

Pendugaan Kadar Air di Lahan Tanaman Kopi Malang Selatan Dengan Penginderaan Jauh

Water Soil Availability Prediction in Coffee Land Plantations with Remote Sensing in South Malang

Septrial Arafat¹, Muhammad Iqbal fauzan¹, dan Anita Dwy Fitria²

¹ Program Studi Agroekoteknologi, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas
Diponegoro, Kota Semarang, Indonesia.

² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat,
Indonesia.

Email korespondensi: septrialarafat@lecturer.undip.ac.id

ABSTRACT

Soil water availability is the basis for plant growth, so its availability is the main key for coffee plants growing in South Malang. Fluctuations in groundwater content, especially in the dynamics of climate change, must be managed so that plant water needs are always met, while remote sensing is able to provide aspects of estimating the condition of soil water content in coffee plantations in South Malang. The water content in coffee plantations can be estimated by combining the vegetation index value and soil surface temperature because coffee plants have shade. The method used in this research is to make a tentative map obtained from the overlay between the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Land Surface Temperature (LST) maps, the data is then regressed with the field results. The selection of research locations is based on the area of the coffee plantation using the smallest pixel, which is in an area of 3 km square meters. Each location of the research location was carried out four times for sampling the soil moisture content. The results showed that the correlation value between water content and the estimation results had a correlation of 0.814, with a regression value of 0.663 and a probability value of 0.9226.

Keywords: NDVI, LST, Soil Moisture.

ABSTRAK

Ketersediaan air tanah merupakan landasan bagi pertumbuhan tanaman, sehingga ketersediaannya menjadi kunci utama tumbuhnya tanaman kopi di Malang Selatan. Fluktuasi kandungan air tanah khususnya dalam dinamika perubahan iklim harus dikelola agar kebutuhan air tanaman selalu terpenuhi, sedangkan penginderaan jauh mampu memberikan aspek dalam memperkirakan kondisi kandungan air tanah pada perkebunan kopi. Kadar air pada tanaman kopi dapat diperkirakan dengan menggabungkan nilai indeks vegetasi dan suhu permukaan tanah karena tanaman kopi mempunyai naungan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan membuat peta tentatif yang diperoleh dari overlay antara peta Indeks Vegetasi Beda Normalisasi (NDVI) dan Suhu Permukaan Tanah (LST), data tersebut kemudian diregresi dengan hasil di lapangan. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada luas perkebunan kopi dengan menggunakan piksel terkecil yaitu pada luas 3 km meter persegi. Setiap lokasi lokasi penelitian dilakukan empat kali pengambilan sampel kadar air tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai korelasi kadar air dengan hasil estimasi mempunyai korelasi sebesar 0,814, dengan nilai regresi sebesar 0,663 dan nilai probabilitas sebesar 0,9226.

Kata kunci: NDVI, LST, Kelembaban tanah.

PENDAHULUAN

Kadar air tanah diprediksi dengan penginderaan jauh dengan mengukur tekstur tanah, iklim mikro, dan vegetasi (Christianto *et al.*, 2019; Hadiwijaya *et al.*, 2020; Suprpto, 2020; Zauhairah *et al.*, 2022). Penginderaan jauh merupakan alat yang efisien untuk memantau kondisi vegetasi sekaligus kadar air tanahnya (Febrianti *et al.*, 2019; Jaya *et al.*, 2021), informasi tentang spasial dan distribusi temporal tanah (Ihsan *et al.*, 2021; Rumondor *et al.*, 2021). Kadar air tanah dapat juga diketahui dengan cara mengkorelasikan nilai reflektansi Landsat (Song *et al.*, 2012; Lailia *et al.*, 2015; Fadilah, 2018).

