

ANALISIS KORELASI NILAI *NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX* (NDVI) DENGAN SUHU PERMUKAAN TANAH DI KHDTK UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

Correlation Analysis of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Value with Land Surface Temperature at KHDTK of Lambung Mangkurat University

Wilda Hatipah Yasmine, Ahmad Jauhari, dan Rina Muhayah Noor Pitri

Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *This study means to examine the correlation of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) with the land surface temperature at KHDTK of Lambung Mangkurat University using a combination of remote sensing, GIS, and field observations. The results showed that in the KHDTK area, the NDVI values ranged from 0.07 to 0.88. The estimation of land surface temperature based on the validation between the temperature of the image analysis results and the results of field observations ranged from 25.60°C to 31.90°C. The results of the geostatistical correlation analysis obtained the equation $y = 35.5551 - 8.86213x$ with a coefficient of determination (R^2) of 0,3623 and a correlation coefficient (r) of 0.6019. From this equation, it can be interpreted that NDVI and land surface temperature have a negative correlation or are inversely proportional to the level of a strong correlation.*

Keywords: *Remote Sensing; Geographic Information System; NDVI; LST*

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan menganalisis korelasi nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dengan suhu permukaan tanah di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat menggunakan teknik kombinasi antara penginderaan jauh, SIG dan observasi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan pada area KHDTK nilai NDVI berkisar antara 0,07 sampai 0,88. Estimasi suhu permukaan tanah berdasarkan validasi antara suhu hasil analisis citra dengan hasil observasi lapangan berkisar antara 25,60°C sampai dengan 31,90°C. Hasil analisis korelasi geostatistik didapatkan persamaan $y = 35,5551 - 8,86213x$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,3623 dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,6019. Dari persamaan tersebut dapat diartikan antara NDVI dengan suhu permukaan tanah memiliki korelasi negatif atau berbanding terbalik dengan tingkat hubungan korelasi kuat.

Kata kunci: Penginderaan jauh; Sistem Informasi Geografis; NDVI; LST

Penulis untuk korespondensi, surel: hywilda@gmail.com

PENDAHULUAN

Data Statistik Sektorial Kalimantan Selatan Tahun 2020 menggambarkan adanya penyusutan luas Kawasan hutan akibat perubahan penutupan lahan. Kawasan Hutan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat merupakan kawasan yang mengalami banyak sekali perubahan lahan di bagian-bagian tertentu karena nyala api yang terus menerus dan ulah manusia. Hal ini mempengaruhi vegetasi yang terdapat di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat yang sebenarnya memiliki kualitas hutan ekuatorial esensial yang berubah menjadi hutan lindung.

Permukaan tanah yang digantikan akan berasimilasi dan memantulkan lebih ada

panas dari matahari, menyebabkan suhu permukaan tanah meningkat. Hal ini akan berdampak pada cuaca lokal dan iklim mikro yang berakhir dengan penurunan kualitas lingkungan. Oleh karena itu, keberadaan vegetasi sangat penting dalam memegang keseimbangan ekosistem pada tempat vegetasi itu berada (Rachmawati *et al.*, 2014).

Perkembangan teknologi pada saat ini memberikan kemudahan untuk melakukan riset dengan efektif dan efisien memanfaatkan prosedur pendeteksian jarak jauh dan kerangka data geografis (GIS) untuk melakukan riset dengan skala global tanpa harus melakukan sensus secara menyeluruh. Citra satelit dapat digunakan untuk menentukan nilai indeks vegetasi dengan pedekatan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan sebaran suhu permukaan

tanah menggunakan pendekatan *Land Surface Temperature* (LST).

Fokus penelitian ini yaitu dengan menganalisis korelasi antara nilai NDVI dengan suhu permukaan tanah menggunakan Teknik penginderaan jauh, SIG dan observasi lapangan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta membantu menyajikan data seberapa besar hubungan antar kedua variable tersebut dalam upaya meminimalisir dampak negative dari pemanasan global.

METODE PENELITIAN

Eksplorasi ini dilakukan di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat. Waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan ujian ini adalah ± 4 bulan dari bulan September sampai dengan Desember 2021.

Perlengkapan yang digunakan dalam kegiatan ini GPS, meteran, Kompas, *Thermal Infrared Camera*, alat tulis menulis, lembar kerja, kamera. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra Landsat-8 perekaman Mei tahun 2020, *Shape file* batas administrasi KHDTK Universitas Lambung Mangkurat, dan data hasil pengamatan di lapangan.

