

Estimasi Evapotranspirasi Potensial Kabupaten Tabanan Berdasarkan Suhu Permukaan Daratan Menggunakan Citra Landsat 8

Estimation of Potential Evapotranspiration in Tabanan Regency Based on Land Surface Temperature Using Landsat 8 Imagery

Ni Nyoman Sulastris*, Taruli Lasmaria Simanjuntak, I Made Anom Sutrisna Wijaya
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*Email: sulastris@unud.ac.id

Abstrak

Evapotranspirasi Potensial (ETp) merupakan parameter iklim yang berguna untuk memperkirakan kebutuhan air tanaman sesuai kondisi cuaca setempat. Penentuan ETp di kabupaten Tabanan dilakukan mengingat Kabupaten Tabanan merupakan daerah yang memiliki luas lahan sawah terluas di Pulau Bali. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menentukan *Land Surface Temperature* (LST) yang berada di Kabupaten Tabanan, Bali dan untuk mengestimasi nilai evapotranspirasi potensial estimasi evapotranspirasi potensial berdasarkan LST yang berada di Kabupaten Tabanan, Bali. Penentuan LST dan ETp dilakukan dengan menggunakan *Google Earth Engine* (GEE) dan perangkat lunak QGIS 3.28.11. ETp ditentukan dengan menggunakan metode Blaney Criddle. Data Citra Satelit yang digunakan adalah Citra Landsat 8 dari tahun 2018 – 2022 pada Bulan Mei – Oktober dengan penutupan awan kurang dari 20%. Sebaran LST bulan Mei - Oktober tahun 2018 sebaran untuk daerah bagian utara Kabupaten Tabanan yang meliputi Kecamatan Baturiti, sebagian Kecamatan Penebel dan sebagian Kecamatan Pupuan memiliki kisaran suhu 10°C-30°. Untuk daerah selatan Kabupaten Tabanan yang meliputi Kecamatan Kediri, Kecamatan Tabanan, Kecamatan Kerambitan, Kecamatan Selemadeg Timur, Kecamatan Selemadeg, dan Kecamatan Selemadeg Barat memiliki kisaran suhu 25°C-45°C. Peta distribusi spasial ETp pada bulan Mei-Oktober tahun 2018-2022 di Kabupaten Tabanan menunjukkan pola sebaran yang menyerupai pola sebaran LST. Daerah Pesisir Tenggara mempunyai ETp berkisar 5 mm/hari sampai lebih dari 6 mm/hari. Sedangkan pada daerah bagian utara Kabupaten Tabanan memiliki nilai ETp berkisar 4 mm/hari kurang dari 5 mm/hari. Dapat disimpulkan bahwa makin tinggi LST nilai ETp makin tinggi. Nilai rata-rata LST dan ETP adalah 29,7 °C dan 5,32 mm/hari.

Kata Kunci: Evapotranspirasi Potensial, *Land Surface Temperature*, Landsat 8

Abstract

Potential Evapotranspiration (ETp) is an important climatic parameter for estimating crop water requirements under local weather conditions. Determining ETp in Tabanan Regency was conducted considering that Tabanan Regency has the largest area of paddy fields on the island of Bali. The purpose of this study was to determine the Land Surface Temperature (LST) in Tabanan Regency, Bali, and to estimate the potential evapotranspiration value based on LST in Tabanan Regency, Bali. LST and ETp determination was performed using Google Earth Engine (GEE) and QGIS 3.28.11 software. ETp was determined using the Blaney Criddle method. The satellite imagery data used was Landsat 8 imagery from 2018 – 2022 for the months of May – October with cloud cover less than 20%. The LST distribution from May to October 2018 for the northern part of Tabanan Regency, which includes Baturiti District, parts of Penebel District, and parts of Pupuan District, had a temperature range of 10°C-30°C. For the southern part of Tabanan Regency, which includes Kediri District, Tabanan District, Kerambitan District, East Selemadeg District, Selemadeg District, and West Selemadeg District, the temperature range was 25°C-45°C. The spatial distribution map of ETp from May to October 2018-2022 in Tabanan Regency indicated a distribution pattern similar to the LST distribution pattern. ETp was ranging from 5 mm/day to more than 6 mm/day for the Southeastern coastal area. Meanwhile, the northern part was ranging from to 4 mm/day to less than 5 mm/day. It can be concluded that the higher the LST, the higher the ETp value. The average LST and ETP values were 29,7 °C and 5,32 mm/day, respectively.

Keywords: Potential Evapotranspiration, *Land Surface Temperature*, Landsat 8.

PENDAHULUAN

Evapotranspirasi adalah proses penguapan dari air yang terdapat pada permukaan tanah dan permukaan tumbuhan dengan dibantu oleh matahari. Evapotranspirasi sangat berpengaruh terhadap petani dalam menentukan jadwal irigasi pertanian dengan estimasi jumlah air yang diperlukan untuk menanam dan peningkatan hasil panen (Nuryanto & Rizal, 2013). Evapotranspirasi Potential (ETp) merupakan parameter iklim yang berguna untuk memperkirakan kebutuhan air tanaman sesuai kondisi cuaca setempat. ETp menggambarkan laju penguapan air dari permukaan tanah bervegetasi kombinasi proses evaporasi dan transpirasi (Arif et al., 2020). Faktor yang paling berpengaruh terhadap laju evapotranspirasi adalah suhu. Suhu merupakan faktor fisika lingkungan yang pertama berubah ketika terjadinya perubahan iklim yang diakibatkan oleh gas rumah kaca. *Land Surface Temperature* (LST) adalah suhu permukaan lahan atau tanah adalah metode untuk mengetahui dan memetakan suhu permukaan lahan menggunakan data satelit.