Indeks suhu dan vegetasi yang berasal dari data satelit digunakan untuk memperkirakan kandungan kadar air tanah (Achmad *et al.*, 2019; Que *et al.*, 2019). Dalam dekade terakhir, sejumlah peneliti telah mempelajari hubungan antara indeks vegetasi dan suhu permukaan tanah. Metode ini didasarkan pada triangulasi emisi permukaan (LSE), temperatur permukaan (LST), dan indeks tanaman (NDVI) (Malakar *et al.*, 2018; Sagita *et al.*, 2022). Interpretasi hubungan antara (NDVI) dan temperatur permukaan (LST) akan membantu dalam perhitungan kadar air tanah (Evrili, 2020; Utami, 2020).

Pendugaan kadar air dilahan tanaman kopi berfungsi untuk deteksi dini kebutuhan air sehingga kekurangan air dapat ditangani sesegera mungkin (Situngkir *et al.*, 2018; Mulyani, 2021). Wood (2005) menyatakan bahwa kekurangan air menurunkan hasil pertanian dunia hingga lebih 50%. Pada lahan tanaman yang luas penanganan harus dilakukan secara lebih efisien. Pada tanaman kopi, kekurangan air berdampak pada berkurangnya produksi bunga dan buahnya (Chemura, 2014).

Urgensi sekaligus yang menjadi dasar penelitian ini adalah pentingnya mengetahui kadar air aktual di lahan

tanaman kopi sehingga tanaman kopi tidak mengalami kekurangan air, utamanya pada saat musim kemarau.

METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah komputer yang dilengkapi dengan software Ms. Office 2019 dan ArcGIS 10.5. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah, dan data citra (dapat diperoleh pada situs www.usgs.gov). Data hotspot untuk Malang Selatan pada bulan Juli - Oktober 2019 dapat diperoleh pada situs firms.modaps.eosdis.nasa.gov.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif pada berbagai penggunaan lahan untuk tanaman kopi di 4 kecamatan, yaitu kecamatan Ampelgading, Sumbermanjing Wetan, Tirtoyudo, dan Dampit dengan pengambilan sampel berlapis. Masing-masing lokasi penelitian dijadikan sampel yaitu pada luasan 1m x 1m, kemudian pada luasan 5m x 5m, dan pada luasan 10m x 10m.

Analisis dalam penelitian ini menggunakan skema sederhana yaitu analisis korelasi untuk setiap aspek pengamatan penelitian terhadap nilai kadar air. Selain itu, dilakukan uji regresi linier berganda pada lokasi yang berdekatan. Pengujian penginderaan jauh dilakukan dengan cara mengkorelasikan kadar air eksisting dengan hasil kadar air berdasarkan pengolahan citra.

Tahap pengolahan peta kadar air tanah dibangun dari dua transformasi citra penginderaan jauh yaitu *Land Surface Temperature* (LST) dan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Kedua transformasi tersebut memerlukan saluran thermal, saluran merah dan saluran inframerah dekat dalam penyusunan algoritmanya. Pada setiap citra penginderaan jauh, letak masing – masing saluran dapat berada pada *band – band* yang berbeda. Penyesuaian pemilihan *band* harus

dilakukan untuk menghindari kesalahan pengolahan.

Citra penginderaan jauh yang digunakan dalam penelitian ini adalah Landsat 8. Pada Landsat 8, saluran thermal terletak pada *band* 10 dan 11 sedangkan saluran merah terletak pada *band* 4 dan saluran inframerah dekat pada *band* 5. Tahap pertama untuk memulai proses pengolahan adalah melakukan konversi nilai *Digital Number* (DN) dari saluran thermal, saluran merah dan saluran inframerah dekat menjadi nilai *Top of Atmospheric (TOA) spectral radiance* menggunakan *radiance rescaling factor* yang terdapat pada metadata Landsat 8. Konversi ini bertujuan untuk menghilangkan pengaruh atmosfer terhadap suhu absolut karena objek yang diidentifikasi berada di permukaan bumi sedangkan sensor satelit berada di luar angkasa.