Prosedur penelitian meliputi kegiatan persiapan, pengolahan data citra, kegiatan lapangan, dan analisis data.

Persiapan

Tahapan persiapan telah dilakukan dalam penelitian meliputi penyusunan proposal penelitian, mengumpulkan berbagai informasi dan literatur yang dapat melengkapi kebutuhan penelitian, serta melakukan pengunduhan data citra Landsat-8 perekaman Mei tahun 2020 dan *shape file* batas administrasi KHDTK Universitas Lambung Mangkurat.

Pengolahan Data Citra

Sebelum melakukan pengolahan data citra tahapan awal yang perlu dilakukan yaitu koreksi radiometrik pada citra menggunakan *Semi-Automatic Classification Plugin* pada QGIS. Selanjutnya melakukan pemotongan pada citra (*Cropping*) untuk mendapatkan data secara detail.

Pengolahan NDVI memanfaatkan band 4 (Red) dan band 5 (NIR) citra Landsat-8 menggunakan teknik penambahan dan

pengurangan pada citra (Arnanto, 2013) dengan formulasi sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Nilai NDVI ini kemudian dapat dihitung *Land Surface Emissivity* (LSE). Dikarenakan pada area penelitian tersusun atas campuran lahan mulai dari yang tidak bervegetasi sampai dengan lahan bervegetasi, maka dalam kondisi ini emisivitas dihitung berdasarkan persamaan (Carlson & Ripley, 1997), sebagai berikut:

$$Pv = \left[\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right]^2$$

Keterangan:

Pv = Proporsi Vegetasi;
 NDVI = Nilai indeks vegetasi;
 NDVI_{min} = Nilai indeks vegetasi Minimum;
 NDVI_{max} = Nilai indeks vegetasi Maksimum

Ekspresi akhir dalam penghitungan LSE memerlukan nilai emisivitas vegetasi dan tanah, yaitu (Sobrino, 2004):

$$LSE = m \times Pv + n$$

Keterangan:

LSE = *Land Surface Emissivity*;
 m = Konstanta Standar Deviasi Emisivitas Permukaan (0,004);
 n = Nilai Emisivitas Vegetasi dikurangi m (0,986);
 Pv = Proporsi Vegetasi

Selanjutnya dilakukan pengolahan sebaran suhu permukaan dari citra satelit (LST) menggunakan beberapa tahapan. Tahapan awal yaitu mengkonversi nomor digital dari *Band Thermal* (band 10) Landsat-8 menjadi radian spektral (Lλ). Menurut Landsat 8 User Handbook (2016), digunakan persamaan berikut:

$$L\lambda = M_L \times Q_{Cal} + A_L$$

Keterangan:

- $L\lambda$ = Radian Spektral;
- M_L = Faktor pengali;
- A_L = Faktor penambah;
- Q_{Cal} = Nomor Digital.

Tahapan berikutnya adalah mengubah nilai Radian Spektral ($L\lambda$) menjadi Suhu Kecerahan (T_B) dengan ketentuan sebagai berikut:

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\lambda} + 1\right)}$$

Keterangan:

- T_B = Suhu Kecerahan (K);
- $L\lambda$ = Radian Spektral;
- K_1 = Konstanta kalibrasi;
- K_2 = Konstanta kalibrasi.

Kemudian perlu dilakukan konversi dari nilai Suhu Kecerahan (T_B) menjadi suhu permukaan tanah, menggunakan persamaan berikut (Widyasamratri, 2013):

$$T_s = \frac{T_B}{\left[1 + \frac{\lambda T_B}{\rho}\right] \ln(\varepsilon)}$$

Keterangan:

- T_s = Suhu Permukaan Tanah (K);
- T_B = Suhu Kecerahan (K);
- λ = Gelombang radiasi ($\lambda = 10.8 \mu\text{m}$);
- $\rho = h * c/\sigma$ ($1,4388 \times 10^{-2} \text{ mK} = 14388 \mu\text{m K}$);
- ε = Emisivitas