Perubahan suhu permukaan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor kegiatan manusia antara lain meningkatnya populasi, pembangunan gedung, dan penggunaan lahan dalam pertanian maupun industri (Hilmy et al., 2021). Untuk melakukan perhitungan LST dapat menggunakan citra satelit landsat 8 yang memiliki saluran termal yakni pada *band* 10 dan *band* 11 yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi perubahan suhu permukaan tanah atau LST (Fadlin et al., 2020). Landsat 8 yang memiliki dua sensor yaitu sensor OLI dan TIRS. Karakteristik Landsat 8 mirip dengan Landsat 7 ditinjau dari resolusi (spasial, temporal dan spektral), metode koreksi, ketinggian terbang maupun karakteristik sensor yang dibawa. Kabupaten Tabanan dikenal dengan identitasnya sebagai lumbung padi karena hasil pertanian berupa padi dan beras menjadi komoditas unggulan di Kabupaten Tabanan serta memiliki luas lahan sawah terluas di Provinsi Bali, Kabupaten Tabanan menempati peringkat pertama dalam produksi padi dan beras dibandingkan kabupaten lain di Provinsi Bali, menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Bali tahun 2021 (Amboro et al., 2022; Bratayadnya, 2023). Tujuan penelitian ini adalah menentukan suhu permukaan daratan (LST) dan menentukan hasil estimasi evapotranspirasi potensial berdasarkan LST yang berada di Kabupaten Tabanan, Bali.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Sumber Daya Alam (PSDA) dan Laboratorium Sistem Manajemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Desember 2023 hingga Mei 2024.

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan selama proses penelitian ini dibagi menjadi dua kategori yakni, perangkat lunak dan perangkat keras. Perangkat lunak yang digunakan yakni: *Google Earth Engine*, *Google Spreadsheet*, *Google Drive*, QGIS versi 3.28.11. Perangkat keras yang digunakan yakni: Laptop ASUS spesifikasi AMD Ryzen 5 dengan RAM 16 GB. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Citra Landsat-8 OLI (Band 4 dan Band 5) *Surface Reflectance*, Citra Landsat 8 TIRS (Band 10) *Surface Reflectance*, Peta batas Administrasi Kabupaten Tabanan, Produk Suhu Permukaan Bumi (Power NASA) dan Produk LST citra MODIS.

Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian diilustrasikan dalam diagram alir. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian estimasi ETp menggunakan citra Landsat 8

Pengolahan Data

Pada penelitian ini terdapat 4 tahapan pengolahan data. Pengolahan data pertama adalah pengolahan LST citra Landsat 8 dengan langkah sebagai berikut: Mengimport citra satelit Landsat 8 pada katalog

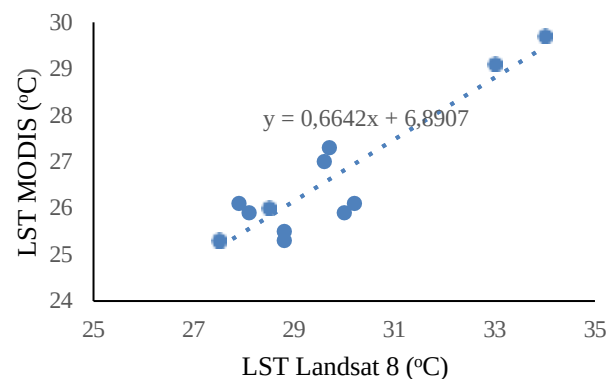
dataset GEE dari bulan Mei-Oktober tahun 2018-2022, Mengunduh dan mengimport peta Administrasi Kabupaten Tabanan dari sumber Badan Informasi Geospasial (BIG) dalam bentuk peta spasial, Filter citra untuk wilayah Kabupaten Tabanan, Filter rentang waktu untuk membatasi waktu yang akan dianalisis, *Cloud Masking and Shadows*, Menghitung nilai NDVI dengan memanfaatkan band 4 dan band 5 citra Landsat 8 (Carlson & Ripley, 1997; Urfiyah, 2019), Menghitung nilai *Proportion Of Vegetasi* (PV), Menghitung Emisivitas (Guha et al., 2018; Maulana & Bioresita, 2023; Urfiyah, 2019), dan Menghitung LST menggunakan nilai emisivitas dan *brightness temperature* band 10 (Sholihah & Shibata, 2019; Stathopoulou & Cartalis, 2007; Urfiyah, 2019). Pengolahan data kedua adalah pengolahan data produk LST citra MODIS dengan langkah sebagai berikut: Mengimport produk LST citra MODIS pada katalog dataset GEE, Mengunduh dan mengimport peta Administrasi Kabupaten Tabanan, Filter citra untuk wilayah Kabupaten Tabanan, dan Filter rentang waktu untuk membatasi waktu yang akan dianalisis. Pengolahan data ketiga adalah melakukan validasi LST citra Landsat 8 dengan data produk LST citra MODIS dan Suhu Permukaan Bumi dari Power NASA. Pengolahan data ke empat adalah Penentuan nilai ETp.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Validasi LST citra Landsat 8