Proses selanjutnya adalah pengecekan kondisi geometri citra penginderaan jauh. Berdasarkan pembacaan metadata citra yang digunakan, diketahui citra yang digunakan telah terproyeksi *Universal Transverse Mercator* (UTM) dengan datum dan ellipsoid WGS 84 dan zona 49S. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa citra yang digunakan telah memiliki koordinat referensi di muka bumi sehingga koreksi geometrik tingkat lanjut tidak perlu dilakukan.

Pengolahan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) adalah kombinasi teknik penisbahan dengan teknik pengurangan dan penambahan citra indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan vegetasi. Indeks ini merupakan kombinasi matematis antara band merah dan band inframerah dekat (*Near Infrared*). Kedua band digunakan sebagai gambaran tingkat kehijauan vegetasi karena pada band merah terjadi penyerapan pancaran sinar matahari pada spektrum cahaya tampak secara maksimal oleh vegetasi sedangkan pada band

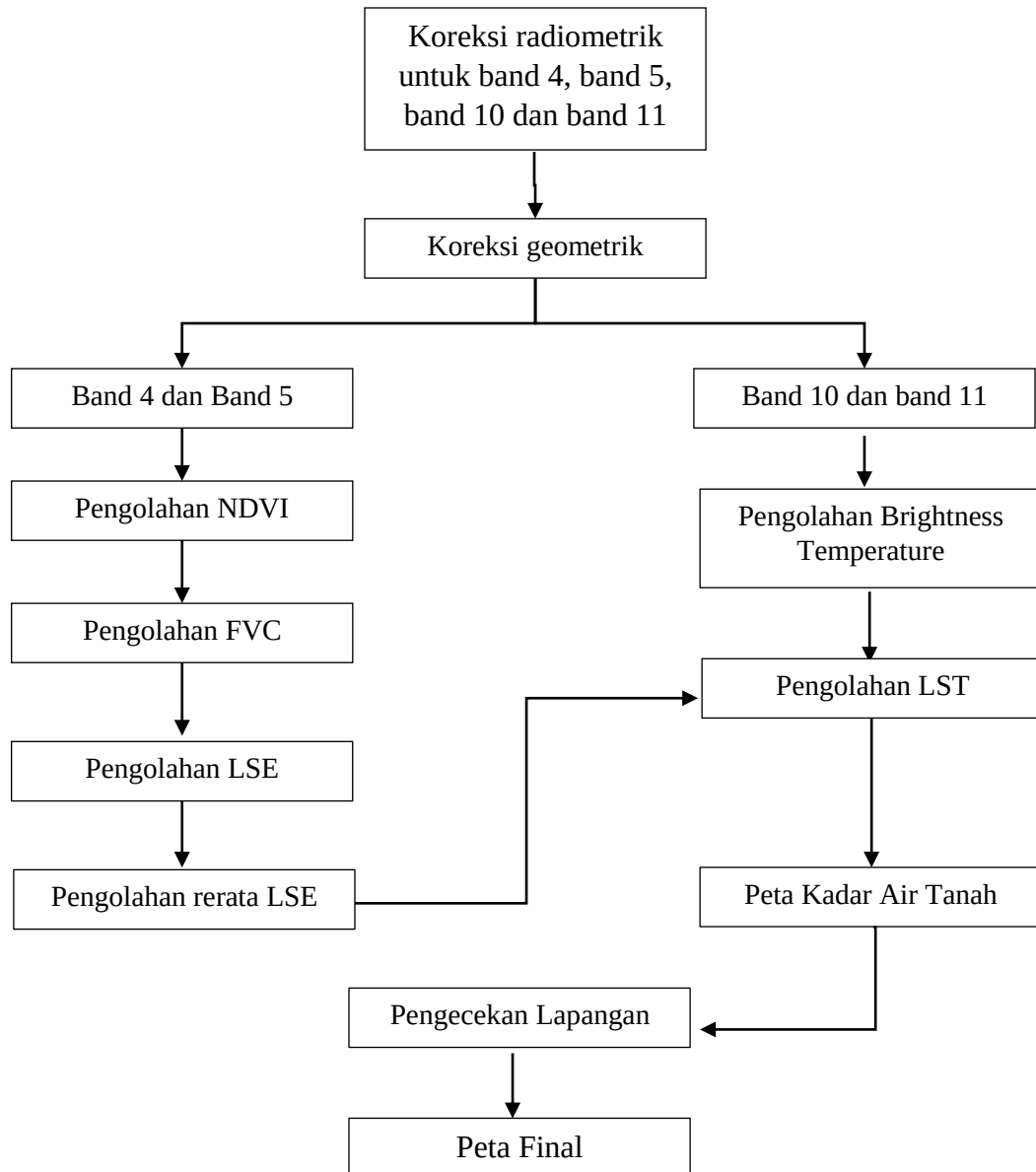
inframerah dekat terjadi pantulan maksimal oleh vegetasi. NDVI mempunyai rentang nilai -1 hingga +1. Nilai yang mendekati -1 menandakan ketiadaan vegetasi (lahan terbuka) sementara itu nilai yang mendekati +1 mengindikasikan vegetasi dengan kerapatan tinggi. Kisaran umum untuk hasil pengolahan NDVI adalah 0,2 hingga 0,8.

