas lahan terbuka, tubuh air, pemukiman, vegetasi dan sawah. Penelitian lainnya menggunakan penginderaan jauh untuk memetakan lahan kering di Kota Kupang (Mooy et al., 2021) dan di Kabupaten Kupang (Seran et al., 2022). Mooy et al. (2021) memetakan lahan kering di Kota Kupang yang terdiri dari lahan tegal/kebun, ladang/huma, perkebunan, ditanami pohon/hutan rakyat, padang penggembalaan, hutan, sementara tidak diusahakan, dan lain-lain. Seran et al. (2022) memetakan lahan kering di Kabupaten Kupang dengan kelas tubuh air, hutan, kebun campuran, lahan terbuka, pemukiman dan sawah.

Penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan pertanian berkelanjutan karena bertujuan untuk memetakan penggunaan lahan pertanian. Pemetaan ini mengacu pada pembagian kelas statistik Pertanian Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) dan menghitung luas penggunaan lahan pertanian dengan penginderaan jauh. Setiap tahun, Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi NTT menerima laporan penggunaan lahan pertanian dari

kabupaten dan kota di wilayah Provinsi Nusa Tenggara Timur. Data tersebut berupa luas penggunaan lahan sawah, lahan pertanian bukan sawah dan bukan lahan pertanian (BPS Nusa Tenggara Timur, 2023). Hingga saat ini, belum ada peta yang digunakan untuk memberikan informasi spasial dari penggunaan lahan pertanian di Provinsi Nusa Tenggara Timur berdasarkan kelas penggunaan lahan pertanian dari data statistik pertanian tersebut. Oleh karena, sebagai studi kasus untuk memetakan penggunaan lahan pertanian sesuai kelas statistik Pertanian Provinsi NTT, penelitian ini dilakukan di Kota Kupang. Pemetaan selanjutnya dapat dilakukan di kabupaten lainnya dengan metode yang sama.

Pemetaan penggunaan lahan pertanian di Kota Kupang dalam penelitian ini menggunakan citra Landsat. Citra Landsat merupakan salah satu citra Penginderaan Jauh yang free (Hemati et al., 2021). Citra Landsat sudah digunakan untuk mengidentifikasi lahan pertanian. Saputra et al. (2023) menggunakan citra Landsat 1, 5 dan 8 untuk mengidentifikasi penggunaan lahan pertanian di Jawa Timur. Sujarwo et al. (2023) menggunakan citra Landsat 1, 5, 7 dan 8 untuk mengidentifikasi penggunaan lahan termasuk sawah di daerah aliran sungai Mayang di kabupaten Jember dan Taman Nasional Meru Betiri. Ngongo et al. (2023) menggunakan citra Landsat 8 untuk pemetaan penggunaan lahan di kabupaten Sumba Tengah termasuk lahan sawah. Sedangkan pemetaan lahan sawah dengan citra Landsat 9 di luar