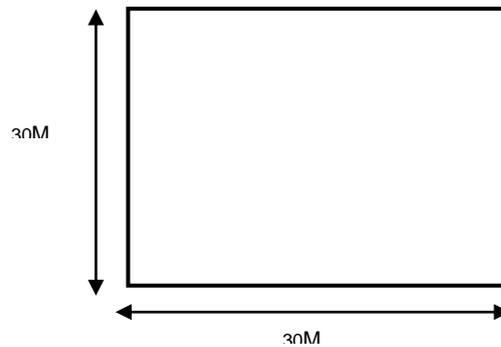
Menentukan Jumlah Sampel

Strategi yang digunakan dalam pemeriksaan adalah teknik *purposive Sampling*. Hal ini didasari oleh P.67/Menhut-II/2006 tentang Kriteria dan Standar Inventarisasi Hutan dengan mengambil intensitas sampling sebesar 0,2% dengan ukuran plot 30x30 meter. Rumus penghitungan jumlah sampel, sebagai berikut:

$$\text{Jumlah sampel} = \frac{\text{Luas area penelitian}}{\text{luas plot penelitian}}$$

Kegiatan Lapangan

Observasi lapangan sebagai tahapan survei langsung (*ground check*) pada lokasi penelitian. Adapun plot sampel dalam penelitian ini berbentuk persegi dengan ukuran 30x30 meter (sesuai ukuran piksel pada citra Landsat-8). Pembuatan plot sampel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk dan ukuran Plot

Selanjutnya dilakukan pengukuran suhu permukaan tanah secara langsung menggunakan alat *Thermal Infrared Camera*. Pada saat pengukuran dilakukan sebanyak 4 kali ulangan pada setiap plot sampel yang bertujuan untuk meminimalisir ragam kesalahan pada saat pengambilan data.

Analisis Data

Analisis korelasi antara nilai NDVI dengan LST dilakukan menggunakan analisis korelasi geo-statistik dengan modul *Scatterplot* pada SAGA. Syarat dalam melakukan operasi korelasi spasial ini yaitu sebaran data dari kedua data spasial tersebut memiliki lokasi maupun system proyeksi yang sama (Suhattanto, 2019).

Hasil analisis korelasi geostatistik pada SAGA yaitu menampilkan persamaan fungsi sebagai berikut:

$$y = a + bx$$

Keterangan

- y : Suhu Permukaan
- a : Harga Y bila $X=0$ (harga konstan)
- b : Angka Arah Koefisien Regresi
- x : NDVI

Kuatnya hubungan korelasi diinterpretasikan mengikuti pendapat Sugiyono (2008), sebagai berikut:

Tabel 1. Interval Koefisien dan Tingkat Hubungan

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.00 – 0.19	Sangat Rendah
0.20 – 0.39	Rendah
0.40 – 0.59	Sedang
0.60 – 0.79	Kuat
0.80 – 1.00	Sangat Kuat

HASIL DAN PEMBAHASAN

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

Hasil analisis menunjukkan kisaran nilai NDVI antara 0,07 sampai 0,88. Titik Lokasi penelitian ini diletakkan secara acak dengan jumlah plot sesuai intensitas contoh yang

mewakili setiap kelas NDVI. Observasi lapangan dilakukan untuk mengecek ulang apakah ada kesesuaian antara keadaan di lapangan dengan nilai NDVI yang telah dianalisis. Ada 29 titik lokasi pengambilan sampel di lapangan yang terbagi kedalam 3 titik pada kelas vegetasi sangat jarang, 6 titik pada kelas vegetasi jarang, 9 titik pada kelas vegetasi sedang dan 11 titik pada kelas vegetasi rapat. Hasil kegiatan survey lapangan berikut:

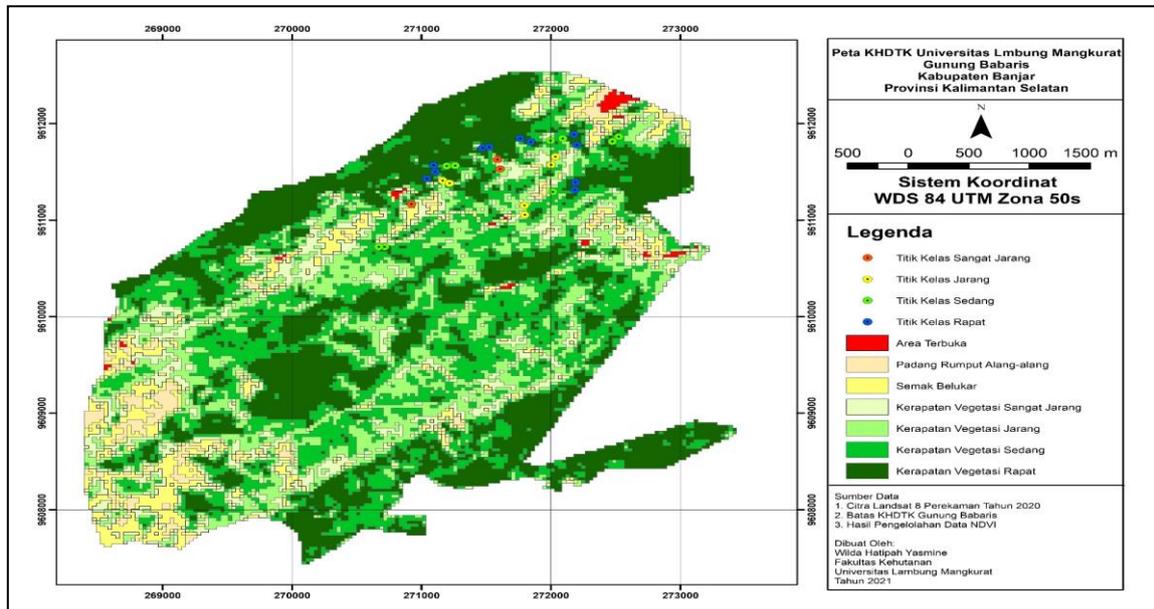
Tabel 2. Nilai NDVI Pada Beberapa Kelas Vegetasi

No Sampel	Nilai NDVI	Koordinat		Hasil Analisis	Kelas Vegetasi
		X	Y		
1	0.724	271589	9611627	Vegetasi	Sangat Jarang
2	0.700	271608	9611530	Vegetasi	Sangat Jarang
3	0.726	270923	9611165	Vegetasi	Sangat Jarang
4	0.740	271165	9611409	Vegetasi	Jarang
5	0.745	271218	9611382	Vegetasi	Jarang
6	0.746	271797	9611152	Vegetasi	Jarang
7	0.748	271800	9611055	Vegetasi	Jarang
8	0.734	272036	9611657	Vegetasi	Jarang
9	0.757	272003	9611572	Vegetasi	Jarang
10	0.789	272017	9611292	Vegetasi	Sedang
11	0.808	271262	9611564	Vegetasi	Sedang
12	0.776	271196	9611561	Vegetasi	Sedang
13	0.792	270671	9610724	Vegetasi	Sedang
14	0.809	270716	9610724	Vegetasi	Sedang
15	0.796	271988	9611824	Vegetasi	Sedang
16	0.809	272092	9611845	Vegetasi	Sedang
17	0.789	272525	9611863	Vegetasi	Sedang
18	0.782	272476	9611815	Vegetasi	Sedang
19	0.840	271846	9611811	Vegetasi	Rapat
20	0.853	271474	9611748	Vegetasi	Rapat
21	0.829	271525	9611757	Vegetasi	Rapat
22	0.846	271764	9611846	Vegetasi	Rapat
23	0.859	271043	9611429	Vegetasi	Rapat
24	0.832	271107	9611499	Vegetasi	Rapat
25	0.841	271095	9611569	Vegetasi	Rapat
26	0.817	272202	9611779	Vegetasi	Rapat
27	0.847	272180	9611887	Vegetasi	Rapat
28	0.855	272192	9611392	Vegetasi	Rapat
29	0.846	272187	9611313	Vegetasi	Rapat

Sumber: Hasil Observasi Lapangan, 2021

Tabel 2 menunjukkan titik lokasi penelitian, kondisi vegetasi dan nilai NDVI. Dari Tabel 2 dapat disajikan dalam bentuk

peta. Peta hasil analisis NDVI dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Penelitian Hasil Analisis NDVI

Suhu Permukaan Tanah Berdasarkan LST

Efek dari pengerjaan suhu permukaan pada *band thermal* Landsat 8 tanggal 5 Mei 2020 menggunakan software QGIS menunjukkan persebaran suhu permukaan tanah berkisar antara 21,52°C sampai dengan 25,78°C. Hasil dari pengolahan LST ini dianggap sebagai suhu permukaan yang mewakili kawasan KHDTK Universitas Lambung Mangkurat sebagai acuan dalam melakukan kegiatan observasi lapangan.