Pengolahan *Fractional Vegetation Cover* (FVC) adalah gabungan dari teknik penisbahan dan pengurangan citra. FVC dilakukan setelah NDVI selesai diproses sebab transformasi citra ini membutuhkan informasi mengenai nilai NDVI yang mengindikasikan tanah ($NDVI_{soil}$) dan nilai NDVI yang mengindikasikan vegetasi yang rapat ($NDVI_{veg}$). FVC dapat menginformasikan estimasi besaran fraksi dari suatu area yang tertutup vegetasi. Berikut ini formula FVC dan hasil pengolahannya.

Pengolahan *Land Surface Emissivity* (LSE) berfungsi untuk mengukur karakteristik yang melekat pada permukaan bumi dan mengukur kemampuannya untuk mengubah energi thermal menjadi energi radiasi. Estimasi nilai LSE membutuhkan informasi dari nilai FVC, emisivitas tanah dan emisivitas vegetasi dari setiap *band* thermal yang ada pada citra yang digunakan. Nilai FVC didapat dari perhitungan sebelumnya, sementara itu nilai emisivitas tanah dan emisivitas vegetasi didapatkan dari Rajeshwari dan Mani (2014) yang menyatakan bahwa untuk emisivitas tanah dan vegetasi *band* 10. Landsat 8 adalah sebesar 0,971 dan 0,987 sedangkan emisivitas tanah dan vegetasi *band* 11 Landsat 8 adalah sebesar 0,977 dan 0,989. Berikut ini hasil formula LSE dan hasil pengolahannya.

Setelah LSE diketahui, maka selanjutnya adalah mencari nilai rerata dari kedua *band* yang diolah. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut: Nilai dari rerata LSE digunakan dalam rumus *Land Surface Temperature* sebagai input emisivitas objek. Hal ini akan dijabarkan

pada pengolahan *Land Surface Temperature*.



Gambar 1. Kerangka Operasional Penelitian

Brightness temperature atau kecerahan suhu merupakan hasil penisbahan konstanta kalibrasi yang ada pada setiap band thermal. Konstanta kalibrasi pada setiap band thermal terdapat dua macam yakni konstanta 1 dan konstanta 2. Nilai keduanya dapat dilihat dari metadata citra yang digunakan. Operasi penisbahan *brightness temperature* juga melalui perhitungan antilog.

Pengolahan *Land Surface Temperature* (LST) merupakan hasil dari perkalian emisivitas objek dan suhu radiasi objek. Emisivitas objek diperoleh dari persamaan dan suhu radiasi objek didapatkan dari persamaan.