Ngana: Pemetaan Penggunaan Lahan Pertanian di Kota Kupang

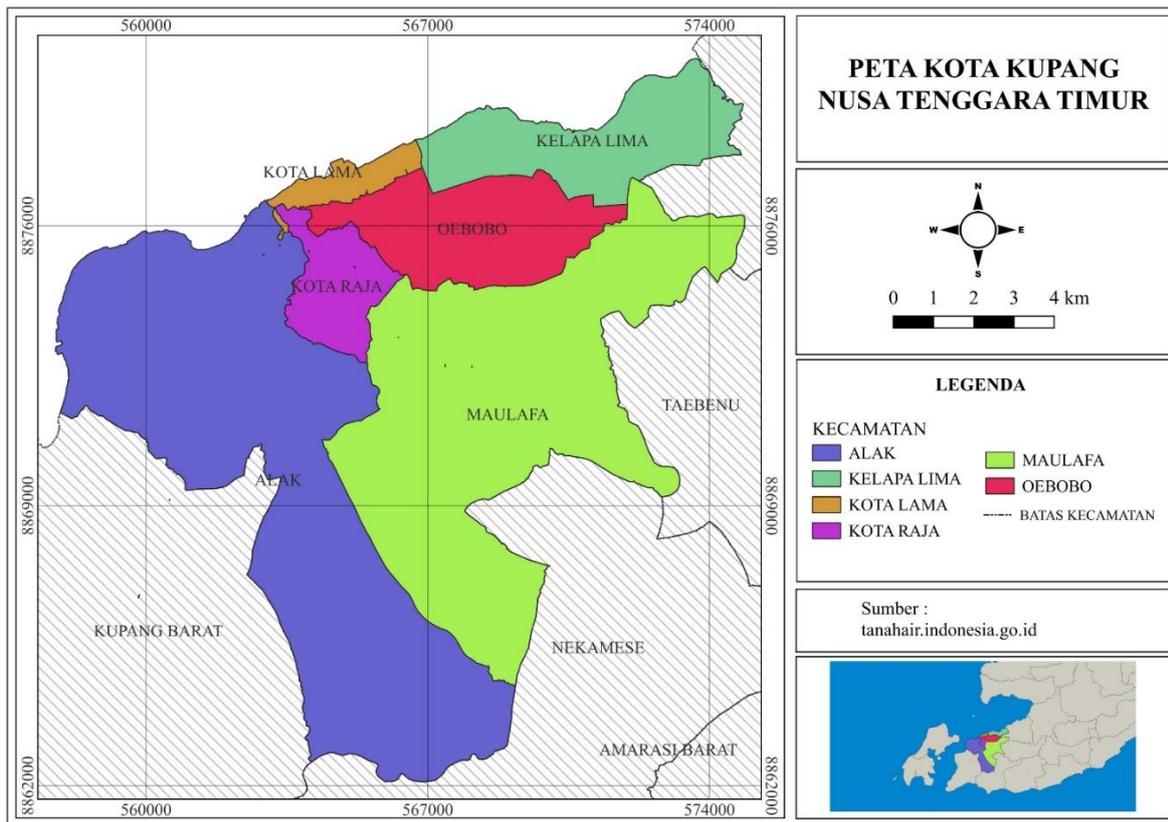
Indonesia telah dilakukan oleh Inalpulat (2023) di Kabupaten Biga, Turki.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Kota Kupang sebagai lokasi studi kasus (Gambar 1). Kota Kupang terletak antara $10^{\circ} 36' 14''$ - $10^{\circ} 39' 58''$ Lintang Selatan dan $123^{\circ} 32' 23''$ - $123^{\circ} 37' 01''$ Bujur Timur (BPS Kota Kupang, 2023), dengan luas $180,27 \text{ Km}^2$ (18027 ha). Hasil Sakernas (Survei Angkatan Kerja Nasional) Tahun 2022 menunjukkan bahwa 49,36% penduduk NTT yang berumur 15 tahun ke atas bekerja di

sektor pertanian dan 50,64% di sektor non pertanian (BPS Nusa Tenggara Timur, 2023).

Pada penelitian ini, data pemetaan yang digunakan adalah citra Landsat 9 dari USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), titik koordinat *training sites* diambil dengan *Global Positioning System* (GPS) untuk setiap penggunaan lahan dan peta administrasi Kota Kupang dari Indonesia Geospasial Portal (<https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>). Software yang digunakan untuk pemetaan adalah QGIS versi 3.34.1 (<https://www.qgis.org/en/site/>).



Gambar 1. Wilayah Kota Kupang

Tahapan pembuatan peta penggunaan lahan dengan software QGIS sebagai berikut :