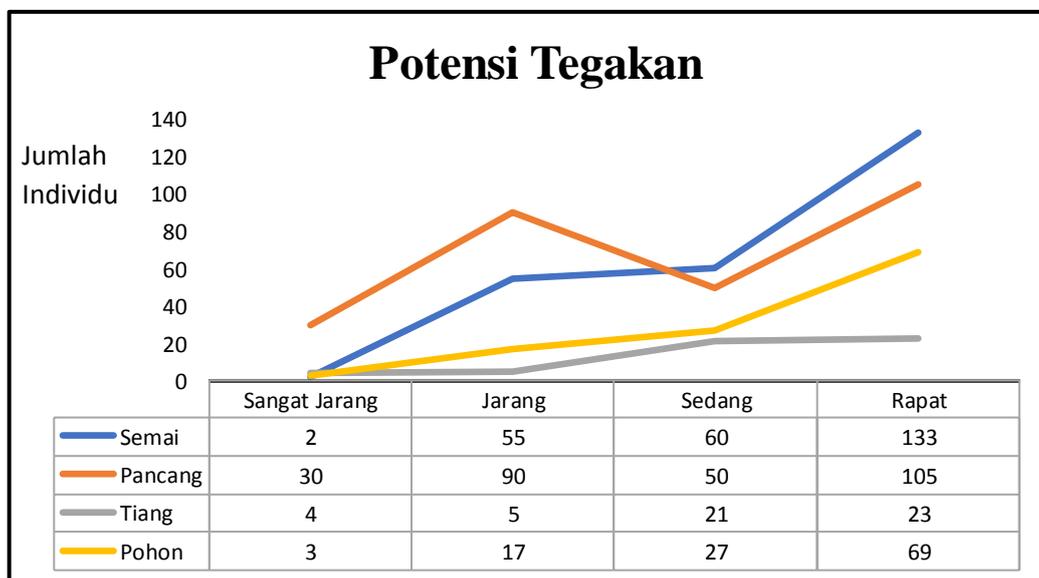
Validasi suhu permukaan diperlukan guna melihat adanya kesesuaian data antara hasil analisis suhu permukaan tanah pada citra/LST dengan keadaan suhu permukaan tanah di lapangan. Pengujian suhu di lapangan selesai pada bulan September tahun 2021. Berikut merupakan hasil validasi suhu permukaan tanah pada setiap kelas vegetasi:

Tabel 3. Selisih Suhu Hasil Analisis Citra dengan Pengukuran di Lapangan

No	Tingkat Kerapatan Vegetasi	Suhu Permukaan Rata-rata (°C)		Selisih (°C)	Persentase (%)
		Suhu Citra	Suhu Lapangan		
1	Sangat Jarang	24.37	39.68	15.31	45.65
2	Jarang	23.96	33.09	9.13	27.22
3	Sedang	23.81	29.02	5.21	15.53
4	Rapat	23.71	27.60	3.89	11.60
Total				33.54	100

Tabel 3 menyajikan perbedaan suhu permukaan dari data satelit dengan suhu permukaan hasil pengukuran lapangan pada berbagai tingkat kerapatan tegakan. Besarnya selisih suhu permukaan antara hasil analisis citra dengan pengukuran suhu di lapangan berkisar mulai dari 11,60% sampai dengan 45,65%. Hal ini dapat terjadi karena adanya jarak yang terbentang antara satelit dengan permukaan bumi sehingga tidak mengurangi kemungkinan bahwa saat perekaman citra terjadi gangguan atmosfer seperti yang diungkapkan oleh Nlam *et al.*, (2014) yaitu adanya gangguan awan pada saat perekaman citra. Selain itu, curah hujan pada

saat perekaman citra bulan Mei 2020 diketahui sebesar 138 mm. Sedangkan pada saat pengukuran suhu di lapangan pada bulan September 2021 curah hujan sebesar 71 mm. Oleh karena itu maka curah hujan pada suatu waktu juga menjadi faktor yang mempengaruhi adanya selisih suhu permukaan hasil analisis citra dengan pengukuran di lapangan. Selain itu, Salah satu faktor yang dapat diasumsikan menjadi penyebab utama adanya selisih suhu permukaan tanah yaitu perbedaan potensi tegakan penyusun yang ada dalam masing-masing kelas. Pada Gambar 7 disajikan data hasil observasi lapangan, sebagai berikut:

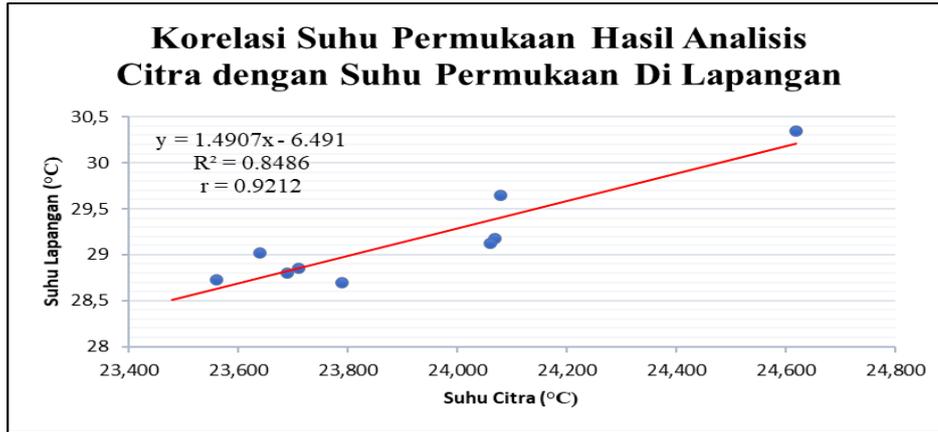


Gambar 3. Data Potensi Tegakan

Gambar 3 merupakan data hasil akumulasi potensi dari vegetasi penyusun yang ada pada setiap plot pengamatan. Dilihat dari grafik yang mengarah positif dari kelas vegetasi sangat jarang sampai dengan kelas vegetasi rapat, maka bisa dikatakan kerapatan vegetasi mempunyai peran yang sangat krusial pada kenaikan ataupun penurunan suhu permukaan tanah. Hal ini dikarenakan vegetasi memiliki peran yaitu meminimalkan suhu udara dan dapat menahan sinar matahari di atas kanopi

sehingga menyebabkan suhu di bawah tegakan (suhu permukaan tanah) lebih rendah karena naungan, dan memanfaatkan proses evapotranspirasi untuk menurunkan suhu diri dan sekitarnya (Indrawati *et al.*, 2020).

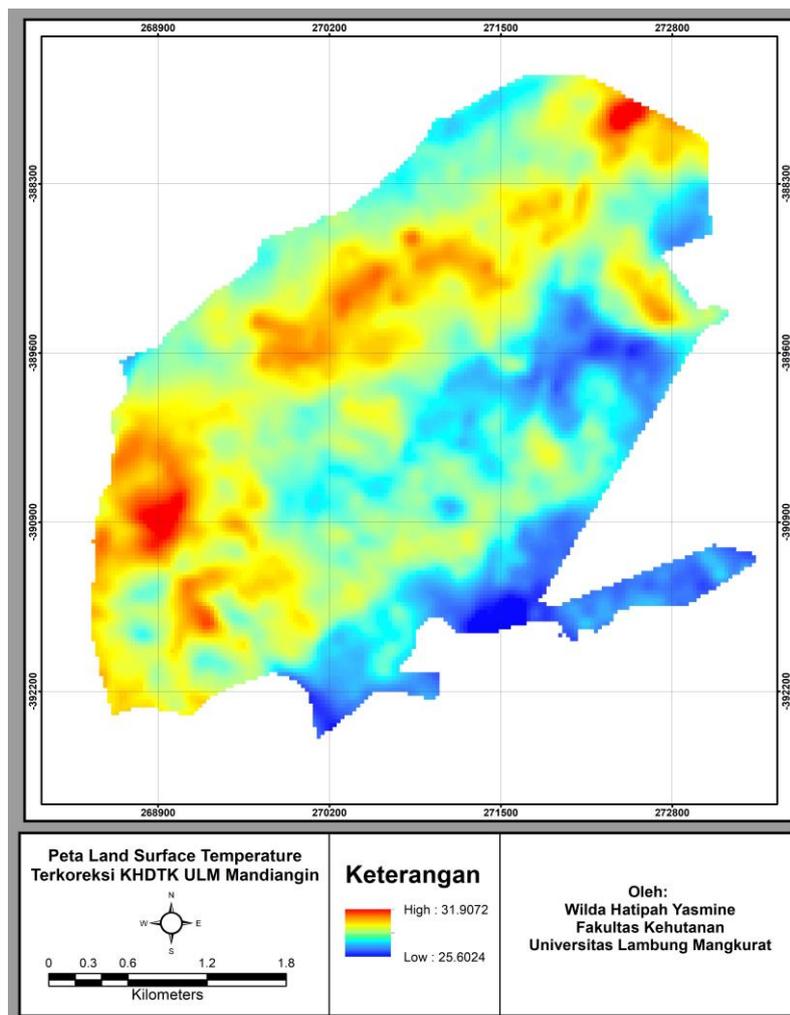
Adanya selisih antara suhu permukaan hasil olah data citra satelit dengan hasil pengukuran di lapangan maka dilakukan pendugaan suhu permukaan terkini di kawasan KHDTK Universitas Lambung Mangkurat menggunakan analisis regresi linear sederhana, seperti yang disajikan.