Land Surface Temperature (LST) dapat didefinisikan sebagai rerata suhu dari permukaan tanah yang dihitung dari sensor penginderaan jauh. LST dihitung menggunakan inframerah thermal (*thermal infrared*) yang merupakan spektrum panjang gelombang tidak tampak (*non-visible*) dan berkisar antara 8 μm hingga 15 μm . Spektrum panjang gelombang tersebut dianggap mampu melihat kondisi radiasi panas yang ditimbulkan oleh objek di permukaan bumi.

Nilai LST hasil pengolahan pada rumus diatas harus dikonversi terlebih dahulu ke dalam satuan derajat Celsius. Hal ini dilakukan karena suhu Celsius memiliki rentang yang lebih baik untuk kejelasan dalam interpretasi citra.

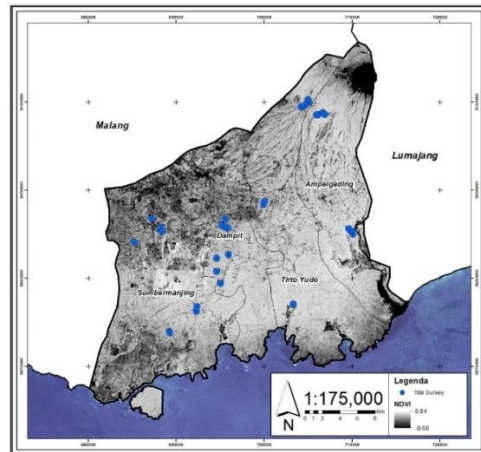
Kerangka operasional yang dilakukan pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

NDVI (*Normalized Different Vegetation Index*)

Pada daerah penelitian, diketahui rentang NDVI berkisar antara -0,66 hingga 0,84. Hal ini menandakan area pada daerah penelitian memiliki ragam vegetasi yang cukup tinggi mulai dari area non vegetasi hingga area vegetasi

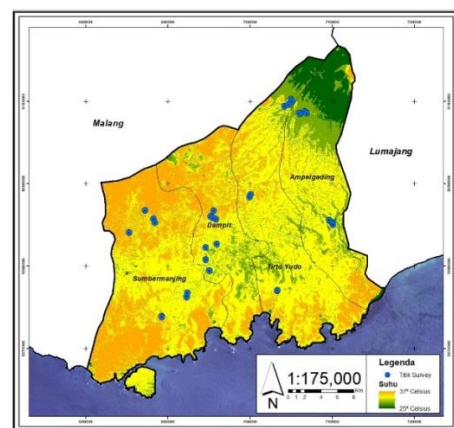
rimbun. Area dengan nilai NDVI yang rendah terdapat di sebelah utara Kecamatan Sumbermanjing dan Dampit sementara itu area dengan vegetasi yang cukup baik terdapat hampir di seluruh wilayah penelitian mulai dari kaki Gunung Semeru hingga tepi pantai. Agar lebih jelas mengenai gambaran NDVI pada wilayah penelitian dapat melihat pada gambar Gambar 2.



Gambar 2. Peta NDVI wilayah penelitian

LST (*Land Surface Temperature*)