1. Citra Landsat 9 pada Path 111 Row 67 band 1-7 didownload dari website USGS dengan tanggal perekaman 29 Agustus 2022.
2. Citra Landsat 9 band 1 -7 di proyeksikan ke *Coordinate System References* (CRS) Kota Kupang yaitu EPSG:32751 - WGS 84 / UTM zone 51S.
3. Citra Landsat 9 yang sudah diproyeksikan kemudian dipotong sesuai dengan batas peta administrasi Kota Kupang.
4. Titik-titik GPS dari lokasi tutupan lahan berupa lahan sawah, hutan, tubuh air, tambak, pemukiman, daerah tambang, kebun, daerah pertanian, padang rumput dan tanah kosong di cek lagi dengan menggunakan Google Earth, kemudian disimpan dalam bentuk file *.kml.
5. Citra Landsat 9 kemudian diklasifikasikan menjadi tiga kelas lahan menggunakan algoritma *Random Forest*. Algoritma *Random Forest* merupakan algoritma dari *Supervised Classification*(Demarquet et al., 2023).
6. Titik-titik GPS lokasi tutupan lahan digunakan sebagai *training sites* untuk klasifikasi penggunaan lahan pertanian.
7. Hasil klasifikasi berupa tiga kelas yaitu kelas lahan sawah, kelas lahan pertanian bukan sawah dan kelas bukan lahan pertanian.
8. Validasi dilakukan dengan menggunakan titik-titik GPS lokasi dari penggunaan lahan pertanian masing-masing kelas.
9. Setelah kelas tutupan lahan sesuai dengan hasil validasi, kemudian dilakukan perhitungan luas lahan dari masing-masing kelas.
10. Hasil akhir berupa Layout Peta penggunaan lahan pertanian di Kota Kupang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

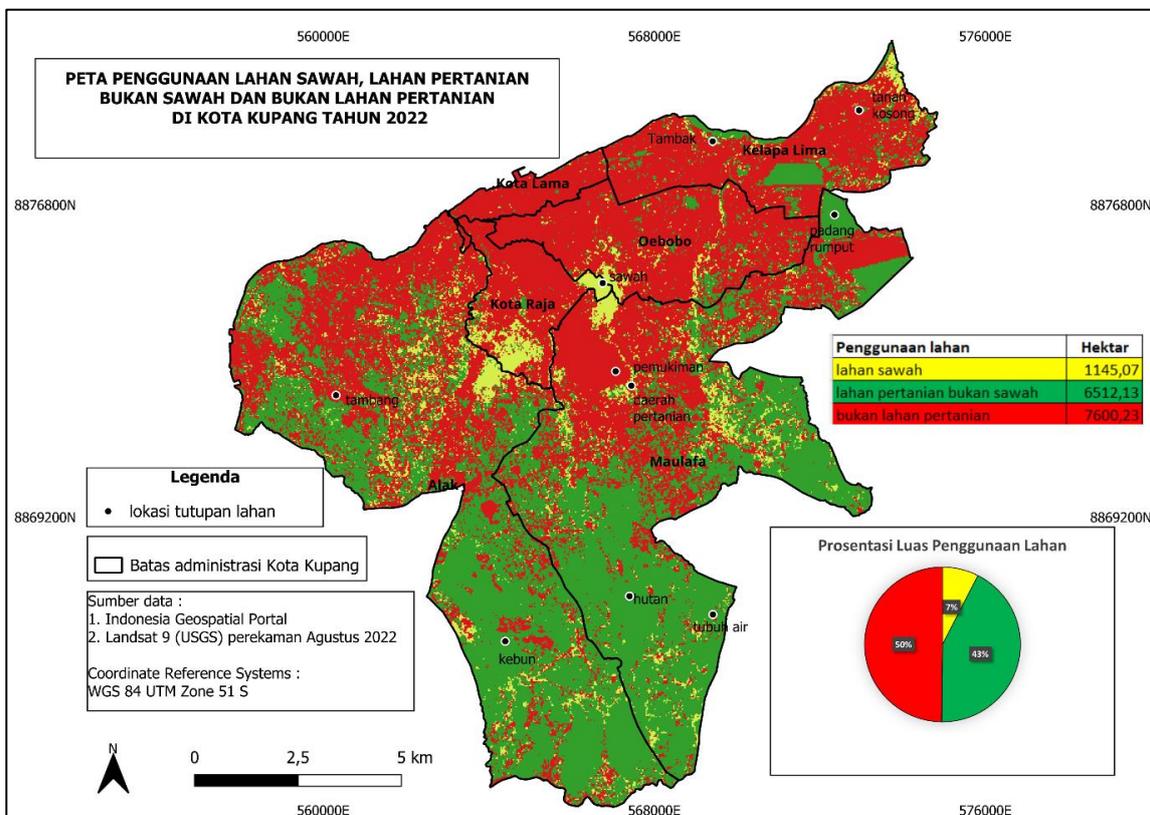
Hasil klasifikasi penggunaan lahan pertanian di Kota Kupang terdiri dari 3 kelas yaitu kelas lahan sawah, lahan pertanian bukan sawah dan bukan lahan pertanian. Gambar 2 adalah peta hasil klasifikasi penggunaan lahan pertanian menggunakan algoritma *Random Forest*. Hasil klasifikasi *Random Forest* menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik 99.93%. Hal ini menunjukkan interpretasi citra satelit untuk penggunaan lahan pertanian di Kota Kupang hampir sama dengan keadaan sebenarnya.