Gambar 4. Korelasi Suhu Citra dengan Suhu Permukaan di Lapangan

Persamaan yang didapat ini kemudian digunakan untuk melakukan pendugaan suhu permukaan tanah terkoreksi untuk wilayah

KHDTK dengan memanfaatkan *software* pengolah GIS *raster calculator*. Hasil pendugaan sebagai berikut:

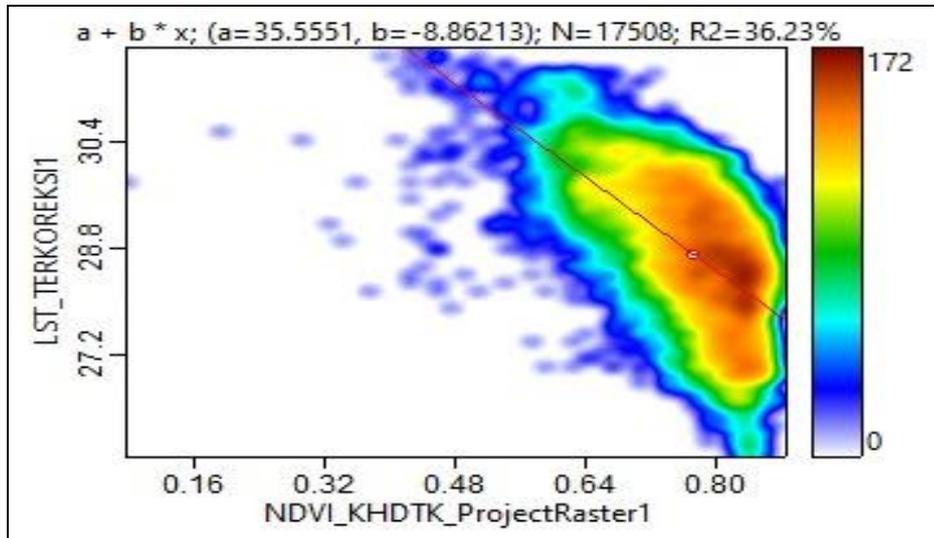


Gambar 5. Peta Persebaran Suhu Permukaan Tanah Terkoreksi

Gambar 5 menyajikan data LST Terkoreksi, dari gambar tersebut dapat dilihat kisaran suhu pada bulan Mei tahun 2020 wilayah KHDTK Universitas Lambung Mangkurat yaitu antara 5,60°C sampai dengan 31,90°C.

Korelasi Nilai NDVI dengan Suhu Permukaan Tanah

Hasil analisis korelasi geo-statistik antara data spasial NDVI dengan suhu permukaan tanah hasil pendugaan sebelumnya (LST Terkoreksi) pada gambar berikut:



Gambar 6. Hasil Korelasi NDVI dengan LST Terkoreksi

Berdasarkan gambar 6 dapat dilihat persamaan $y = 35,5551 - 8,86213x$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,3623 dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,6019. Dari persamaan tersebut dapat diartikan antara NDVI dengan suhu permukaan tanah memiliki korelasi negatif atau berbanding terbalik, ditunjukkan oleh tanda negatif (-) didepan koefisien regresi. Artinya penurunan nilai LST ini 60,2% diduga dipengaruhi oleh meningkatnya nilai NDVI. Hal ini juga pernah dibuktikan oleh Nugroho *et al.*, (2016) yang dari hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa korelasi antara dua variabel yaitu NDVI dan suhu permukaan tanah berjalan dengan arah yang berlawanan. Nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0.6019 artinya antara kedua variabel yaitu NDVI dengan suhu permukaan tanah memiliki tingkat hubungan korelasi kuat.