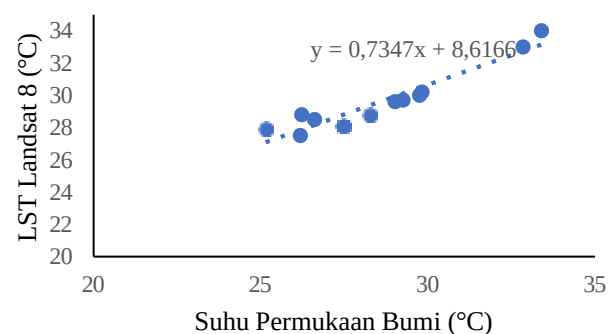
Validasi LST citra Landsat 8 dengan produk LST citra MODIS dan Suhu Udara di Kabupaten Tabanan. Produk LST citra MODIS digunakan untuk menentukan LST suatu daerah. Produk LST citra MODIS mempunyai korelasi sangat kuat dengan suhu permukaan bumi dengan bias suhu berkisar antara $0,9^{\circ}\text{C}$ – $3,9^{\circ}\text{C}$ serta memiliki akurasi berkisar antara 59% - 93%. Selain itu, data produk MODIS digunakan untuk memvalidasi LST Landsat dengan korelasi positif kuat (Do Nascimento et al., 2022; Georgiou & Varnava, 2019; Guha et al., 2018; Wei et al., 2021).

Nilai koefisien Korelasi Pearson LST Landsat 8 dengan LST produk MODIS dari bulan Mei-Oktober tahun 2018-2022 di Kabupaten Tabanan adalah $r = 0,91$ ($p < 0,01$). Persamaan korelasi positif tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

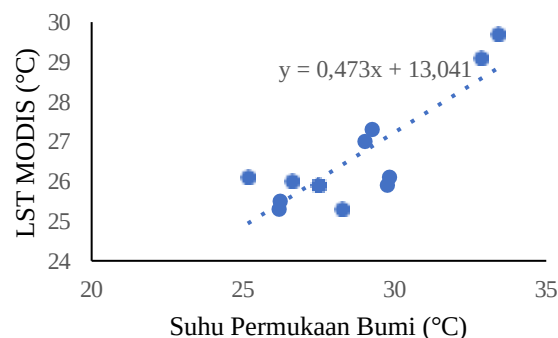


Gambar 2. Korelasi LST citra Landsat 8 dengan produk LST citra MODIS pada bulan Mei-Oktober 2018-2022

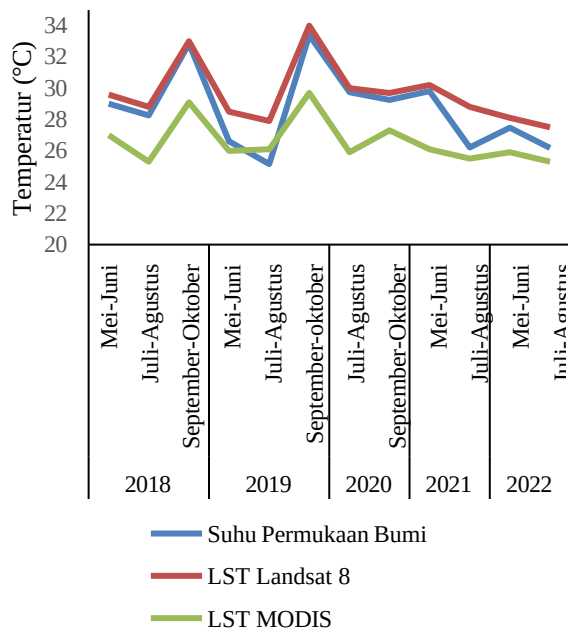
LST citra Landsat 8 di Kabupaten Tabanan mempunyai bias 1°C dengan Suhu permukaan bumi $29,7^{\circ}\text{C}$. LST Landsat 8 mempunyai rata – rata $29,7^{\circ}\text{C}$ sedangkan suhu permukaan bumi rata-rata adalah $28,7^{\circ}\text{C}$. Hasil nilai koefisien Korelasi Pearson LST Landsat 8 dengan suhu permukaan bumi rata-rata adalah $r = 0,96$ ($p < 0,01$) dan MAPE 3,5%. Nilai MAPE kurang dari 10% menunjukkan akurasi perkiraan yang tinggi (Montaño Moreno et al., 2013). Persamaan korelasi positif tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Korelasi LST citra Landsat 8 dengan Suhu Permukaan Bumi pada Mei-Oktober 2018-2022



Gambar 4. Korelasi LST citra MODIS dengan Suhu Permukaan Bumi pada bulan Mei-Oktober 2018-2022