Analisa luas lahan pertanian dilakukan dengan membandingkan hasil klasifikasi penginderaan jauh (Gambar 2) dengan data Statistik Pertanian Provinsi NTT (tabel 1). Dimana luas untuk kelas lahan pertanian bukan sawah (6512,13 ha) pada peta hampir sama dengan luas pada data Statistik Pertanian Provinsi NTT (6684 ha)(BPS Nusa Tenggara Timur, 2023). Hal ini menunjukkan citra Landsat 9 pada bulan Agustus mendeteksi dengan baik lokasi lahan pertanian bukan sawah. Sedangkan luas penggunaan lahan sawah pada peta hasil klasifikasi berbeda dengan luas lahan sawah pada

Ngana: Pemetaan Penggunaan Lahan Pertanian di Kota Kupan

data statistik Pertanian Provinsi Nusa Tenggara Timur tahun 2022 (BPS Nusa Tenggara Timur, 2023). Pada peta menunjukkan luas sawah adalah 1145,07 ha sedangkan pada data BPS Nusa Tenggara Timur (2023) tercatat luas sawah 416 ha. Hal ini disebabkan beberapa hal yaitu beberapa lokasi lahan sawah berada di wilayah terpencil sehingga tidak dapat dijangkau oleh pengukuran manual petugas lapangan. Lokasi lahan ini terdeteksi oleh citra

Landsat, sehingga luas sawah pada pengukuran manual lebih kecil daripada luas sawah pengukuran penginderaan jauh. Penyebab lainnya dari perbedaan luas lahan sawah ini, adalah berhubungan dengan klasifikasi lahan berdasarkan interpretasi citra Landsat 9. Dimana terdapat lahan yang karakteristik *spektral pixelnya* sama dengan sawah. Misalkan pada bulan Agustus, sawah mulai dialihfungsikan untuk menjadi ladang/tegalan/kebun sayur.



Gambar 2. Peta penggunaan lahan sawah, lahan pertanian bukan sawah, dan bukan lahan pertanian di Kota Kupan tahun 2022

Pengalih fungsian lahan dapat mengakibatkan lahan sawah ditanami tanaman lainnya bahkan tidak ditanami apapun. Sehingga karakteristik pixel citra Landsat 9 untuk lahan sawah pada bulan Agustus hampir sama dengan lahan bukan lahan pertanian dan lahan pertanian bukan sawah. Pixel spektral

dari lahan sawah dapat diidentifikasi dengan citra Landsat dengan jelas setelah musim hujan baru saja selesai. Hal ini ditunjukkan dari penelitian terdahulu, misalkan penggunaan citra Landsat 8 untuk identifikasi sawah di Kecamatan Enam Lingkung dilakukan pada bulan Mei-Juli (Musfiza et al., 2023).

İnalpulat (2023) menggunakan citra Landsat 9 bulan Juli untuk identifikasi sawah di Turki. Menurut BMKG NTT (2022), untuk tahun 2022, musim kemarau di wilayah Nusa Tenggara Timur dimulai dari bulan April. Oleh karena itu, untuk identifikasi lahan sawah dengan citra Landsat di Kota Kupang tahun 2022 yang efektif maka disarankan untuk menggunakan citra Landsat perekaman pada bulan Mei. Karena wilayah di Nusa Tenggara Timur memasuki musim kemarau selama tujuh bulan dari bulan Mei hingga November (Adi, 2017). Dimana sebagian besar lahan sawah di wilayah Provinsi Nusa Tenggara Timur dikategorikan sebagai sawah tadah hujan yang diusahakan sekali setahun (BPTP Nusa Tenggara Timur, 2021).