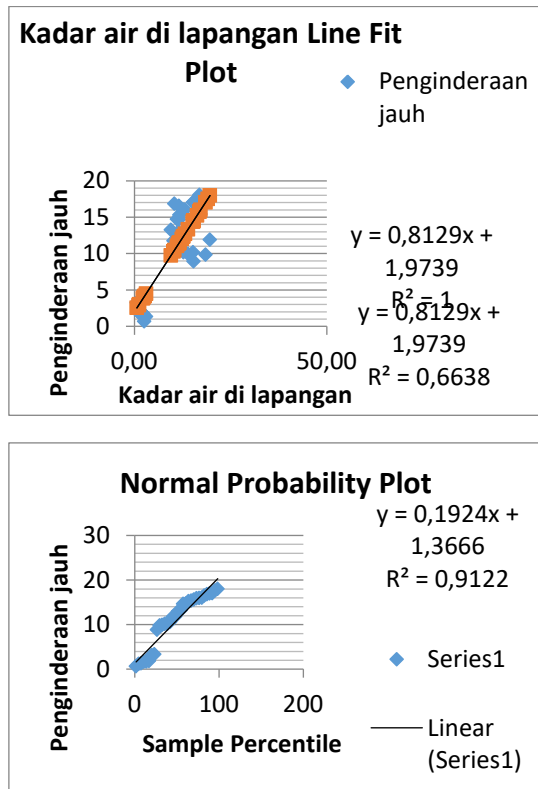
Pada daerah penelitian, diketahui suhu berada pada rentang 25° C hingga 37° C. Secara spasial, suhu menghangat pada daerah pinggir dan suhu menjadi lebih dingin pada dataran kaki Gunung Semeru di sebelah utara. Suhu yang lebih hangat juga mendominasi bagian utara dari Sumbermanjing dan Dampit. Sementara pada bagian tengah dari daerah penelitian berada pada suhu menengah. Gambar 3 merupakan persebaran LST di wilayah penelitian.



Gambar 3. Peta LST di Lokasi Penelitian

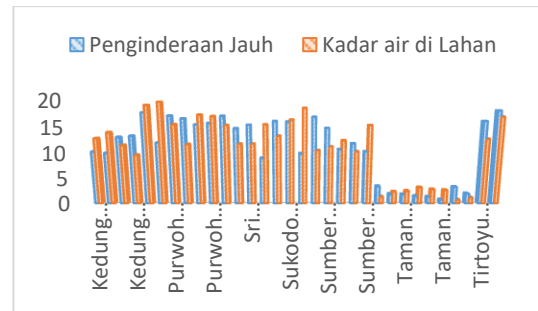
Kadar Air di lahan Tanaman Kopi dan Kadar Air Penginderaan Jauh

Berikut adalah data hubungan kadar air di lahan tanaman kopi di lapangan dan berdasarkan penginderaan jauh



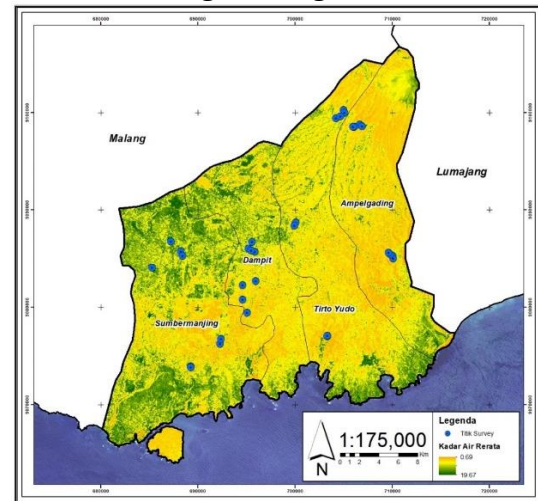
Gambar 4. Uji normalitas data

Merujuk pada Gambar 4. Data dengan P-P Plot Normal pada variabel menyatakan berdistribusi normal atau mendekati normal, ditunjukkan dengan nilai 0,9122. Titik-titik pada gambar distribusi tampak menyebar atau mendekati di sekitar garis diagonal dan distribusi titik-titik data adalah satu arah sepanjang garis diagonal. Prediksi kadar air tanah melalui penginderaan jauh memiliki nilai korelasi $r = 0,81^*$ dan $R^2 = 0,6638$ dengan hasil pengukuran kadar air tanah di lapangan. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kadar air tanah yang diukur di lapangan dengan kadar air tanah dari hasil pendugaan kadar air tanah.



Gambar 5. Perbandingan kadar air dengan Penginderaan Jauh dan validasi di lahan

Berdasarkan Gambar 5 dan 6, dapat dilihat bahwa daerah dengan kadar air terkecil berada di daerah Taman Ksatriyan dan Taman Sari dikarenakan berada di lereng Gunung Semeru.