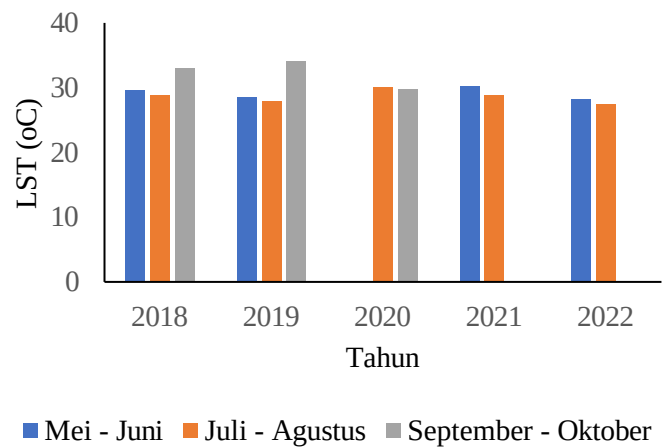
Gambar 5. Legenda LST citra Landsat 8, produk LST citra MODIS, dan Suhu Permukaan Bumi pada bulan Mei-Oktober 2018-2022

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa suhu permukaan daratan dari data Power NASA untuk Suhu Permukaan Bumi, LST citra Landsat 8 dan LST MODIS. Secara umum, data LST menunjukkan persamaan pola perbulan yang hampir sama. Dapat dilihat di bulan Juli-Agustus 2019 memiliki penurunan suhu yang ekstrim pada ketiga data tersebut. Berdasarkan Gambar 5 secara umum pola perubahan LST dari tahun ke tahun mempunyai persamaan, namun dibeberapa titik terdapat rentang nilai LST antara 1,9°C-2,7°C. Hal ini disebabkan oleh analisis LST menggunakan citra satelit memiliki beberapa kelemahan salah satunya adalah terdapatnya tutupan awan yang dapat mengganggu dan mengurangi tingkat keakuratan hasil perhitungan LST (Fitriani et al., 2023).

LST Citra Landsat 8 bulan Mei-Oktober tahun 2018-2022 di Kabupaten Tabanan

Pengolahan data LST citra Landsat 8 pada bulan Mei-Oktober dari tahun 2018 sampai 2022. Jumlah pengambilan data di setiap periode waktu tidak dapat dilakukan secara merata, karena faktor penutupan awan. Data satelit yang dipakai memakai kriteria penutupan awan dibawah 20%. Untuk data satelit dengan penutupan awan dibawah 20% dilakukan *Cloud masking* memanfaatkan Band QA_PIXEL pada bit 1 – 4. Dari hasil analisis, LST rata-rata di Kabupaten Tabanan 29,7°C. LST bulan Mei-Oktober dari tahun 2018 – 2022 menunjukkan adanya penurunan LST dari tahun 2020 ke tahun 2021 dan 2022, yaitu sekitar 0,85°C. Hal ini disebabkan adanya La Nina yang merupakan anomali iklim

berpusat di Samudra Pasifik terjadi di sepanjang tahun tersebut yang mempengaruhi pola cuaca secara global. La Nina juga dapat menyebabkan bertambahnya curah hujan di Indonesia (NOAA, 2023).



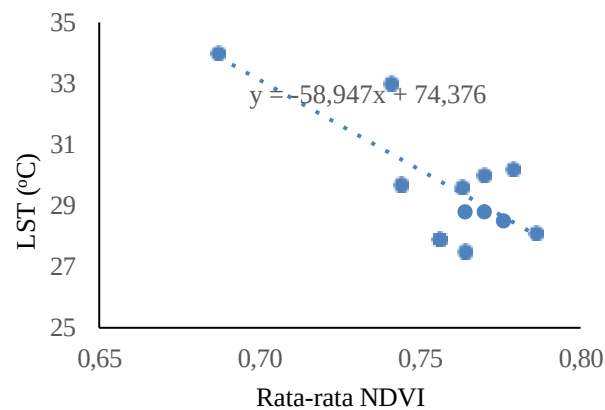
Gambar 6. Rata-rata LST citra Landsat 8 pada bulan Mei-Oktober tahun 2018-2022

Peta LST citra Landsat 8 dari bulan Mei sampai dengan Oktober tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 8 untuk daerah bagian utara Kabupaten Tabanan yang meliputi Kecamatan Baturiti, sebagian Kecamatan Penebel dan sebagian Kecamatan Pupuan memiliki kisaran suhu 8°C-30°. Untuk daerah bagian tengah Kabupaten Tabanan yang meliputi Kecamatan Marga, sebagian Kecamatan Penebel, sebagian Kecamatan Selemadeg dan Kecamatan Selemadeg Timur memiliki kisaran suhu 25°C-35°C. Untuk daerah selatan Kabupaten Tabanan yang meliputi Kecamatan Kediri, Kecamatan Tabanan, Kecamatan Kerambitan, Kecamatan Selemadeg Timur, Kecamatan Selemadeg, dan Kecamatan Selemadeg Barat memiliki kisaran suhu 25°C-45°C. Menurunnya LST di daerah bagian utara disebabkan topografi daerah tersebut sebagian besar adalah pegunungan. Topografi merupakan parameter penting yang mempengaruhi LST, dimana LST mempunyai korelasi negatif terhadap ketinggian tempat (Peng et al., 2020).