Untuk kelas bukan lahan pertanian, luas lahan pada peta sebesar 7600,23 ha lebih kecil dari luas lahan yang tercatat pada data BPS Kota Kupang (2023) yaitu 10927 ha. Hal ini disebabkan oleh ukuran luas pada peta administrasi Kota Kupang yang digunakan pada penelitian ini sebesar 15270 ha lebih kecil dari luas kota Kupang sebenarnya menurut BPS Kota Kupang (2023). Dimana terdapat selisih luas lahan bukan lahan pertanian sebesar 3000 ha hasil pengukuran penginderaan jauh dan data statistik Pertanian Provinsi NTT. Oleh karena itu, perlu batas administrasi Kota Kupang pada peta RBI dikoreksi kembali oleh pihak penyedia peta terkait. Koreksi batas wilayah administrasi penting dilakukan segera untuk meningkatkan akurasi perencanaan kota dan menghindari konflik dikemudian hari (Sutanta et al., 2020).

Meskipun ada perbedaan dari data statistik Pertanian Provinsi NTT, tetapi peta penggunaan lahan pertanian hasil penginderaan jauh ini dapat digunakan sebagai acuan untuk melihat penggunaan lahan di Kota Kupang. Informasi ini penting untuk perencanaan wilayah penggunaan lahan pertanian di Kota Kupang. Misalkan melalui peta penginderaan jauh ini dapat diketahui penggunaan lahan di kota Kupang pada tahun 2022 adalah lebih dari 50% untuk lahan bukan lahan pertanian, 43% untuk lahan pertanian bukan sawah dan 7% untuk lahan sawah. Peta ini juga dapat menunjukkan penyebaran lokasi dari masing-masing kelas penggunaan lahan pertanian tanpa survei lapangan. Biaya survei lapangan untuk monitor perubahan lahan pertanian membutuhkan biaya yang tinggi. Oleh karena itu, citra Landsat dengan kombinasi algoritma kecerdasan buatan seperti *Random Forest* dapat digunakan sebagai alternatif untuk monitor perubahan penggunaan lahan (Ramadhani et al., 2020).

Penginderaan jauh dapat digunakan untuk melihat perubahan penggunaan lahan pertanian dengan analisis *spatio-temporal*. Misalkan perubahan penggunaan lahan di Ghana (Dembélé et al., 2024). Hardika et al. (2023) menggunakan analisis *spatio-temporal* untuk melihat perubahan lahan sawah di Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo. Demikian pula Ngongo et al. (2023) melakukan analisis *spatio-temporal* untuk membandingkan penggunaan lahan tahun 2013 dan tahun 2021 di Kabupaten Sumba Tengah. Seperti yang dilakukan juga oleh Angin and Sunimbar (2021) yang menganalisis

perubahan tutupan lahan di Kota Kupang tahun 2010 – 2018 dengan citra satelit SAS planet. Hasil penelitian dari Angin and Sunimbar (2021) menunjukkan adanya pengurangan luas dan penambahan penggunaan lahan selama kurun waktu 8 tahun di Kota Kupang.

Oleh karena itu, informasi perubahan spasial lahan pertanian dapat dipakai untuk menjadi analisa kebijakan penggunaan lahan pertanian di wilayah kota/kabupaten di Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Tabel 1. Perbandingan luas data Data Statistik Pertanian Provinsi NTT dan luas hasil penginderaan jauh penggunaan lahan sawah, lahan pertanian bukan sawah dan bukan lahan pertanian di Kota Kupang tahun 2022 .