Gambar 6. Peta Kadar Air Tanah

KESIMPULAN

Kandungan air tanah di lokasi penelitian dapat diperkirakan dengan penginderaan jauh. Hal ini terlihat dari kuatnya korelasi antara hasil penginderaan jauh dengan kadar air di lahan tanaman kopi. Nilai korelasi antara kadar air dan hasil prediksi memiliki korelasi sebesar 0,814, dengan nilai regresi 0,663 dan nilai probabilitas 0,9122.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, E., Hamzah, H., Albayudi, A., & Bima, B. (2019). Indeks Kelembaban Taman Nasional Bukit Tiga Puluh Menggunakan

- Citra Satelit Landsat 8. <https://repository.unja.ac.id/id/eprint/13303>
- Chemura, A. (2014). The growth response of coffee (*Coffea arabica* L) plants to organic manure, inorganic fertilizers and integrated soil fertility management under different irrigation water supply levels. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 3 (2), 59. <https://doi.org/10.1007/s40093-014-0059-x>
- Christianto, Y. B., Prasetyo, S. Y. J., & Hartomo, K. D. (2019). Analisis Data Citra Landsat 8 OLI Sebagai Indeks Prediksi Kekeringan Menggunakan Machine Learning di Wilayah Kabupaten Boyolali dan Purworejo. *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 2(2), 25-36. <https://ejournal.uksw.edu/icm/article/view/2954>
- Evrili, N. (2020). *Ta: Analisis Tingkat Produktivitas dan Kesehatan Kelapa Sawit Menggunakan Data Foto Udara Multispektral dan Lidar (Studi Kasus: Kecamatan Batin XXIV, Provinsi Jambi)* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Bandung). <http://eprints.itenas.ac.id/id/eprint/1362>.
- Fadilah, S. R. (2018). Ekstraksi Data Kedalaman Menggunakan Data Citra Landsat-8. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Geodesi*, 1(1). <https://jom.unpak.ac.id/index.php/teknikgeodesi/article/view/1109>
- Febrianti, N., Murtalaksono, K., & Barus, B. (2019). Analisis Model Estimasi Tinggi Muka Air Tanah Menggunakan Indeks Kekeringan. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 15(1). <http://dx.doi.org/10.30536/j.pjpdcd.2018.v15.a2867>
- Hadiwijaya, Y., Kusumiyati, K., & Munawar, A. A. (2020). Penerapan Teknologi Visible-Near Infrared Spectroscopy untuk Prediksi Cepat dan Simultan Kadar Air Buah Melon (*Cucumis melo* L.) Golden. *Agroteknika*, 3(2), 67-74. <https://doi.org/10.32530/agroteknika.v3i2.83>.
- Ihsan, F., Anwari, A., & Iswahyudi, A. (2021, October). Distribusi Temporal Kelembaban dan Suhu Tanah di Desa Blumbungan Menggunakan Sistem Informasi Geografis dan Arduino. In *Seminar Nasional Humaniora dan Aplikasi Teknologi Informasi (SEHATI)* (Vol. 7, No. 1, pp. 11-19). <http://www.prosiding.uim.ac.id/index.php/sehati/article/view/3>
- Jaya, I. N. S., & Etyarsah, S. (2021). *Analisis Citra Digital Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam* (Vol. 1). PT Penerbit IPB Press. INS Jaya, **S Etyarsah - 2021** - books.google.com
- Lailia, N., Arafaha, F., Jaelania, L. M., Subehie, L., Pamungkas, A., Koenhardonoc, E. S., Sulisetyono, A., (2015). Development of Water Quality Parameter Retrieval Algorithms for Estimating Total Suspended Solids and Chlorophyll-a Concentration using Landsat-8 Imagery at Poteran Island Water ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-2/W2, Joint