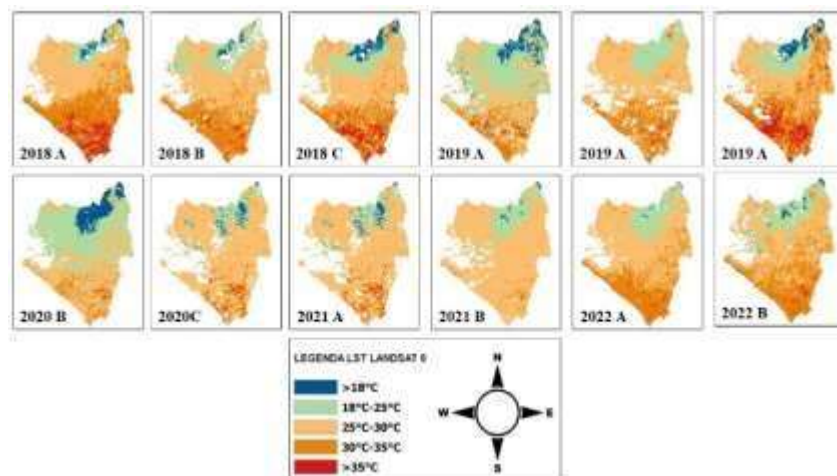
Korelasi Pearson LST dengan NDVI menunjukkan korelasi negatif yang kuat dengan nilai koefisien $r = 0.77$ ($p < 0.01$). Hal ini mengindikasikan pola penggunaan lahan, kepadatan vegetasi serta kesehatan tanaman mempengaruhi besarnya nilai LST (Deng et al., 2018). Pada daerah pesisir tenggara dengan NDVI berkisar antara 0–0,5 mempunyai nilai LST 30°C sampai lebih dari 35°C nilai NDVI tersebut menunjukkan bahwa daerah tersebut merupakan daerah tanpa vegetasi dan vegetasi sedang (Wachid & Tyas, 2022). Pada daerah bagian

utara mempunyai kombinasi NDVI dari -1 – 1 yang menunjukkan bahwa daerah terdapat daerah sungai

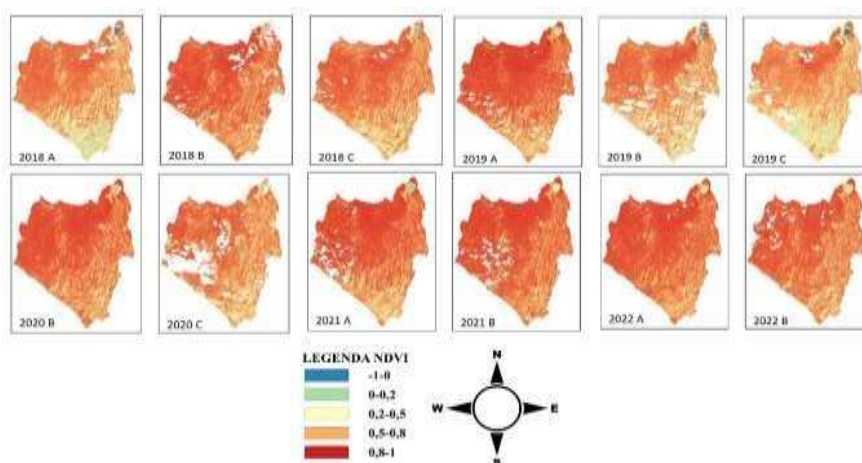
atau danau dan memiliki vegetasi yang tinggi (Wachid & Tyas, 2022).



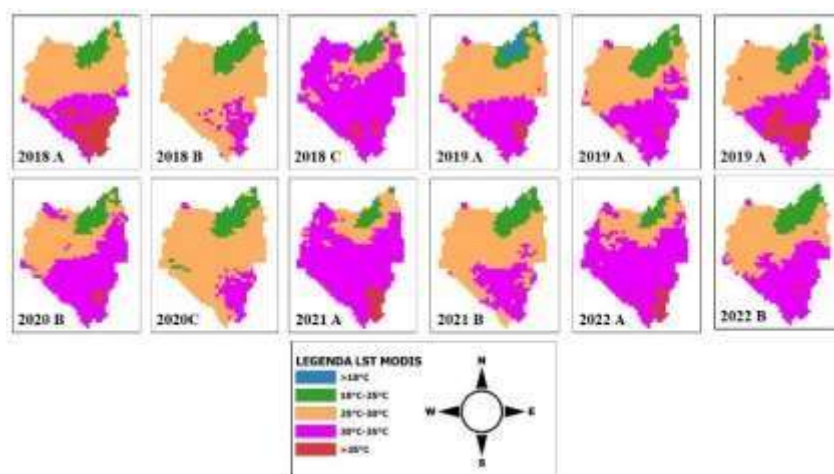
Gambar 7. Grafik korelasi Pearson LST dengan NDVI