	Data Statistik Pertanian Provinsi NTT	Data citra penginderaan jauh
Lahan sawah	416 ha	1145,07 ha
Lahan pertanian bukan sawah	6684 ha	6512,13 ha
Bukan lahan pertanian	10927 ha	7600,23 ha

Penelitian selanjutnya, disarankan untuk dapat membandingkan perubahan penggunaan lahan secara *spatio-temporal* dengan menggunakan penginderaan jauh dari tahun-tahun sebelum atau sesudahnya. Analisis *spatio-temporal* memungkinkan Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) untuk dapat mengetahui mana lahan yang bertambah luasnya dan mana lahan yang berkurang luasnya. Dengan menggunakan penginderaan jauh, Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi NTT dapat juga menganalisa dimana lokasi lahan dan penyebab perubahan lahan.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan citra Landsat 9 pada bulan Agustus untuk memastikan minimal tutupan awan pada citra Landsat 9. Penelitian selanjutnya disarankan untuk dapat menggunakan citra Landsat 9 pada

waktu baru saja selesai musim penghujan untuk memetakan lahan pertanian di Kota Kupang. Sehingga lahan sawah dapat jelas terdeteksi dengan citra Landsat 9.

SIMPULAN

Pada penelitian ini, penginderaan jauh digunakan untuk memetakan penggunaan lahan pertanian di Kota Kupang berdasarkan tiga kelas yaitu lahan sawah, lahan pertanian bukan sawah dan bukan lahan pertanian. Penginderaan jauh memungkinkan Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Nusa Tenggara Timur untuk dapat mengetahui lokasi dari penggunaan lahan pertanian dan juga luas penggunaan lahan pertanian di kota dan kabupaten di wilayah Provinsi NTT dengan cepat dan akurat hingga ke wilayah terpencil tanpa survei lapangan. Perbedaan hasil perhitungan luas

penggunaan lahan pertanian dari peta hasil interpretasi penginderaan jauh dengan data statistik Pertanian Provinsi NTT dapat dijadikan sebagai pembanding dengan data lapangan yang diukur oleh petugas lapangan secara langsung. Untuk dapat memetakan penggunaan lahan pertanian di kota dan kabupaten di Provinsi NTT yang lebih efektif dengan penginderaan jauh, maka citra Landsat yang digunakan sebaiknya diambil pada perekaman bulan Mei setelah musim hujan. Penggunaan citra penginderaan jauh untuk identifikasi penggunaan lahan pertanian perlu mempertimbangkan waktu menanam. Selain itu, sangat penting untuk memastikan luas wilayah pada peta administrasi kota atau kabupaten yang digunakan untuk memotong citra Landsat sesuai dengan luas wilayah yang sebenarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan, Provinsi Nusa Tenggara Timur dan kepada Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana atas dukungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, T. (2017). Adaptasi perubahan iklim petani Kupang. *Kontan*. <https://analisis.kontan.co.id/news/adaptasi-perubahan-iklim-petani-kupang>
- Angin, I. S., & Sunimbar, S. (2021). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Kota Kupang Nusa Tenggara Timur Tahun 2010-2018. *Geoedusains: Jurnal Pendidikan Geografi*, 2(1), 36-52.
- BMKG NTT. (2022). *Informasi Prakiraan Musim Kemarau*. <https://iklimntt.id/iklim-ntt/prakmus/musim-kemarau-ntt.php>
- BPS Kota Kupang. (2023). *Kota Kupang dalam angka*. Badan Pusat Statistik Kota Kupang. <https://kupangkota.bps.go.id/publication/2023/02/28/08bbb053105a95b89964cc56/kota-kupang-dalam-angka-2023.html>
- BPS Nusa Tenggara Timur. (2023). *Statistik Pertanian Provinsi Nusa Tenggara Timur 2022*. Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur. <https://ntt.bps.go.id/publication/2023/09/22/a3c9580f65c5d1e3399899ab/statistik-pertanian-provinsi-nusa-tenggara-timur-tahun-2022.html>
- BPTP Nusa Tenggara Timur. (2021). *Laporan Tahunan Kegiatan 2021*. https://bptpntt-ppid.pertanian.go.id/doc/195/Laporan%20Tahunan_BPTP%20NTT%202021.pdf
- Demarquet, Q., Rapinel, S., Dufour, S., & Hubert-Moy, L. (2023). Long-Term Wetland Monitoring Using the Landsat Archive: A Review. *Remote Sensing*, 15(3), 820. <https://www.mdpi.com/2072-4292/15/3/820>
- Dembélé, F., Guuroh, R. T., Ansah, P. B., Asare, D.-C. B. M., Da, S. S., Aryee, J. N. A., & Adu-Bredu, S. (2024). Land use land cover change and intensity analysis of land transformation in and around a moist semi-deciduous forest in Ghana. *Trees, Forests and People*, 15, 100507. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100507>
- Hardika, N. A., Taryono, & Jumadi. (2023). Spatial-Temporal Analysis of Changes in Rice Field Use in 2012–2021 and Their Impact on Rice