Data hasil pemeriksaan ini dapat digunakan sebagai semacam perspektif dalam upaya untuk meminimalisir dampak negatif dari pemanasan global dimana pada bagian-bagian tertentu di area KHDTK seperti pada area kelas vegetasi sangat jarang yang memiliki nilai NDVI rendah dalam artian kelas ini kekurangan vegetasi. Oleh karena itu suhu

permukaan tanah pada area tersebut tinggi dengan rata-rata suhu sebesar 39,68°C. Adanya informasi ini maka dapat disarankan dilakukan kegiatan penanaman agar dapat membantu meminimalisir suhu permukaan tanah pada area tersebut. Dan pada area kelas vegetasi lainnya, kiranya dapat dilakukan pengayaan untuk meningkatkan fungsi hutan agar terciptanya keseimbangan ekologi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Korelasi antara nilai NDVI dengan suhu permukaan tanah di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat memiliki arah yang berlawanan atau berbanding terbalik dan besarnya hubungan antara kedua variabel tersebut sebesar 60,2% dengan tingkat hubungan korelasi kuat. Artinya semakin tinggi nilai NDVI maka semakin rendah suhu permukaan tanah. Dari ini dapat disimpulkan bahwa vegetasi memiliki peran penting dalam meminimalisirkan suhu dengan menghalangi

sinar matahari agar tertahan di atas langit hutan sehingga menyebabkan suhu permukaan tanah lebih rendah karena naungan dan menggunakan proses evapotranspirasi untuk membentuk iklim mikro.

Saran

Ada beberapa ide yang dapat digunakan sebagai kontribusi untuk pemeriksaan tambahan. Berikut beberapa ide yang dapat disampaikan: (1) Pemilihan citra satelit sebaiknya lebih diperhatikan dan diusahakan terbebas dari gangguan awan untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal, (2) Pengujian temperatur permukaan untuk persetujuan dilakukan sekitar waktu yang sama dengan tanggal pengambilan gambar dan dicoba dilakukan pada saat kondisi cuaca cerah, sehingga lebih tepat untuk menghasilkan informasi. (3) Sangat ideal untuk mencoba mengambil contoh suhu dengan alat pengukur suhu selain Kamera Inframerah Termal, sehingga efek samping dari penangan suhu lebih sesuai dengan suhu di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnanto, A. 2013. Pemanfaatan Transformasi Normalized Difference Index (NDVI) Citra Landsat TM untuk Zonasi Vegetasi di Lereng Merapi Bagian Selatan. *Geomedia, Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, 11 (2): 155-170
- Carlson, T.N & Ripley, D.A. 1997. On Relation Between NDVI, Fractional Vegetation Cover, and Leaf Area Index. *Remote Sensing of Environment*, 241-252
- Department of the Interior US: Geological Survey. 2016. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook. South Dakota: Department of the Interior US: Geological Survey
- Indrawati, D.M., Suharyadi, S., & Widayani, P. 2020. Analisis Pengaruh Kerapatan Vegetasi Terhadap Suhu Permukaan dan Keterkaitannya dengan Fenomena UHI. *Media Komunikasi Geografi*, 21(1): 99
- Niam, A., Suprayogi, A., & Awaluddin, M. 2014. Aplikasi *Openstreetmap* untuk Sistem Informasi Geografis Kantor Pelayanan Umum (Studi Kasus: Kota Salatiga). *Jurnal Geodesi UNDIP*, 3(4), 150-157
- Nugroho, S.A., Wijaya, A.P., & Sukomo, A. 2016. Analisis Pengaruh Perubahan Vegetasi Terhadap Suhu Permukaan Di Wilayah Kabupaten Semarang Menggunakan Metode Penginderaan Jauh. *Jurnal Geodesi*, 5(1): 253-263
- Rachmawati, D., Setobudiandi, I., & Hilmi, E. 2014. Potensi Estimasi Karbon Tersimpan pada Vegetasi Mangrove di Wilayah Pesisir Muara Gembong Kabupaten Bekasi. *Jurnal Omni Akuatika XIII* (19): 85-91
- Sobrino, J, A., Jimenez-Munoz, J.C., Paolini, L, 2004. Land Surface Temperature Retrieval from Landsat TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90(4): 434-440
- Sugiyono. 2008. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suhattanto, M.A. 2019. Modul Kuliah: Pemetaan Digital. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Widyasamratri, H., Souma, K., Suetsugi, T., Ishidaira, H., Ichikawa, Y., Kobayashi, H. & Inagaki, I.. 2013. A comparison Air Temperature and Land Surface Temperature to Detect an Urbanization Effect in Jakarta, Indonesia. *34th Asian Conference on Remote Sensing 2013, ACRS 2013*. 2. 1097-1104.