Gambar 8. Peta Distribusi Spasial Suhu Permukaan Daratan (LST) citra Landsat 8 di Kabupaten Tabanan Tahun 2018-2022 (°C). A) LST bulan Mei – Juni, B) LST bulan Juli -Agustus, C) LST bulan September – Oktober (Peta tidak untuk diskalakan)



Gambar 9. Peta Distribusi Spasial Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) citra Landsat 8 di Kabupaten Tabanan Tahun 2018-2022. A) LST bulan Mei – Juni, B) LST bulan Juli -Agustus, C) LST bulan September – Oktober (Peta tidak untuk diskalakan)



Gambar 10. Peta Distribusi Spasial Suhu Permukaan Daratan (LST) citra MODIS di Kabupaten Tabanan Tahun 2018-2022 (°C). A) LST bulan Mei – Juni, B) LST bulan Juli -Agustus, C) LST bulan September – Oktober (Peta tidak untuk diskalakan)

Nilai ETp berdasarkan LST citra Landsat 8

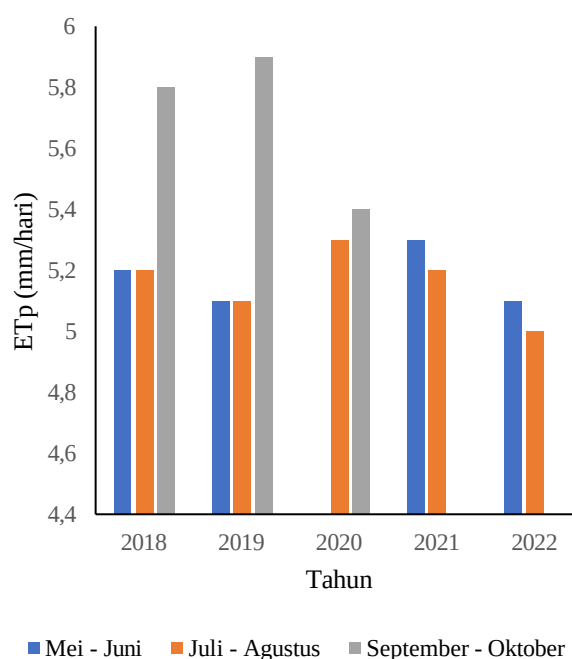
Nilai estimasi ETp rata – rata berdasarkan persamaan Blaney Criddle pada bulan Mei – Agustus tahun 2018-2022 di Kabupaten Tabanan berkisar antara 5,32 mm/hari dengan nilai ETp minimum dan maksimum adalah 3,2 mm/hari dan 6,9 mm/hari. Untuk daerah tropis, khususnya Indonesia, nilai rata – rata ETp dapat berkisar antara 0,87 – 7 mm/hari tergantung dari letak geografis baik secara horizontal maupun vertikal, yang menyebabkan penerimaan radiasi matahari berbeda-beda (Marganingrum & Santoso, 2019).

Pada grafik distribusi temporal ETp mengindikasikan bahwa ETp pada bulan September – Oktober lebih tinggi daripada bulan Mei – Juni dan Juli – Agustus. Selain karena pengaruh pergerakan semu tahunan matahari, Kabupaten Tabanan terletak pada daerah dengan pola hujan muson, dimana perbedaan antara musim hujan dan musim kemarau terlihat dengan jelas. Pada bulan September – Oktober merupakan awal musim hujan, dimana sifat musim hujan zone hujan muson adalah suhu yang lebih tinggi dibandingkan musim kemarau (Marganingrum & Santoso, 2019).

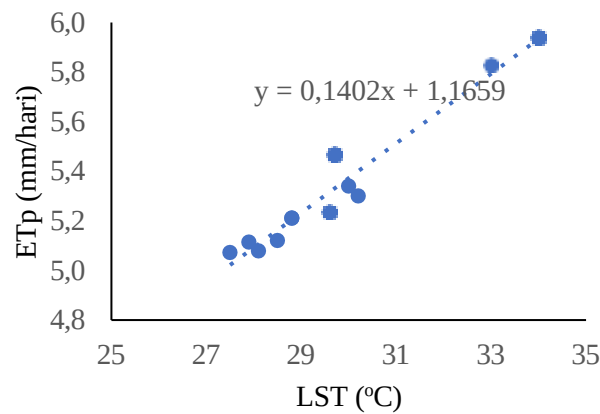
Peta distribusi spasial estimasi ETp pada bulan Mei-Oktober tahun 2018-2022 di Kabupaten Tabanan menunjukkan pola sebaran yang menyerupai pola sebaran LST. Daerah pesisir Tenggara Kabupaten Tabanan (Kecamatan Kediri) yang mempunyai LST berkisar 30°C sampai lebih dari 35°C. Daerah tersebut mempunyai ETp berkisar 5 mm/hari sampai lebih dari 6 mm/hari. Sedangkan pada daerah bagian utara Kabupaten Tabanan (sebagian Kecamatan Baturiti, Kecamatan Penebel, Kecamatan Pupuan) dengan LST yang lebih rendah daripada daerah pesisir Tenggara. Nilai ETp daerah tersebut berkisar

kurang dari 4 mm/hari sampai kurang dari 5 mm/hari. LST adalah salah satu parameter iklim yang merupakan input data dalam penentuan ETp, dimana LST mempengaruhi siklus hidrologi dan proses pertukaran panas (Rocha et al., 2020).