- Production in Kartasura Subdistrict, Sukoharjo Regency. International Conference of Geography and Disaster Management (ICGDM 2022),
- Hemati, M., Hasanlou, M., Mahdianpari, M., & Mohammadimanesh, F. (2021). A Systematic Review of Landsat Data for Change Detection Applications: 50 Years of Monitoring the Earth. *Remote Sensing*, 13(15), 2869. <https://www.mdpi.com/2072-4292/13/15/2869>
- Inalpulat, M. (2023). Comparison of Different Supervised Classification Algorithms for Mapping Paddy Rice Areas Using Landsat 9 Imageries. *Turkish Journal of Nature and Science*, 12(3), 52-59. <https://doi.org/10.46810/tdfd.1266393>
- Mooy, T. G. N., Ngana, F. R., Johannes, A. Z., & Tanesib, J. L. (2021). Pemetaan Wilayah Lahan Kering Menggunakan Penginderaan Jauh di Kota Kupang. Seminar Nasional Ilmu Fisika dan Terapannya,
- Musfiza, D., Armi, I., Arini, D., & Fikri, S. (2023). Aplikasi Penginderaan Jauh Untuk Pemetaan Lahan Sawah. *Jurnal Teknik Indonesia*, 2(2), 112-127.
- Ngongo, Y., deRosari, B., Basuki, T., Njurumana, G. N., Nugraha, Y., Harianja, A. H., Ardha, M., Kustiyo, K., Shofiyati, R., Heryanto, R. B., Rawung, J. B. M., Sondakh, J. O. M., Senewe, R. E., daSilva, H., Hutapea, R. T. P., Mattitaputty, P. R., Kenduballa, Y. P., Kotta, N. R. E., Seran, Y. L., Hau, D. K., Oktaviani, D., & Nugroho, H. Y. S. H. (2023). Land Cover Change and Food Security in Central Sumba: Challenges and Opportunities in the Decentralization Era in Indonesia. *Land*, 12(5), 1043. <https://www.mdpi.com/2073-445X/12/5/1043>
- Pita, P. L. R., Lanya, I., & Sardiana, I. K. (2023). Aplikasi Penginderaan Jauh dan SIG Pemetaan Penggunaan Lahan dan Sistem Informasi Lahan Pertanian (Studi Kasus di Kabupaten Nagekeo, Provinsi Nusa Tenggara Timur). *AGRICA*, 16(1), 56-64.
- Ramadhani, F., Pullanagari, R., Kereszturi, G., & Procter, J. (2020). Mapping of rice growth phases and bare land using Landsat-8 OLI with machine learning. *International Journal of Remote Sensing*, 41(21), 8428-8452. <https://doi.org/10.1080/01431161.2020.1779378>
- Saputra, A. A., Hakim, F., Mandala, M., & Indarto, I. (2023). Pemanfaatan Citra Landsat untuk Pemantauan Perubahan Tutupan Lahan Lima Dekade pada Kawasan Perkotaan dan Aglomerasi Industri Provinsi Jawa Timur. Seminar Nasional Teknik Sipil,
- Seran, A. M. D., Ngana, F. R., & Pian, M. (2022). Pemetaan Wilayah Lahan Kering Menggunakan Penginderaan Jauh Di Wilayah Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 7(2), 42-47.
- Sujarwo, M. W., Hakim, F. L., & Indarto, I. (2023). Using Landsat to track land use and land cover (LULC) change from 1970 to 2020 in Mayang watershed, East Java. AIP Conference Proceedings,
- Sutanta, H., Pratiwi, I. D., Atunggal, D., & Cahyono, B. K. (2020). Analisis Hasil Delineasi Batas Desa di Kabupaten Gunung Kidul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Geomatika*, 26(2), 83-94.