- International Geoinformation. Kuala Lumpur. Malaysia. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/2852>
- Malakar, N. K., Hulley, G. C., Hook, S. J., Laraby, K., Cook, M., & Schott, J. R. (2018). An operational land surface temperature product for Landsat *thermal* data: Methodology and validation. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 56(10), 5717-5735. **DOI:** 10.1109/TGRS.2018.2824828
- Mulyani, A. S. (2021). Antisipasi Terjadinya Pemanasan Global Dengan Deteksi Dini Suhu Permukaan Air Menggunakan Data Satelit. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan-CENTECH*, 2(1), 22-29. <https://doi.org/10.33541/cen.v2i1.2807>
- Que, V. K. S., Prasetyo, S. Y. J., & Fibriani, C. (2019). Analisis Perbedaan Indeks Vegetasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Normalized Burn Ratio (NBR) Kabupaten Pelalawan Menggunakan Citra Satelit Landsat 8. *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 2(1), 1-7. <https://ejournal.uksw.edu/icm/article/view/2534>
- Rajeshwari, A. and Mani, N.D. (2014) Estimation of Land Surface Temperature of Dindigul District Using Landsat 8 Data. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3, 2319-1163. <https://doi.org/10.15623/ijret>
- Rumondor, B. M., Wenas, D. R., & Rondonuwu, A. T. (2021). Analisis Temporal Distribusi Temperatur Permukaan Manifestasi Panas Bumi Menggunakan Citra Landsat 8 untuk Mengetahui Arah Lateral Panas di Sekitar Gunung Tampusu. *Jurnal FisTa: Fisika dan Terapannya*, 2(1), 14-20. <https://www.eurekaunima.com/index.php/fista/article/view/100>
- Sagita, A. R., Margaliu, A. S. C., Rizal, F., & Mazzaluna, H. P. (2022). Analisis Korelasi Suhu Permukaan, NDVI, Elevasi dan Pola Perubahan Suhu Daerah Panas Bumi Rendingan-Ulubelu-Waypanas, Tanggamus Menggunakan Citra Landsat 8 OLI/TIRS. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 3(1), 43-51. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i1.72>
- Situngkir, D., & Marbun, P. (2018). Pendugaan Tingkat Bahaya Erosi pada Hutan dan Lahan Kopi Arabika (*Coffea arabica*) di Kecamatan Sibolangit. *Jurnal Pertanian Tropik*, 5(1), 30-35. <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/11349>
- Song, K., Li, L., Wang, Z., Liu, D., Zhang, B., Xu, J., Du, J., Li, L., Li, S. (2012). Retrieval of Total Suspended Matter and Chlorophyll-A Concentration from Remote-Sensing Data for Drinking Water Resources, Environmental Monitoring and Assessment, Mrch, Vol. 184, issue 3, 1449 -1470. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2053-3>
- Suprpto, H. (2021). Integrasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi untuk Lokasi Industri Pabrik Semen. *Jurnal Swarnabhumi: Jurnal Geografi dan Pembelajaran Geografi*, 6(2), 143-156. <http://dx.doi.org/10.31851/swarnabhumi.v6i2.5643>
- Utami, D. N. A. (2020). TA: Analisis Korelasi Suhu Permukaan

- Tanah Berbasiskan Citra Landsat 8 Tirs dengan Data Terrain Srtm di Kota Bandung Tahun 2015 dan 2019* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Bandung). <http://eprints.itenas.ac.id/id/eprint/1354>
- Wood, A. J. (2005). Eco-physiological adaptations to limited water environments. Dalam: Jenks MA, Hasegawa PM (ed) *Plant Abiotic Stress*. Blackwell Publishing Ltd, India. p. 1-13. <https://doi.org/10.1002/9780470988503.ch1>
- Zauhairah, S. F., Barus, B., Wahjunie, E. D., Tjahjono, B., & Murtadho, A. (2022). Penentuan Pemetaan Kadar Air Tanah Optimal pada Lahan Perkebunan Kelapa Sawit (Studi Kasus: Kebun Cikasungka, Pt Perkebunan Nusantara VIII, Cimulang, Bogor). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 447-456. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.26>