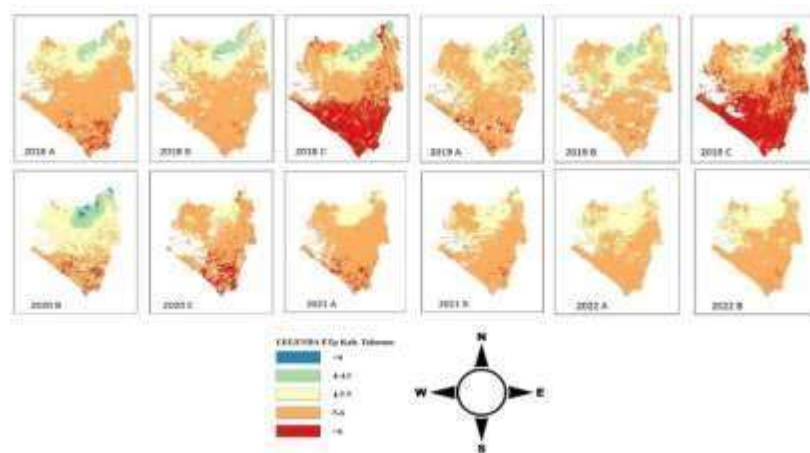
Korelasi Pearson ETp dengan LST menunjukkan ada korelasi positif yang sangat kuat dengan koefisien $r = 0,98$ seperti yang terlihat pada Korelasi positif ETp dengan LST umumnya berlaku pada saat suhu udara kurang atau sama dengan nilai LST. Sedangkan pada daerah-daerah yang mempunyai kekurangan air, umumnya ETp dan LST mempunyai korelasi negatif (Sun et al., 2016).



Gambar 11. Rata-rata ETp pada bulan Mei-Oktober 2018-2022



Gambar 12. Korelasi ETp dengan LST pada bulan Mei-Oktober 2018-2022



Gambar 13. Peta Distribusi Spasial Evapotranspirasi Potensial (ETp) di Kabupaten Tabanan Tahun 2018-2022 (mm/hari). A) ETp bulan Mei – Juni, B) ETp bulan Juli -Agustus, C) ETp bulan September – Oktober (Peta tidak untuk diskalakan)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa LST rata-rata di Kabupaten Tabanan 29,7°C. LST bulan Mei-Oktober dari tahun 2018 – 2022 menunjukkan adanya penurunan LST dari tahun 2020 ke tahun 2021 dan 2022, yaitu sekitar 0,85°C. Dari persebaran spasial LST Tahun 2018 – 2022, bulan September – Oktober menunjukkan perluasan daerah – daerah dengan suhu yang lebih tinggi dibandingkan bulan Mei – Juni dan Juli – Agustus. Nilai estimasi ETp rata – rata berdasarkan persamaan Blaney Criddle pada bulan Mei-Agustus tahun 2018- 2022 di Kabupaten Tabanan berkisar antara 5,32 mm/hari dengan nilai ETp minimum dan maksimum adalah 3,2 mm/hari dan 6,9 mm/hari. Estimasi ETp pada bulan September – Oktober lebih tinggi daripada bulan Mei – Juni dan Juli – Agustus. Peta distribusi spasial ETp pada bulan Mei-Oktober 2018-2022 di Kabupaten Tabanan menunjukkan pola sebaran yang

menyerupai pola sebaran LST. Daerah pesisir Tenggara Kabupaten Tabanan (Kecamatan Kediri) yang mempunyai LST berkisar 30°C sampai 45°C. Daerah tersebut mempunyai ETp berkisar 5 mm/hari sampai lebih dari 6 mm/hari.

Saran

Perlunya penambahan jumlah data citra satelit yang memiliki tutupan awan di bawah 20% dan memiliki resolusi spasial dan temporal yang tinggi dan perlunya penelitian lebih lanjut tentang penentuan Evapotranspirasi Aktual (ETc), yang memperhitungkan koefisien tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Amboro, R. N. T., Saptari, N. P. S. H., & Syanthi, N. P. P. (2022). *Provinsi Bali Dalam Angka 2022* (M. L. Kesuma (ed.)). ©BPS Provinsi Bali/BPS - Statistics of Bali Province.
- Arif, C., Setiawan, B. I., & Sofiyuddin, H. A. (2020). Analisis evapotranspirasi potensial pada berbagai model empiris dan jaringan syaraf

- tiruan dengan data cuaca terbatas. *Jurnal Irigasi*, 15(2), 71–84. <https://doi.org/10.31028/ji.v15.i2.71-84>
- Bratayadnya, P. A. (2023). *Tabana : Lumbung Padi yang Tergerus Perencanaan Photo Book di Yayasan Raws Syndicate*. 3(1), 65–77.
- Carlson, T. N., & Ripley, D. A. (1997). On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sensing of Environment*, 62(3), 241–252. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(97\)00104-1](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(97)00104-1)
- Do Nascimento, A. C. L., Galvani, E., Gobo, J. P. A., & Wollmann, C. A. (2022). Comparison between Air Temperature and Land Surface Temperature for the City of São Paulo, Brazil. *Atmosphere*, 13(3), 1–21. <https://doi.org/10.3390/atmos13030491>
- Fadlin, F., Kurniadin, N., & Prasetya, A. S. (2020). Analisis Indeks Kekritisn Lingkungan Di Kota Makassar Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Oli/Tirs. *Elipsoida : Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 3(01), 55–63. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2020.6232>
- Fitriani, V., Gandri, L., Indriyani, L., Bana, S., & De Ahmaliun, L. (2023). Analisis Hubungan Land Surface Temperature (LST) dan Indeks Kkerapatan Vegetasi (NDVI) DAS Wanggu, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu-Ilmu Kehutanan Vol*, 2023, 7(1), 31–41.
- Georgiou, A. M., & Varnava, S. T. (2019). Evaluation of MODIS-Derived LST Products with Air Temperature Measurements in Cyprus. *Geoplanning*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.14710/geoplanning.6.1.1-12>
- Guha, S., Govil, H., Dey, A., & Gill, N. (2018). Analytical study of land surface temperature with NDVI and NDBI using Landsat 8 OLI and TIRS data in Florence and Naples city, Italy. *European Journal of Remote Sensing*, 51(1), 667–678. <https://doi.org/10.1080/22797254.2018.1474494>
- Hilmy, A., Susandi, A., Damanik, B. M., Widdyusuf, L., Ridwana, R., & Himayah, S. (2021). Analisis Perubahan Land Surface Temperature Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan di Kota Pekanbaru Riau Tahun 2000 dan 2020. *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 6(1), 74–80. <https://doi.org/10.21067/jpig.v6i1.5197>
- Marganingrum, D., & Santoso, H. (2019). Jurnal Presipitasi Evapotranspiration of Indonesian Tropical Area. *Jurnal Presipitasi*, 16(3), 106–116. www.bmkg.go.id
- Maulana, J., & Bioresita, F. (2023). Monitoring of Land Surface Temperature in Surabaya, Indonesia from 2013-2021 Using Landsat-8 Imagery and Google Earth Engine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1127(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1127/1/012027>
- Montaño Moreno, J. J., Palmer Pol, A., Sesé Abad, A., & Cajal Blasco, B. (2013). El índice R-MAPE como medida resistente del ajuste en la prevision. *Psicothema*, 25(4), 500–506. <https://doi.org/10.7334/psicothema2013.23>
- NOAA. (2023). *Monthly Global Report for Annual 2022. National Centers for Environmental Information*. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202213.%0A>
- Nuryanto, D. E., & Rizal, J. (2013). Perbandinan Evapotranspirasi Potensial Antara Hasil Keluaran Model RegCM 4.0 Dengan Perhitungan Data Pengamatan. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 14(2), 75–85. <https://doi.org/10.31172/jmg.v14i2.157>
- Peng, X., Wu, W., Zheng, Y., Sun, J., Hu, T., & Wang, P. (2020). Correlation analysis of land surface temperature and topographic elements in Hangzhou, China. *Scientific Reports*, 10(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67423-6>
- Rocha, N. S., Kafer, P. S., Skokovic, D., Veeck, G., Diaz, L. R., Kaiser, E., Carvalho, C. M., Veettil, B. K., Costa, S. T. L., Cruz, R. C., Roberti, D., & Rolim, S. B. A. (2020). The Evaluation of the Influence of Land Surface Temperature in Energy Balance Estimated by S-Sebi Model. *2020 IEEE Latin American GRSS and ISPRS Remote Sensing Conference, LAGIRS 2020 - Proceedings*, 22–27. <https://doi.org/10.1109/LAGIRS48042.2020.9165570>
- Sholihah, R. I., & Shibata, S. (2019). Retrieving Spatial Variation of Land Surface Temperature Based on Landsat OLI/TIRS: A Case of Southern part of Jember, Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 362(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/362/1/012125>
- Stathopoulou, M., & Cartalis, C. (2007). Daytime urban heat islands from Landsat ETM+ and Corine land cover data: An application to major cities in Greece. *Solar Energy*, 81(3), 358–368. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2006.06.014>
- Sun, Z., Wang, Q., Batkhishig, O., & Ouyang, Z. (2016). Relationship between Evapotranspiration and land surface temperature under energy- and water-limited conditions in dry and cold climates. *Advances in Meteorology*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/1835487>
- Urfiyah, U. (2019). Analisis Hubungan Normalized

Difference Vegetation Index (Ndvi) Dengan Land Surface Temperature (Lst) Di Kota Malang Menggunakan Citra Landsat 8. *Digital Repository Universitas Jember*, 1–49.

Wachid, N., & Tyas, W. P. (2022). Analisis Transformasi NDVI dan kaitannya dengan LST Menggunakan Platform Berbasis Cloud: Google Earth Engine. *Jurnal Planologi*, 19(1), 60. <https://doi.org/10.30659/jpsa.v19i1.20199>

Wei, B., Bao, Y., Yu, S., Yin, S., & Zhang, Y. (2021). Analysis of land surface temperature variation based on MODIS data a case study of the agricultural pastoral ecotone of northern China. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 100, 102342. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102342>